

Doklady hutnické výroby z doby železné v Olomouci-Neředíně

Evidence of Iron Age bloomery smelting from Olomouc-Neředín

Petra Goláňová – Karel Malý

K málo prozkoumaným výrobním odvětvím v protohistorii Moravy patří činnosti spojené s hutněním železa. V Olomouci-Neředíně bylo spolu s časně laténskou keramikou nalezeno více než 80 kg strusek, úlomky rud a velké množství tepelně postižené hlíny. Ani v jednom případě se ale nepodařilo spojit jejich výskyt s výrobním zařízením. Hutněna byla především ruda typu Lahn-Dill, která musela být transportována ze vzdálenosti 20–25 km. Radiokarbonová data ze zuhelnatělého dřeva pocházejícího ze strusek odkazují do počátku doby halštatské, lze však předpokládat, že výroba probíhala v pozdní době halštatské či spíše v časné době laténské a v radiokarbonových datech se odrazil „old-wood effect“. Vzhledem k rozsáhlému odlesňování krajiny v okolí Olomouce v mladším pravěku je zvažováno zásobování produkčního místa dřevěným uhlím z širšího okruhu 15–20 km. Nálezy strusek z Olomouce-Neředína představují nejstarší doložené stopy hutnění na Moravě.

hutnictví – doba halštatská – časná doba laténská – Morava – ruda – radiokarbonové datování – old wood effect

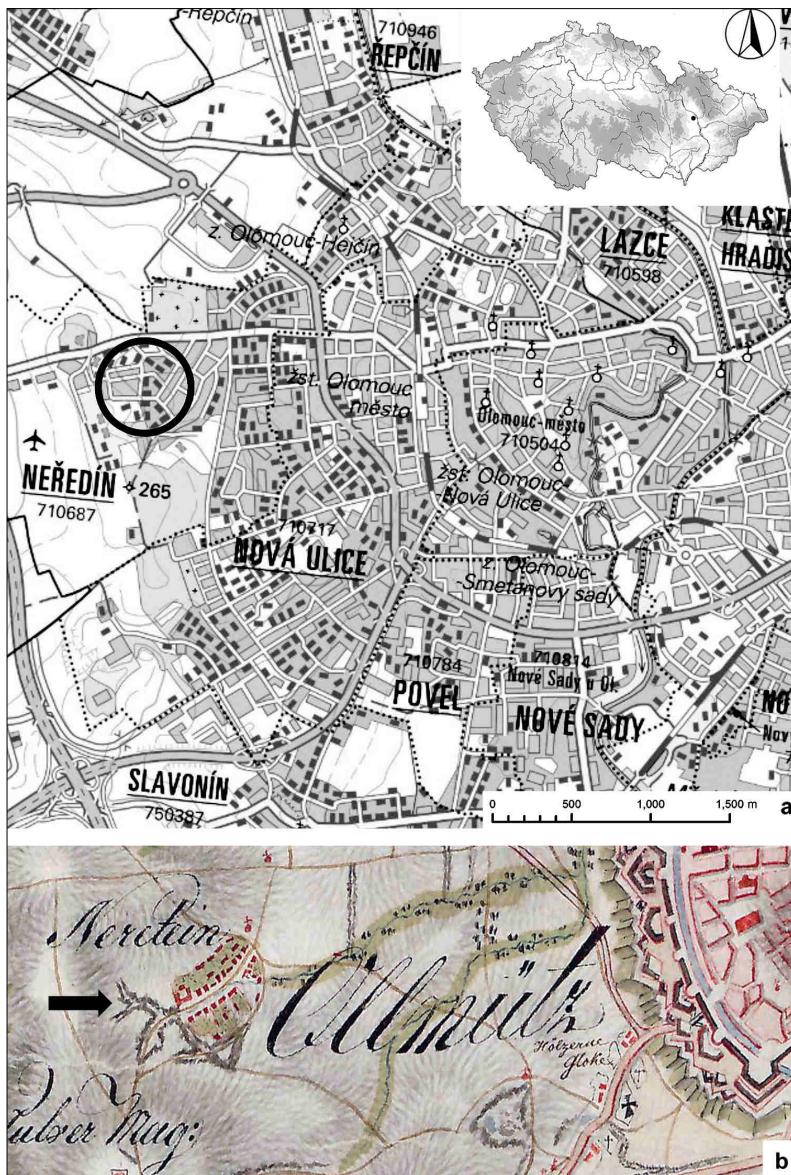
Among the little-investigated specialised production in Moravian Iron Age are activities related to iron metallurgy. Together with La Tène pottery, more than 80 kg of slag, fragments of ore and a large amount of heat-affected clay was found at Olomouc-Neředín, however, it was not possible to link their occurrence with production installations. Lahn-Dill-type ore was mainly processed, which had to be transported from a distance of 20–25 km. Radiocarbon dating of carbonised wood that came from slag points to the beginning of the Hallstatt period; it can however be assumed that production took place in the Late Hallstatt period or, rather, Early La Tène, and that the ‘old-wood’ effect was reflected in the radiocarbon dating. Due to extensive deforestation of the landscape around Olomouc in later prehistoric times, the function of a supply area for wood coal from the vicinity of 15–20 km is under consideration. Finds of slag from Olomouc-Neředín are the earliest documented traces of bloomery smelting in Moravia.

bloomery smelting – Hallstatt period – Early La Tène period – Moravia – ore – radiocarbon dating – old wood effect

Úvod

K dosud málo prozkoumaným výrobním odvětvím v protohistorii Moravy patří činnosti spojené s výrobou a dalším zpracováním železa. Přesvědčivé doklady hutnické výroby na Moravě nejsou dosud v době železné známy (Čížmář 2003, 96; Venclová et al. 2008, 285), o něco příznivější je situace pro dobu římskou (Beran 2011). Z polykulturních sídlišť pocházejí stopy železářské produkce, častým problémem však bývá jejich datování nebo absence analýz strusek. Při hodnocení nálezů z časně laténské doby na Moravě byly v nedávné době zpracovány i nálezy z Olomouce-Neředína (Goláňová 2013; v tisku), mezi nimiž se nacházely i stopy železářské výroby – strusky, tepelně postižené hlíny a rudy.

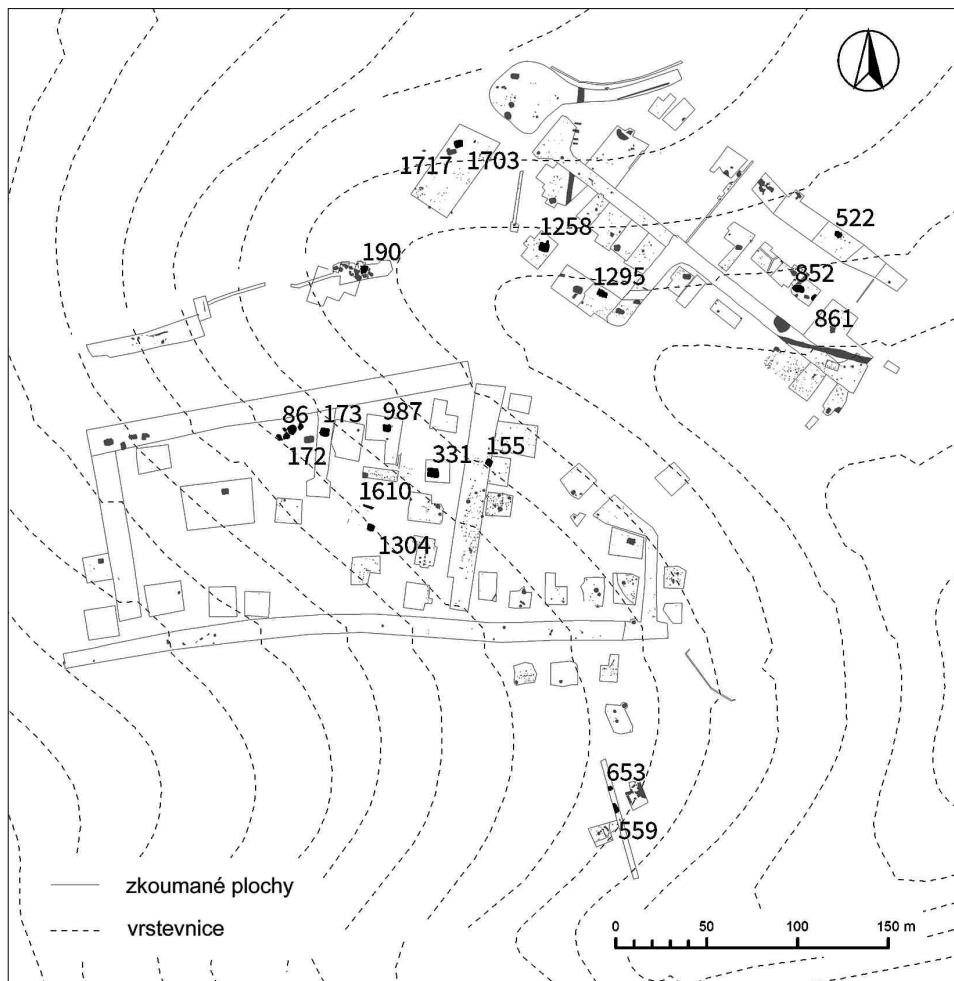
Lokalita s místním názvem Mýlina se nachází na severozápadním okraji města Olomouce v části Neředín (obr. 1a). Polykulturní osídlení se rozprostíralo na dvou výrazných



Obr. 1. Olomouc-Neředín. Poloha výzkumu v rámci katastru obce Neředín (a) a na 1. vojenském mapování (1763–1787) (b).

Fig. 1. Olomouc-Neředín. The location of the excavation within the Neředín cadastre (a) and on the map from the First Military Survey (1763–1787) (b).

návrších s relativně prudkým východním svahem, spojených malým údolím nad dnes již zaniklou vodotečí (obr. 1b), s výhledem do nivy řeky Moravy, v nadm. výšce 240–256 m. V oblasti pramenné pánve vodoteče je dodnes vysoká hladina spodní vody (Peška – Šrámek

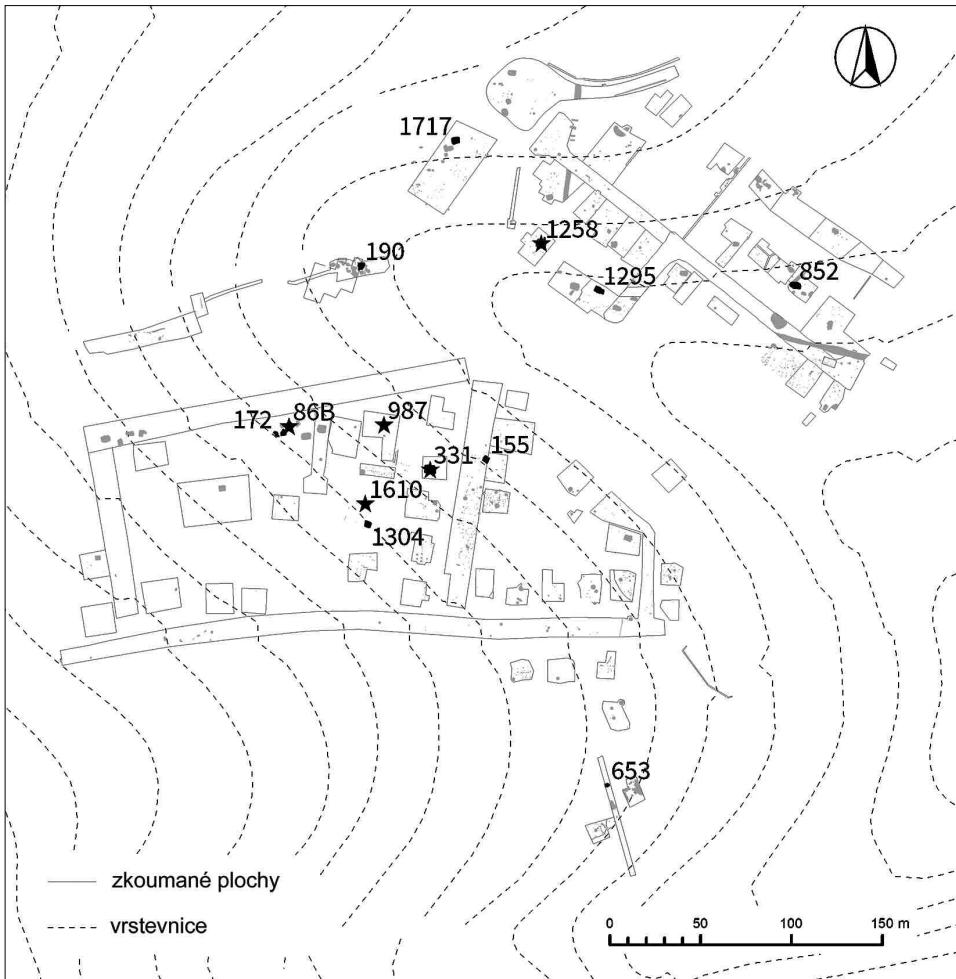


Obr. 2. Olomouc-Neředín. Rozmístění objektů v rámci ploch odkrytých v letech 1998–2006. Černé objekty s časně laténskými nálezy.

Fig. 2. Olomouc-Neředín. The layout of the features on surfaces uncovered in 1998–2006. Black features are with Early La Tène finds.

2006). Geologické podloží lokality je tvořeno třetihorními jíly, zbarvenými od světle hnědé přes žlutou až po žlutošedou. V hloubce ca 1 m se v jílu objevují drobné vápenné schránky třetihorních mlžů a plžů (Šrámek 2005), v lokalitě se nacházejí výchozy „bahenních“ železitých rud (Šrámek 2007, 145). Těsně nad inundačním pásmem zaniklého potoka byla identifikována osada z časně doby laténské.

První poznatky o lokalitě poskytl povrchový průzkum J. Bláhy v roce 1976, který přinesl keramiku z doby laténské a římské (Bláha 1978), doplněný v roce 1990 drobným záchranným výzkumem (Kalábek 2005, 206). V letech 1998–2006 bylo v souvislosti se stavbou nových rodinných domků v polní trati Mýlina odkryto téměř 2000 sídlištních objektů,



Obr. 3. Olomouc-Neředín. Rozmístění objektů z LT A s nálezy strusky (černě) a vyznačenými objekty, ve kterých množství strusky překročilo 1 kg (hvězdička).

Fig. 3. Olomouc-Neředín. The layout of features from LT A with finds of slag (in black) and with features where the amount of slag exceeded 1 kg (star).

několik hrobů a podařilo se prozkoumat mocnou kulturní vrstvu. Ornice byla při výzkumu skryta mechanizací. Byly zjištěny doklady osídlení z neolitu a doby bronzové (srov. Šrámek 2004, 89), halštatské (Peška – Tajer 1999) a velké množství objektů z doby laténské (LT A–D) a římské – z 2. pol. 2. století po Kr. a ze 4.–5. stol. po Kr. (Peška – Šrámek 2004; Kalábek – Šrámek 2006; Kalábek 2013). V blízkosti vodoteče se místy zachovala až 3 m mocná kulturní vrstva (vzniklá patrně erozní činností) mj. s nálezy z doby halštatské a laténské (Peška – Tajer 1999).

Z lokality, jejíž výpovědní hodnota byla postižena nevhodnou nebo absentující dokumentací některých objektů, byly zatím zpracovány jen dílčí komponenty (LT A: Golářová

| Objekt | Počet keramických fragmentů | Struska | | Ruda | | Tepelně postižené hlíny (mazanice) | |
|--------|-----------------------------|---------|-------|------|-------|------------------------------------|---------------|
| | | Ks | Kg | Ks | Kg | Ks | Kg |
| 86 | 56 | 55 | 15,81 | – | – | 9 | 0,63 (17,93) |
| 86A | 10 | – | – | 3 | 0,42 | 2 | 1,04 |
| 86B | 32 | 129 | 21,17 | 6 | 0,38 | 15 | 0,59(44,84) |
| 86C | 14 | 6 | 0,768 | 1 | 0,04 | – | – |
| 155 | 225 | 12 | 1 | 1 | nest. | – | (0,81) |
| 172 | 115 | 10 | 0,93 | 1 | nest. | – | (4,27) |
| 173 | 627 | – | – | 1 | nest. | – | (7,95) |
| 190 | 423 | 1 | nest. | 1 | nest. | – | (2,18) |
| 331 | 1023 | 99 | 30,86 | 30 | 2,5 | 5 | 1,02(35,72) |
| 653 | 2 | 4 | 0,13 | – | – | – | (0,49) |
| 852 | 22 | 10 | 0,54 | – | – | – | (11,42) |
| 987 | 315 | 23 | 2,2 | – | – | – | (17,33) |
| 1258 | 1115 | 19 | 1,2 | 3 | 0,013 | 1 | nest. (23,26) |
| 1295 | 98 | 2 | nest. | – | – | – | – |
| 1304 | 415 | 9 | 0,65 | – | – | – | (1,98) |
| 1610 | 136 | 56 | 5,11 | 4 | 0,33 | 7 | 0,58 (4,45) |
| 1717 | 264 | 18 | 0,72 | – | – | – | (2,4) |

Tab. 1. Olomouc-Neředín. Soupis nálezů dokládajících hutnickou výrobu a pocházejících z časné laténských objektů. V závorkách uvedena veškerá hmotnost mazanice nalezené v objektu; nest. – nestanoveno.

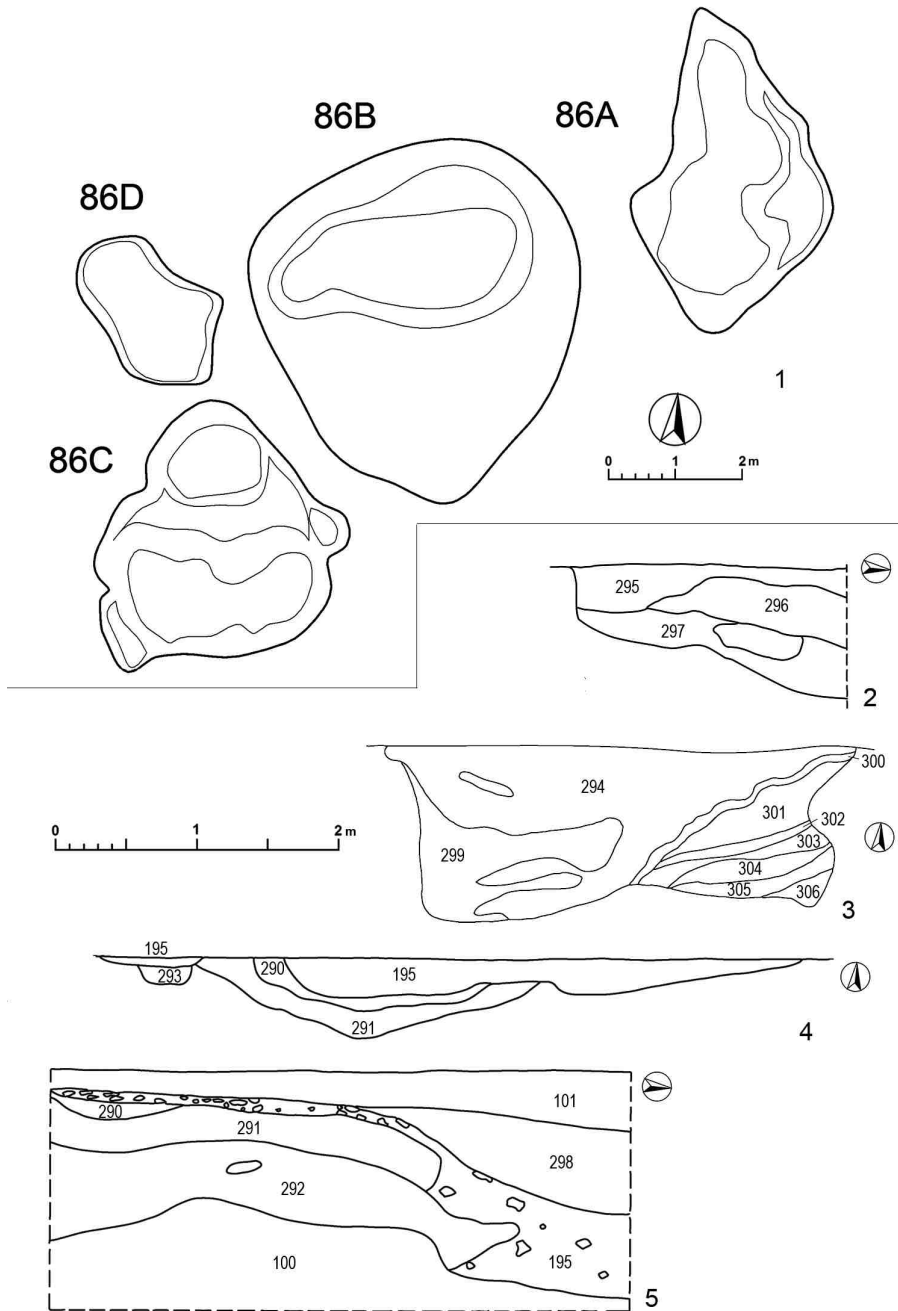
Tab. 1. Olomouc-Neředín. List of finds connected to metallurgical production from Early La Tène features. In parentheses: weight of all daub found in feature. Nest. – undetermined.

2013; LT B-D: *Koucká 2016*; hroby a pece z doby římské: *Kalábek 2005*; *Kalábek – Šrámek 2006*). Materiál z výzkumu je uložen ve Vlastivědném muzeu v Olomouci a v Archeologickém centru Olomouc, dokladové vzorky k analýzám a leštěné výbrusy zkoumaných strusek a rud jsou uloženy v Muzeu Vysočiny Jihlava.

Do časné doby laténské byly datovány (a následně vyhodnoceny) nálezy z objektů 86 (A-D), 155, 172, 173, 190, 331, 522, 559, 653, 852, 861, 987, 1258, 1295, 1304, 1610, 1703, 1717 a vybrané nálezy z vrstev (*obr. 2*). Během výzkumu byla nalezena struska v řadě objektů (viz *tab. 1*), jen v několika objektech (86A, 86B, 331, 987, 1258, 1610) však její hmotnost překročila 1 kg. Objekty s hojnými nálezy strusek a výmazů (více než 1 kg) se koncentrují v jihozápadní části lokality, avšak struska a úlomky rud se nacházejí rozptýleny ve většině objektů, a to i na protějším svahu na ploše ca 400 × 350 m.

Celkově pochází z objektů s časně laténským materiálem přibližně 82 kg strusek, 3,7 kg úlomků rud a velké množství tepelně postižených hlín, část z nich byla podrobněji popsána a analyzována. Z objektů řazených do LT B-D pochází dalších 5,1 kg strusek (109 ks) a 2 ks železné rudy – limonit a železitý pískovec (*Koucká 2016*, 33, 106), které nejsou v tomto článku vyhodnoceny.

Vzhledem k tomu, že dosud nebyly zpracovány objekty s nálezy z doby halštatské a římské, nemáme představu, zda a případně kolik odpadu železářské výroby (strusek) obsahovaly; v publikovaných předběžných zprávách ale nálezy většího množství tohoto druhu nálezů



Obr. 4. Olomouc-Neředín. Objekty 86A, 86B, 86C a 86 D (1) a nelokalizované řezy objekty 86A (2), 86B (4–5), 86C (3).

Fig. 4. Olomouc-Neředín. Features 86A, 86B, 86C and 86 D (1) and unlocated cross-sections of features 86A (2), 86B (4–5), 86C (3).

(ani jakýchkoliv zařízení spjatých s výrobou železa) zmiňovány nejsou; ve výčtu typů „germánských“ objektů se pouze uvádějí „obdélná ohniště“ (Kalábek – Šrámek 2006, 208).

Velké koncentrace strusky (ca 30 a 37,5 kg) a tepelně postižených hlín/mazanice (36 a 63 kg) se vyskytly v objektech 331 a 86 (86B), jimž je níže věnována bližší pozornost.

Popis objektů s nálezem většího množství strusek

Objekty 86 (86A, 86B, 86C, 86D) a 331 se nacházely na pravém břehu zaniklé vodoteče a dělila je vzdálenost ca 75 m (obr. 2). Mazanice (tepelně postižené hlíny) nalezené spolu se struskami a rudami představují patrně části výrobních objektů – pecní výmaz (srov. Venclová et al. 2008, 228), jako takové byly však označeny jen mazanice se zjevnými stopami vysokého žáru (roztavené) nebo s nataveninami strusek; v tab. 1 je v závorkách u tepelně postižených hlín uvedena veškerá hmotnost mazanice nalezené v objektu.

Popis objektů byl převzat z nálezových zpráv (Tajer 1999; Šrámek 1999). Při výzkumu byly stratigrafické jednotky dokumentovány v kontextuálních kartách a odlišeny byly výkopy a uložení, přičemž uložení 100 představuje ornici, uložení 101 představuje geologické podloží (terciérní jíly). Strusky a rudy byly při výzkumu registrovány v kontextuálních kartách v kategorii „kov“; na číslo uložení, ze které pocházejí, odkazuje prostřední část inventárního čísla – např. strusky a ruda s inv. č. 8/98-294-4 pochází z uložení 294 (viz tab. 2).

Objekt 86 (obr. 6: 1–5)

Objekty 86A–D byly překryty silnou vrstvou mazanice, a proto byly zpočátku považovány za jeden velký objekt č. 86. Teprve po sejmutí této vrstvy se zjistilo, že jde o čtyři samostatné, stratigraficky těžko popsatelné objekty (Tajer 1999, 3). V nálezové zprávě (Tajer 1999) je popsána z objektu uložení 195 (viz níže) s nálezem keramiky; s označením „objekt 86“ však pocházejí pouze nálezy z uložení 196 (její popis pak chybí) – zřejmě zde došlo k záměně. V nálezové zprávě jsou některé uložení označeny za číslem písmenem „a“ (např. 195a), zřejmě proto, aby byly odlišeny od čísel uložení původně přiřazených k objektu 86 (např. 195). Označení písmenem „a“ je však u uložení používáno nesystematicky a často se popisy obou uložení zcela shodují, proto nebylo písmeno „a“ pro uložení níže použito.

Uložení 195 – „druhotně uložená mazanice s destrukcí promíchaná se značným množstvím strusky a několika zlomky keramiky, mazanice splavena (shozena?) z povrchu po stěně objektu“; středně ulehlá; střední hnědé barvy; max. síla: 0,34 m; horní hranice: dosti ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: keramika – nahodile střední fragmenty; mazanice – četně velké fragmenty; kov: četně střední fragmenty; stratigraficky nad: 101; stratigraficky pod: 290.

Objekt 86A (obr. 4: 1, 2)

Objekt nepravidelného oválného půdorysu, orientovaný SV–JZ, v řezu vanovitý, s pravidelnými konvexními stěnami strmého sklonu; dno bylo šikmé a stupňovité. Max. délka objektu 4,8 m; max. šířka 2,65 m; max. hloubka 1,15 m (Tajer 1999, 14).

Výkop 585A (viz výše popis objektu; v soupisu výkopů figuruje u objektu 86); stratigraficky nad: 297; stratigraficky pod: 100.

Uložení 295 – druh uložení: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: tmavá šedá hněd; max. síla: 0,38 m; horní hranice: dosti ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: uhlíky – četně drobků; stratigraficky nad: 101; stratigraficky pod: 296.

Uložení 296 – druh uložení: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světle rezavá červená; max. síla: 0,34 m; horní hranice: dosti ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína;

| Objekt | Inventární č. | Kategorie | Popis | Ks |
|---------------|-----------------|-------------------------|--|------|
| 86 | 8/98-196-20 | struska | strusky o velikosti do 10 cm jsou buď relativně málo porézní, intenzivně kovově lesklé, nebo relativně více porézní, na povrchu rezavě hnědé v různých odstínech s uhlíky, nebo otisky po nich | 48 |
| 86 | 8/98-196-20 | struska | 4 ks silně porézní struska s nízkou hustotou, 7 ks větší než 10 cm, 2 ks na povrchu šedo-zelené | 19 |
| 86A | 8/98-296-5 | struska | z větší části tepelně postižená černá hlína, která přechází v silně porézní šedou a následně černou strusku; struska má hladký, mastně lesklý povrch; velikost 14 x 9 x 9 cm | 1 |
| 86A | 8/98-296-5 | ruda | typ Lahn-Dill (2 ks do 7 cm; 1 ks cca 11 cm – pravděpodobně tepelně postižený s vysokou magnetickou susceptibilitou) | 3 |
| 86A | 8/98-296-5 | tepelně postižená hlína | šedé až šedočerné tepelně postižené hlíny s náznakem pūkruhového otvoru, v průměru cca 6 cm, který je zachován zhruba z 1/3, po obvodu oranžovo-žlutý (otvor pro dyznu?) | 1 |
| 86B | 8/98-195-9 | struska | silně porézní struska s nízkou hustotou, patrně z výmazu pece, velikost do 10 cm | 15 |
| 86B | 8/98-195-9 | struska | barva rezavě hnědá, velikost 4 až 10 cm | 4 |
| 86B | 8/98-195-9 | ruda | typ Lahn-Dill | 5 |
| 86B | 8/98-195-9 | struska | velikost zlámků větší než 3 cm; strusky jsou buď relativně málo porézní, intenzivně kovově lesklé, nebo relativně více porézní, na povrchu rezavě hnědé v různých odstínech s uhlíky, nebo otisky po nich | 60 |
| 86B | 8/98-195-9 | ruda | typ Lahn-Dill, zlomek o velikosti cca 5 cm | 1 |
| 86B | 8/98-195-9 | struska | zlomky o velikosti větší než 3 cm; strusky jsou buď relativně málo porézní, intenzivně kovově lesklé, nebo relativně více porézní, na povrchu rezavě hnědé v různých odstínech s uhlíky, nebo otisky po nich | 65 |
| 86C | 8/98-294-4 | struska | zlomky strusek o velikosti větší než 6 cm, z toho jeden kus relativně méně porézní, kovově lesklý, druhý kus silně porézní, na povrchu hnědý | 2 |
| 86C | 8/98-294-4 | struska | strusky o velikosti menší než 6 cm | 4 |
| 86C | 8/98-294-4 | ruda | typ Lahn-Dill | 1 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | zlomky o velikosti více než 6 cm, max. velikost cca 14 cm; strusky jsou buď relativně málo porézní, intenzivně kovově lesklé, nebo relativně více porézní, na povrchu rezavě hnědé v různých odstínech s uhlíky, nebo otisky po nich o velikosti 7 cm | 18 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | zlomky o velikosti méně než 6 cm, vlastnosti obdobné, vždy se jedná o tvarově nepravidelné zlomky, pouze výjimečně s hladkým povrchem po tuhnutí na vzduchu popř. i se stopami tečení | 45 |
| 331 | 28/99-478-252 | ruda | typ Lahn-Dill, velikost cca 4 cm | 1 |
| 331 | 28/99-478-252 | ruda | limonit, v různých odstínech rezavě hnědé, rozpadavý, porézní; minimálně na 2 ks otisky po rostlinách | 10 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | zlomky větší než 6 cm, více porézní, hnědé až hnědočerné strusky bez lesku, z toho 1 ks s nálepem tepelně postižené hlíny 5 x 3 x 1 cm (stěna pece?) | 2 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | ploché zlomek, na povrchu červenočerný, bez lesku, se stopami tečení, velikost 8 x 5 x 3 cm | 1 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | zlomky menší než 6 cm, z toho 4 ks výrazně ploché s hladkým povrchem, 1 ks s otisky uhlíků a uhlíky | 10 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | zlomky o velikosti méně než 6 cm, relativně často ploché tvar | 18 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | zlomky o velikosti více než 6 cm | 4 |
| 331 | 28/99-478-252 | struska | silně porézní zlomek s nálepem tepelně postižené hlíny (stěna pece?); velikost cca 8 cm | 1 |
| 331 | 28/99-478-252 | ruda | typ Lahn-Dill, vlastnosti viz výše, velikost od 3 do cca 7 cm, zlomky většinou ostrohranné, některé z nich snad tepelně postižené | 17 |
| 331 | 28/99-478-251 | struska | konglomerát strusky o velikosti cca 30 x 20 x 20 cm, hmotnost 16,3 kg, na povrchu hnědý v různých odstínech, často limonitizovaný, na lomu struska dtto, s hojnými uhlíky a otisky po nich o vel. až 4 cm | 1 |
| 987 | 05/2002-2361-74 | struska | výrazně ploché kus černé kovově lesklé strusky, cca 8 cm, z jedné strany hladký, mastně lesklý, z druhé strany lištovitě krystalý až 0,5 cm | 1 |
| 987 | 05/2002-2361-96 | struska | černé, kovově lesklé zlomky relativně málo porézní strusky, o velikosti větší než 6 cm (z toho 1 ks s hladkým povrchem po tuhnutí na vzduchu a se stopami tečení) | 3 |
| 987 | 05/2002-2361-96 | struska | černé, kovově lesklé fragmenty relativně málo porézní strusky o velikosti 1–6 cm (z toho 1 ks s hladkým povrchem po tuhnutí na vzduchu a se stopami tečení) | 17 |
| 987 | 05/2002-2361-96 | struska | velmi lehká porézní struska o velikosti 5 cm | 1 |
| 987 | 05/2002-2361-96 | struska | porézní struska s relativně hladkým povrchem černomodré barvy, 6 cm | 1 |
| 852/987 | neztotožnitelné | struska | zlomky o velikosti cca 15 a 13 cm, silně porézní, na povrchu rezavě hnědé barvy | 2 |
| 852/987 | neztotožnitelné | struska | zlomky o velikosti do 6 cm, silně porézní, na povrchu rezavě hnědé barvy | 21 |
| 852/987 | neztotožnitelné | struska | ploché kus strusky, z jedné strany hladký s vysokou susceptibilitou, velikost 8 cm | 1 |
| 852/987 | neztotožnitelné | struska | fragmenty s vysokou susceptibilitou, na povrchu rezavě hnědé, velikost 4 cm | 8 |
| 852/987 | neztotožnitelné | ruda | typ Lahn-Dill (velmi jemně zrnitá, černočervená, nebo černá rudnina, místy povlaky rezavě hnědého limonitu, nebo tmavě červeného hematitu, jen vzácně jsou makroskopicky rozpoznatelná drobná zrna křemene); některé vzorky rudniny jsou pravděpodobně tepelně postiženy, velikost zlámků od 2 do 7 cm | 13 |
| sběr (výchoz) | bez inv. č. | hornina (ruda?) | jemně zrnité, limonitické pískovce tmavě rezavě hnědé, některé červené barvy; vzorky jsou ploché, vrstevnaté, maximální velikost do 10 cm | 43 |
| sběr (výchoz) | bez inv. č. | hornina (ruda?) | velmi jemně zrnité (prachovité) limonitické horniny tmavě hnědé až černé, místy načervenalé barvy; vzorky mají běžně lakově lesklý povrch, maximální velikost do 4 cm | > 43 |
| sběr (výchoz) | bez inv. č. | hornina (ruda?) | porézní limonit zemitého vzhledu, světle až tmavě rezavě hnědý | 1 |

Tab. 2. Olomouc-Neředín. Makroskopický popis detailněji studovaných vzorků.

Tab. 2. Olomouc-Neředín. Macroscopic description of samples studied in more detail.

hrubé komponenty: keramika – nahodile střední fragmenty; mazanice – četně střední fragmenty; uhlíky – četně malé fragmenty; kov: nahodile střední fragmenty; stratigraficky nad: 295; stratigraficky pod: 297.

Uloženína 297 – druh uloženíny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světle hnědá žlutá; max. síla: 0,38 m; horní hranice: dosti ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 296; stratigraficky pod: 585A.

Objekt 86B (obr. 4: 1, 4–5)

Objekt orientovaný S–J, zahluobený do svahu, se v půdorysu jevil jako nepravidelný kruhový, v řezu vakovitý, dolní hrana objektu byla pozvolná. Stěny měly nepravidelný, konvexní tvar a stupňovité dno objektu bylo rovněž konvexní. Max. délka objektu 4,1 m; max. šířka 3,8 m; max. hloubka 1,2 m (*Tajer 1999*, 14).

Výkop 585B (viz výše popis objektu); stratigraficky nad 292; stratigraficky pod: 100.

Uloženína 195 – druh uloženíny: výplň („druhotně uložená mazanice – destrukce promíchána se značným množstvím strusky a několika zlomky keramiky, mazanice splavena (shozena?) z povrchu po stěně objektu; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: středně hnědá; max. síla: 0,34 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: keramika – nahodile střední fragmenty; mazanice – četně velké fragmenty; kov: četně střední fragmenty; stratigraficky nad: 101; stratigraficky pod: 290.

Uloženína 290 – druh uloženíny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světlá hnědá žlutá; max. síla: 0,22 m; horní hranice: dosti ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 195; stratigraficky pod: 291.

Uloženína 291 – druh uloženíny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: tmavě šedá černá; max. síla: 0,23 m; horní hranice: dosti ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: uhlíky – četně drošky (jinak bez náleží); stratigraficky nad: 290; stratigraficky pod: 292.

Uloženína 292 – druh uloženíny: výplň („splachová vrstva“); ul. zkoumána: celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světlá žlutá hnědá; max. síla: 0,43 m; horní hranice: dosti ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 291; stratigraficky pod: 585B.

Uloženína 298 – druh uloženíny: vrstva (splachová vrstva – nesouvisí s objektem?); ul. zkoumána: část; hutnost: středně ulehlá; barva: tmavě hnědá šedá; max. síla: 0,65 m; horní hranice: rozplzlá; dolní hranice: rozplzlá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); podle plánů /řez/ – stratigraficky nad: 101; stratigraficky pod: 195.

Objekt 86C (obr. 4: 1, 3)

Objekt nepravidelného kruhového půdorysu, orientovaný S–J, byl v řezu popsán jako vakovitý, s přímými stěnami strmého sklonu; dno pak bylo konvexní a stupňovité. Max. délka objektu 3,64 m; max. šířka 3,3 m; max. hloubka 1,36 m (*Tajer 1999*, 14–15).

Výkop 585C (viz výše popis objektu); stratigraficky nad: 306; stratigraficky pod: 100.

Uloženína 294 – druh uloženíny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: tmavá šedá černá; max. síla: 0,62 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: keramika – nahodile střední fragmenty; mazanice – četně drošky; zvířecí kosti – nahodile malé fragmenty; kameny: nahodile střední kameny; uhlíky: nahodile drošky; stratigraficky nad: 101; stratigraficky pod: 100 (podle plánů: stratigraficky pod: 300).

Uloženína 299 – druh uloženíny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: ulehlá; barva: světle hnědá žlutá; max. síla: 0,7 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 294; stratigraficky pod: 585C.

Uloženína 300 – druh uloženíny: výplň (druhotně uložená vrstva mazanice – zasahuje i mimo objekt, bez náleží); ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světle oranžová červená; max. síla: 0,17 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: mazanice – četně velké fragmenty; stratigraficky nad: 294; stratigraficky pod: 301.

Uloženína 301 – druh uloženíny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: tmavá šedá černá; max. síla: 0,42 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 300; stratigraficky pod: 302.

Uloženina 302 – druh uloženiny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světle žlutá hněd; max. síla: 0,15 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 301; stratigraficky pod: 303.

Uloženina 303 – druh uloženiny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: tmavá černá šed; max. síla: 0,17 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 302; stratigraficky pod: 304.

Uloženina 304 – druh uloženiny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světlá hnědá žlut; max. síla: 0,18 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 303; stratigraficky pod: 305.

Uloženina 305 – druh uloženiny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: tmavá šedá čern; max. síla: 0,22 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 304; stratigraficky pod: 306.

Uloženina 306 – druh uloženiny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světlá hnědá žlut; max. síla: 0,25 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: rozplzlá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 305; stratigraficky pod: 585C.

Objekt 86D (obr. 4: 1)

Objekt orientovaný SZ–JV se v půdorysu jevil jako nepravidelný oválný, v řezu vanovitý, dolní i horní hrana objektu byla ostrá. Stěny byly přímé a strmé a zvlněné dno objektu bylo konvexní. Max. délka objektu 2,35 m; max. šířka 2,22 m; max. hloubka 0,35 m (*Tajer 1999*, 15).

Výkop 585D (viz výše popis objektu); stratigraficky nad: 308; stratigraficky pod: 100.

Uloženina 307 – druh uloženiny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světlá černá žlut; max. síla: 0,2 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: –; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: – (bez náleží); stratigraficky nad: 101; stratigraficky pod: 308.

Uloženina 308 – druh uloženiny: výplň („druhotné uložení mazanice do objektu“); ul. zkoumána celá; hutnost: středně ulehlá; barva: světle rezavá červeně (jinde střední hnědá); max. síla: 0,32 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: keramika – nahodile střední fragmenty; mazanice – čteně střední fragmenty; kov – nahodile střední fragmenty; stratigraficky nad: 307; stratigraficky pod: 585D.

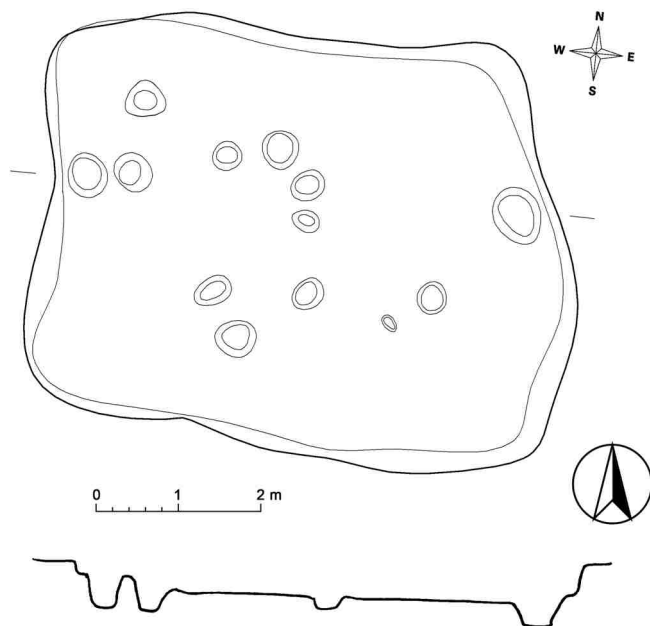
Objekt 331 (obr. 5)

Objekt orientovaný V–Z byl zahlouben ve vrstvě spraše do hloubky 0,45–0,5 m. Na délku měřil 6,5 m, na šířku 5 m a měl pravidelný obdélný půdorys. V řezu se jevil jako vanovitý, s pravidelnými přímými stěnami. Na rovném dně se nacházelo 13 kúlových jamek, jejichž hloubka kolísala od 0,2 do 0,45 m. Dvě největší a zároveň nejhlubší kúlové jámy se nacházely ve středních částech kratších stěn objektu a tvořily patrně podpěry pro konstrukci sedlové střechy. Z objektu pochází velké množství mazanice, která se koncentrovala v severozápadní části objektu (*Šrámek 1999*, 2, 5).

Výkop 1629 – výkop zkoumán: celý; orientace: V–Z; řez: vanovitý; půdorys: pravidelný obdélný; horní hrana: ostrá; dolní hrana: ostrá; stěny: pravidelné přímé; sklon: strmý; dno: rovné; stratigraficky nad: 100; 478; stratigraficky pod: 101.

Uloženina 478 – druh uloženiny: výplň; ul. zkoumána celá; hutnost: ulehlá; barva: hnědá čern; max. síla: 0,45 m; horní hranice: ostrá; dolní hranice: ostrá; jemné komponenty: prachová hlína; hrubé komponenty: zvířecí kosti – čteně velké fragmenty; keramika – čteně velké fragmenty; kameny – mírně střední; mazanice – čteně střední fragmenty; uhlíky – mírně malé fragmenty.

Na základě dochované terénní dokumentace nelze ani jeden z objektů s velkými koncentracemi strusky a tepelně postižených hlín označit jako součást hutnického výrobního objektu. V jejich bezprostřední blízkosti nebyly zjištěny žádné stopy konstrukcí tavicích zařízení. Žádné vrstvy/uloženiny nevykazují podle popisu v terénní dokumentaci stopy působení přímého žáru, na pracovních fotografiích objektů 86 (patrně v 86C: obr. 6: 5 vlevo) je patrná kompaktní oranžově červená výplň (nelze ji však *ex post* bez odpovídající



Obr. 5. Olomouc-Neředín.
Objekt 331.
Fig. 5. Olomouc-Neředín.
Feature 331.

dokumentace prohlásit za tavicí zařízení). V objektu 86B podle dokumentace naléhala na dno ca 200 cm širokého a 60 cm hlubokého výkopu s šikmými stěnami jemná popelovitá výplň 291 s „četnými drobký“ uhlíků; je však nepravděpodobné, že by se jednalo o část zahloubené nístěje (viz obr. 4: 4, 5).

Při výzkumu, během něhož bylo odkryto ve stejném roce několik ploch, došlo k nepřesnostem a nejednoznačnostem v dokumentaci, které nyní interpretaci komplexu objektů 86 ztěžují. K objektu 86 („vrstvě mazanice“ – viz výše) nemáme žádnou kresebnou dokumentaci, a tak můžeme uvažovat o jeho podobě pouze na základě fotografií (obr. 6: 1–4). Spolehneme-li se na popis materiálu na základě čísla objektů (který většinou odpovídá terénnímu popisu situace – např. údaje o velkém množství mazanice ve vrstvě), pochází z vrstvy stratigraficky „nad“ objekty (těžko říci, zda tato vrstva, označená jako objekt 86, překrývala všechny objekty 86A–D) celkem ca 15,81 kg strusek (uloženina 196) a téměř 18 kg mazanice (uloženina 296).

Velké množství strusky (21,17 kg) a mazanice (44,84 kg) pochází z objektu 86B (uloženina 195); pouze 0,768 kg strusky bylo nalezeno v části 86C (zde také nalezeny tři zlomky výdutí, které by snad bylo možné spíše než latenskému období přiřadit době římské; vzhledem k nejasné nálezové situaci není možné spolehlivě určit, jaký vztah má tato keramika ke zbytkům hutnické strusky).¹ Z části 86D nemáme až na jeden zlomek keramické výdutě a jeden kus mazanice materiál, přestože ve formulářové terénní dokumentaci je uvedeno

¹ Jako matoucí se později objevilo v publikaci F. Šrámka (2007, 148) tvrzení o objektu 86 a jeho částech: „ve výplni zasypávaných jam byla kromě keramiky stupně LT B–C nalezena i keramika stupně A, což může ukazovat na starší a dlouhodobější využívání objektu, nebo se jedná o intruzi“. V souborech z objektů 86 (a jeho částí) se žádný materiál z LT B–C nenachází.

v popisu uloženi 308 „výplň odpadní jámy“: „kov [patrně míněna struska – P. G.]: nahodile střední fragmenty; ker.: nahodile střední fragmenty; maz.: čteně střední fragmenty.“

Objekt 331 (*obr. 5*) představuje obdélnou zahloubenou „chatu“ se dvěma nosnými kůly v kratších stranách, ve dně bylo mimo ně, spíše ve středu objektu, nepravidelně rozmístěno dalších 11 mělčích kůlových jam. Z objektu pochází velký, 16,6 kg těžký kus, původně označovaný jako lupa (*Šrámek – Vitula 2000, 147; Šrámek 2007, 146*) – při analýzách však bylo zjištěno, že se jedná o velký konglomerát strusky (srov. *Goláňová – Malý 2009, 4*). Výplň objektu 331 byla vybírána jako jednolitá (uloženina 478 – toto označení nesou strusky i keramika), přestože podle popisu vedoucích výzkumu² (*Šrámek – Vitula 2000*) je zřejmé, že objekt byl ze západní strany částečně zasypaný mazanicí a struskou z patrně destruovaného výrobního objektu. Není však jasné, zda se časně laténská keramika nacházela pod mazanicovo-struskovou destrukcí, tvořila částečně její součást, či se snad vyskytovala až nad touto vrstvou. Je zřejmé, že velké množství strusky a mazanice s objektem 331 přímo funkčně nesouvisí a objekt byl jimi zaplněn až po ukončení své primární funkce.

Ani jeden z výše popsaných objektů patrně nelze označit jako výrobní (a nesloužil tedy k hutnění železa). Evidentní je to u objektu 331, který představuje běžnou zahloubenou „chatu“, kde struska a tepelně postižené hlíny ve výplni představují pouze sekundárně deponovaný odpad z hutnění, které však patrně probíhalo v nevelké vzdálenosti.

Nálezy keramiky a drobných předmětů ze studovaných objektů byly souhrnně vyhodnoceny již dříve (*Goláňová v tisku*): představují nálezy charakteristické pro časně laténské období.³ Zatímco objekt 331 obsahoval široké spektrum časně laténské keramiky (*obr. 9*), nálezy z objektu 86 (a jeho částí) jsou skromné (*obr. 8*) a v případě 86C zahrnovaly pouze 17 zlomků výdutí, z nichž tři mohou náležet době římské. Keramický materiál z objektu 86 je značně fragmentární a v celkovém srovnání byly nalezeny spíše menší fragmenty ve výplni objektů 86, 86A, 86B, které by nasvědčovaly zaplnění objektů již značně fragmentarizovanými střepy (patrně z „kulturní“ vrstvy). Spíše náhodnému spojení nalezeného keramického materiálu s odpadem z hutnické výroby nasvědčuje i malé množství fragmentů – z objektů poměrně velkých rozměrů i hloubek pochází celkem pouze 113 střepů, zatímco ze zemnice 331 s třikrát menším objemem⁴ máme 1023 fragmentů keramiky. Typické fragmenty keramiky z jiných časových období než LT A ve zmiňovaných objektech přítomny nejsou.

Analýza strusek a rud

Metody

Vzorky byly očištěny, reprezentativní kusy prohlédnuty pod binokulární lupou a byla u nich měřena magnetická susceptibilita (ručním kapametrem KT-5). Hmotnost vzorků byla stanovena vážením s přesností na 1 g. Hustota byla měřena pyknometricky (přesnost vážení 0,001 g); uvedené výsledky jsou průměrem

² „Již při skrývce se v Z části objektu objevilo velké množství mazanice a v těchto místech se očekávalo i otopné zařízení nebo pec. Po snížení o ca 30 cm se ukázalo, že jde o destrukci celé mazanicové stěny, která zasahovala až do poloviny objektu ... již při terénních pracích nalezeny zlomky kolkovaného braubašského zboží ... v záspy se nacházelo poměrně velké množství železné strusky a rudy, zajímavý byl i nález železářské lupy o hmotnosti ca 20 kg“ (*Šrámek – Vitula 2000, 147*).

³ Na kruhu vyráběná jemná keramika zdobená kolkováním (mísy, láhve), grafitové hrnce (včetně výzdoby, uspořádané v pásech, typické pro Olomouc-Neředín a širší prostor střední Moravy: *Goláňová v tisku*).

⁴ Objem objektů byl počítán jako ideální – vynásobením délky, šířky a hloubky.



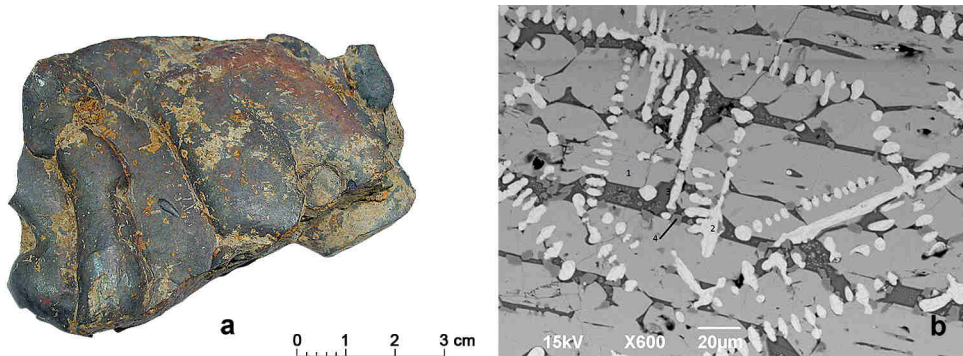
Obr. 6. Olomouc-Neředín. Fotografická dokumentace objektu 86 a jeho částí (1–5) a objektu 331 (6). Foto: Archeologické centrum Olomouc

Fig. 6. Olomouc-Neředín. Photographic documentation of feature 86 and parts thereof (1–5) and feature 331 (6). Photo: Archeologické centrum Olomouc.

z pěti stanovení. Z vybraných vzorků byly dále zhotoveny klasické leštěné výbrusy, které byly zkoumány pod mikroskopem v procházejícím i odraženém světle a fotografovány (obr. 7: 2).

Výzkum elektronovou mikroskopií a EDX analýzy provedl J. Štelcl v Ústavu geologických věd PFF MU Brno na přístroji JEOL JSM-6490LV, EDX analyzátor Oxford Instruments, snímkování ve zpětně odražených elektronech, urychlovací napětí 15 kV, délka načítání ED spektra 60 s.

Fázové složení bylo hodnoceno metodou rentgenové práškové difrakce na difraktometru STOE Stadip, za použití záření $\text{CuK}\alpha$ s germaniovým filtrem; srovnání s databází JCPDS, analýzy provedl V. Vávra v Ústavu geologických věd PFF MU Brno.



Obr. 7. Olomouc-Neředín. Struska: a – plochá struska se stopami tečení (vzorek O2); b – výbrus (vzorek O10), elektronový mikroskop, BSE (1 – fayalit, 2 – wüstit, 3 – sklo, 4 – spinel/hercynit).

Fig. 7. Olomouc-Neředín. Slag: a – flat slag with traces of flow (sample O2), electron microscope, BSE (1 – fayalite, 2 – wüstite, 3 – glass, 4 – spinel-hercynite).

Chemické složení bylo zjišťováno klasickou „silikátovou“ analýzou (H_2O – sušením při $110\text{ }^\circ\text{C}$; $+H_2O$ – Penfieldova metoda; SiO_2 a n.p. – vážkově; Fe_2O_3 – fotometricky; FeO – titračně $K_2Cr_2O_7$; MnO – metodou AAS; CaO – titračně KIII; MgO – titračně KIII; CO_2 – absorpčně; Al_2O_3 – titračně KIII; SO_3 – vážkově; S – gravimetricky jako $BaSO_4$; TiO_2 – fotometricky; K_2O , Na_2O – plamennou fotometrií). Obsah stopových prvků byl stanoven metodou AAS. Analýzy provedl P. Kadlec v Ústavu geologických věd PpF MU Brno.

Materiál, analýzy a měření

Hodnoceno bylo ca 74 kg materiálu z objektů 86, 86A-D, 155, 172, 173, 190, 331, 852, 987 a získaného sběrem přímo v lokalitě (soupis a makroskopický popis vzorků je uveden v *tab. 2*). Jedná se převážně o strusky (ca 400 kusů), v menším množství jsou zastoupeny zlomky železné rudy (ca 45 kusů typu Lahn-Dill a ca 13 kusů limonitické rudy), úlomky hornin a tepelně postižené hlíny.

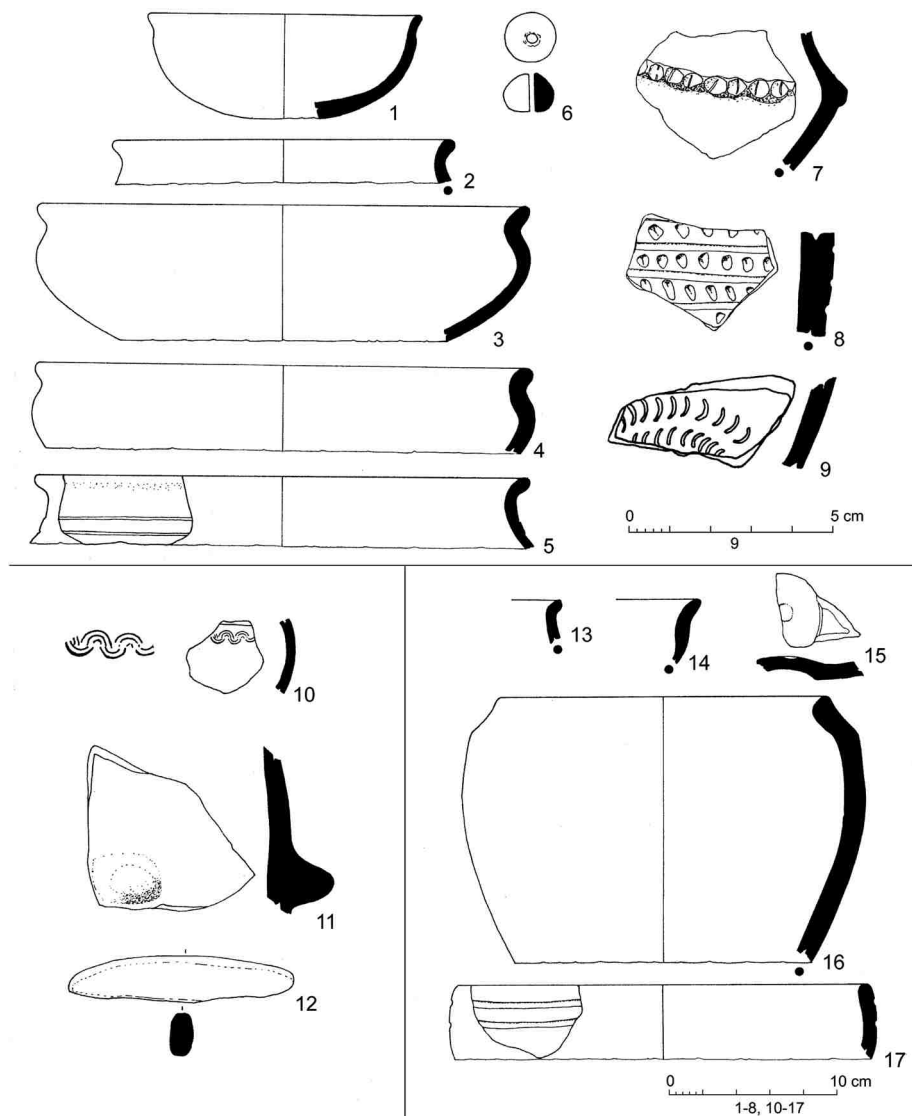
Ze souboru bylo vybráno 14 reprezentativních kusů, které byly podrobněji zkoumány. Vzorky byly přečíslovány⁵, jejich označení vzhledem k archeologickým objektům je uvedeno v *tab. 3*.

Strusky

Strusky lze podle makroskopických vlastností rozdělit do dvou skupin:

- 1) Výrazně převažují strusky, které jsou relativně méně porézní, na povrchu šedé nebo šedočerné s mastným leskem, na lomu černé, často až s kovovým leskem. Spíše výjimečně obsahují uzavřeniny uhlíků nebo zuhelnatělých dřev o velikosti kolem 4 cm.
- 2) Zcela menšinově jsou zastoupeny strusky, které jsou relativně více porézní, obvykle světlejších barev (šedé, šedočerné, hnědočerné), na lomu nejvýše se skelným leskem, povrch je často velmi členitý.

⁵ Část vzorků však bohužel nebyla při zkoumání dostatečně pečlivě sjednocena s identifikačními popisy předmětů (inventární číslo, číslo objektů) a patrně došlo ke smíšení dvou souborů, takže část vzorků nelze spolehlivě přiřadit jedinému kontextu (srov. *tab. 2 a 3*) – číslo akce dovozuje přiřazení více objektům (srov. *Goldánová – Malý 2009*).

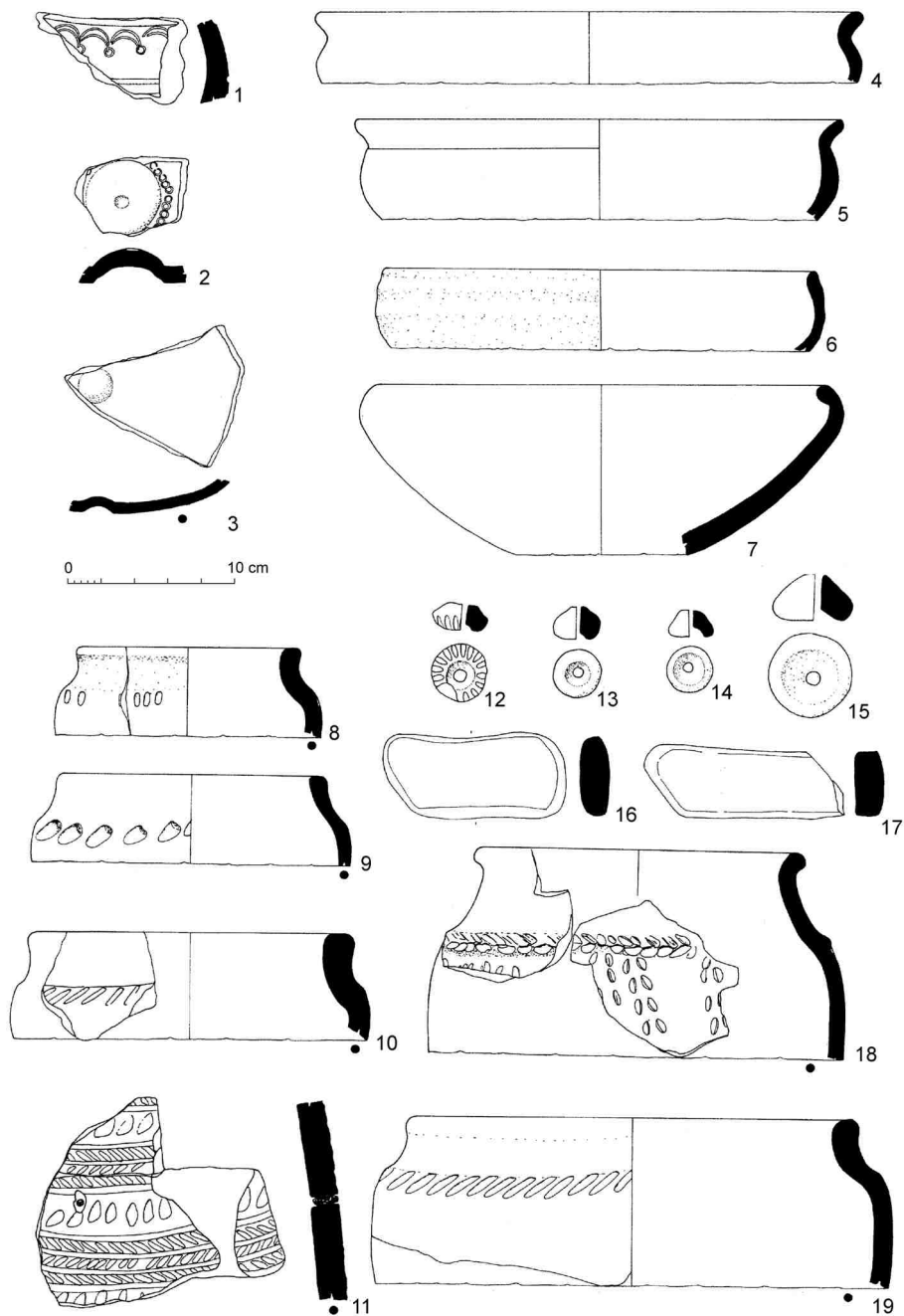


Obr. 8. Olomouc-Neředín. Nálezy z objektů 86 (1–9), 86A (10–12), 86B (13–17). Keramika (1–11 13–17) – příměs grafitu je vyznačena černým bodem pod profilem; kámen (12).

Fig. 8. Olomouc-Neředín. Finds from features 86 (1–9), 86A (10–12), 86B (13–17). Pottery (1–11 13–17) – admixture of graphite is marked with black dot below profile; stone (12).

Oba typy strusek jsou v naprosté většině zlomky nepravidelných tvarů o velikosti od milimetrů po maximálně 30 cm; obvykle však 3–10 cm. U skupiny 1 se občas vyskytují výrazně ploché kusy s texturami dokládajícími jejich tečení a/nebo s hladkým povrchem.

Reprezentativní část strusek byla proměřena kapametrem pro zjištění magnetické susceptibility vzorků. Zjištěné hodnoty silně kolísají; průměrná hodnota je ca 26 jednotek SI,



Obr. 9. Olomouc-Neředín. Výběr nálezů z objektu 331. Keramika (1–15, 18–19) – příměs grafitu je vyznačena černým bodem pod profilem; kámen (16–17).

Fig. 9. Olomouc-Neředín. Selection of finds from feature 331. Pottery (1–15, 18–19) – admixture of graphite is marked with black dot below profile; stone (16–17).

| Č. vzorku | Objekt | Uložení | Výkop | Poznámka |
|-----------|--------------|---------|-------|--------------------------|
| O1 | 331 | 478 | 1629 | ruda (typu Lahn-Dill) |
| O2 | 331 | 478 | 1629 | struska |
| O3 | 331 | 478 | 1629 | struska |
| O4 | 852 nebo 987 | | | struska |
| O5 | 852 nebo 987 | | | ruda (typu Lahn-Dill) |
| O6 | 331 | 478 | 1629 | ruda (železitý pískovec) |
| O7 | 987 | 2361 | 4285 | struska |
| O8 | 331 | 478 | 1629 | struska |
| O9 | 863 | 195 | 858 | ruda |
| O10 | 86 | 196 | 585 | struska |
| O11 | 86 | 196 | 585 | struska |
| O12 | 86 | 196 | 585 | struska |
| O13 | 86 | 196 | 585 | struska |
| O14 | 86B | 195 | 595 | struska |
| O15 | 331 | 478 | 1629 | ruda („bahenní ruda“) |

Tab. 3. Olomouc-Neředín. Soupis analyzovaných vzorků strusek a rud.

Tab. 3. Olomouc-Neředín. List of analysed samples of slag and ores.

| Vzorek | Fázové složení strusek | Měrná hmotnost strusek |
|--------|-------------------------------------|------------------------|
| O2 | fayalit, wüstit, sklo | 4,45 g/cm ³ |
| O3 | fayalit, křemen, sklo, ryzí železo | 3,82 g/cm ³ |
| O4 | fayalit, wüstit, ryzí železo | 2,62 g/cm ³ |
| O7 | fayalit, křemen, sklo, wüstit | 3,60 g/cm ³ |
| O8 | fayalit, sklo, wüstit, magnetit (?) | 3,90 g/cm ³ |
| O10 | fayalit, křemen, spinel | nest. |
| O11 | fayalit, wüstit | nest. |
| O12 | fayalit, minoritně křemen | nest. |
| O13 | fayalit, wüstit, magnetit, křemen | nest. |
| O14 | fayalit, křemen, magnetit | nest. |

Tab. 4. Fázové složení a měrná hmotnost strusek; nest. – nestanoveno.

Tab. 4. Phase composition and density of slag. Nest. – undetermined.

maximální hodnota 157 jednotek SI, minimální hodnota 0,2 jednotek SI, medián 8,7 jednotek SI (údaje pro 65 měření).

U pěti vzorků strusek byla měřena hustota (viz *tab. 4*). Fázové složení vybraných vzorků strusek bylo určeno podle výsledků rentgenových difrakčních analýz, optické mikroskopie v procházejícím a odraženém světle a elektronové mikroskopie.

Převažující fází ve většině zkoumaných vzorků je fayalit: obvykle je automorfní, dlouze lištovitý (běžně v 0,X mm při šířce lištovitých krystalů v 0,0X mm), spíše výjimečně i krátce lištovitý. Podle EDX analýz se jedná buď o čistý fayalit, nebo o fayalit s malým obsahem forsteritové molekuly (obsahy MgO do 0,70 hmot.%). Výjimečně byl ve fayalitu zjištěn fosfor (maximální zjištěný obsah P₂O₅ je 0,78 hmot.%).

| | O2 | O3 | O4 | O7 | O8 | O1 | O5 | O6 | O15 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|-------------------|--------------------------|
| | | | | | | typ Lahn-Dill | typ Lahn-Dill | železitý pískovec | limonit („bahenní ruda“) |
| -H ₂ O | 0,15 | 1,90 | 0,20 | 0,32 | 0,15 | 0,16 | 0,07 | 2,54 | 1,86 |
| +H ₂ O | 0,47 | 4,74 | 0,54 | 0,60 | 0,64 | 0,59 | 0,25 | 6,60 | 6,90 |
| SiO ₂ | 21,87 | 20,48 | 24,86 | 35,46 | 29,91 | 39,03 | 49,46 | 49,67 | 46,35 |
| TiO ₂ | 0,44 | 0,47 | 0,54 | 0,61 | 0,61 | 0,19 | 0,23 | 0,56 | 0,50 |
| Al ₂ O ₃ | 4,02 | 3,38 | 4,58 | 7,86 | 3,36 | 0,68 | 0,44 | 7,17 | 7,59 |
| Fe ₂ O ₃ | 8,37 | 36,27 | 10,07 | 3,89 | 3,39 | 57,92 | 46,10 | 26,09 | 30,6 |
| FeO | 61,27 | 28,91 | 55,42 | 46,23 | 58,78 | 0,16 | 2,99 | 0,52 | 0,35 |
| MnO | 0,12 | 0,21 | 0,07 | 0,16 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,02 |
| CaO | 1,02 | 0,92 | 1,50 | 1,83 | 1,42 | 0,32 | 0,60 | 1,71 | 1,59 |
| MgO | 0,41 | 0,34 | 0,51 | 0,90 | 0,50 | 0,04 | 0,02 | 0,83 | 0,99 |
| K ₂ O | 0,73 | 0,48 | 0,84 | 1,20 | 0,83 | 0,03 | 0,01 | 1,59 | 1,70 |
| Na ₂ O | 0,21 | 0,12 | 0,19 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,77 | 0,78 |
| S | stopy | stopy | stopy | stopy | stopy | stopy | stopy | 0,12 | 0,07 |
| CO ₂ | 0,03 | 0,23 | 0,02 | 0,02 | st | 0,02 | 0,01 | 0,09 | 0,17 |
| P ₂ O ₅ | 1,06 | 1,60 | 0,89 | 0,58 | 0,82 | 0,33 | 0,25 | 1,40 | 1,03 |
| Zn | 44 ppm | 39 ppm | 34 ppm | 20 ppm | 24 ppm | 57 ppm | 38 ppm | 56 ppm | nest. |
| Cu | 0 | 65 ppm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | nest. |
| Pb | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | nest. |
| Co | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | nest. |
| Ni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 ppm | nest. |
| Cr | 62 ppm | 52 ppm | 45 ppm | 96 ppm | 36 ppm | 39 ppm | 26 ppm | 47 ppm | nest. |
| suma | 100,17 | 100,05 | 100,23 | 99,71 | 100,51 | 99,54 | 100,46 | 99,71 | 100,49 |

Tab. 5. Chemické složení strusek a železných rud (hmot.%); nest. – nestanoveno.

Tab. 5. Chemical composition of slag and iron ore (wt.%). Nest. – undetermined; stopy – traces.

Hojně je zastoupen wüstit: vytváří typické kostrovité krystaly. RTG difrakcí zjištěný magnetit může být výsledkem přeměny wüstitu na magnetit nebo (méně pravděpodobně) zbytkem z nevyhnutně rudniny. Wüstit je buď bez obsahu izomorfních příměsí, nebo (výjimečně) obsahuje TiO₂ (do 0,69 hmot.%).

Prostor mezi lištami fayalitu vyplňuje sklo, které je v nábrusech obvykle hnědé (v různých odstínech), někdy až černohnědé. Sklo je i převažující fází v některých partiích zkoumaných vzorků; v těchto případech se jeho barva ve výbrusu běžně mění od čiré až po černou.

Relativně často je zastoupen křemen – tvoří rozpraskaná, často i částečně natavená zrna. V některých vzorcích je časté ryzí železo, nejčastěji v podobě izometrických inkluzí, ale i nepravidelných agregátů o velikosti obvykle do 0,0X mm (i když jsou inkluze početně časté, tvoří zcela minoritní složku strusek). Železo je (v rámci možností EDX analýzy) chemicky čisté.

Pouze v jednom vzorku (O10 – obr. 7b) byly spolehlivě potvrzeny krystaly minerálu ze skupiny spinelu: jsou nejčastěji automorfní, o velikosti v 0,00X mm, ve strusece jsou relativně hojné. Chemickým složením odpovídají podle EDX analýz čistému hercynitu (s kolísajícím obsahem TiO₂ mezi 0,00 až 1,49 hmot.%).

Ve všech vzorcích je dále zastoupen „limonit“ (povlaky na povrchu strusek, výplně porů, trhlin apod.).

Celkové chemické složení strusek bylo stanoveno u pěti vzorků, výsledky shrnuje *tab. 5*. Pro strusky je (s výjimkou jednoho vzorku) typická převaha FeO nad Fe₂O₃, celkový vysoký obsah Fe, vysoký obsah SiO₂, spíše nízké nebo vysloveně nízké obsahy oxifilních prvků (Al, Ca, Mg, K, Na) a mírně zvýšené obsahy P.

Železné rudy

Ve zkoumaných vzorcích z archeologických objektů jsou sice minoritně, ale průběžně zastoupeny i železné rudy. Vyčleněny byly rudy tří typů – tzv. Lahn-Dill, tzv. bahenní rudy a železité pískovce. Z hlediska chemického složení byly analyzovány dva vzorky rudy typu Lahn-Dill, jeden vzorek limonitického pískovce a „bahenní rudy“ – limonitu (viz *tab. 5*).

Nejvíce jsou ve studovaném souboru zastoupeny rudy typu Lahn-Dill.⁶ Velikost úlomků kolísá od milimetrů po ca 10 cm. Zlomky rudniny jsou ostrohranné, některé jsou pravděpodobně tepelně postiženy. Rudní minerály jsou zastoupeny magnetitem a hematitem; jejich vzájemné množství se v různých partiích vzorků i významně liší. Mikroskopicky lze běžně pozorovat martitizaci magnetitu. Z hlušinových minerálů byl zjištěn křemen a pouze v jednom případě blíže neurčený fylosilikát – pravděpodobně některý chlorit. Některé vzorky jsou limonitizovány.

Vzácně jsou mezi rudami zastoupeny úlomky rozpadavého, světle rezavě hnědého limonitu s otisky rostlin. Velmi pravděpodobně se jedná o tzv. bahenní rudy, tzn. limonitické železné rudy, které vznikaly recentně srážením z vod. Tvořeny jsou pouze limonitem a v minoritním množství ostrohrannými zrny křemene.

Železité pískovce představují problematický typ rudniny. Dosud byl zjištěn pouze jeden vzorek makroskopicky velmi podobný předchozímu typu rudy. Mikroskopicky i RTG difrakcí v něm byl jako převládající fáze zjištěn křemen v podobě ostrohranných zrn, které jsou tmeleny limonitem: jedná se o pískovec s železitým tmelem. Shodný typ horniny představují limonitické pískovce získané v lokalitě ve výchozu.

Diskuse k analýzám

Strusky všemi svými vlastnostmi odpovídají struskám po tavbě železné rudy – tomuto závěru odpovídají: 1) textury (nepravidelné tvary, spíše méně porézní s malým obsahem uhlíků), 2) struktury a fázové složení (lišťovitý fayalit převažující nad ostatními fázemi – wüstitem, magnetitem, křemenem, sklem, limonitem, spinelem a ryzím železem), 3) magnetické vlastnosti (jen mírně zvýšená susceptibilita), 4) zvýšená hustota, 5) chemické složení (převaha Fe²⁺ nad Fe³⁺, vysoký obsah Si a zároveň nízký obsah oxifilních prvků).

Jiný typ strusek nebyl rozlišen (např. kovářské strusky). Všechny makroskopicky odlišné strusky lze vysvětlit jako důsledek kontaktu taveniny se stěnou pece nebo jako strusky odpovídající různým fázím tavby a/nebo vzniklé v různých částech pece.

⁶ Takto označujeme submarinně exhalační železné rudy, tvořené obvykle hematitem, někdy Fe-chlority a místy i magnetitem. Často jsou silně kyselé, existují ale i varianty méně kyselých typů rud. Na území ČR se vyskytují ve dvou hlavních oblastech – tzv. vrbenském pruhu (oxidické rudy – např. Medlov, Malá Morávka) a šternbersko-hornobenešovském pruhu (zejm. chloritový typ rud). V Neředíně byly zjištěny oxidické (kyselé) rudy typu Lahn-Dill.

Není možné vyjádřit se k detailům hutnění; lze pouze konstatovat, že do vsázky nebyly přidávány struskotvorné přísady (např. vápenec), což je u takto starých taveb obvyklé. Zajímavostí jsou ploché vzorky strusek se stopami tečení: tyto znaky navádějí ke konstatování, že byla použita tavba s odpichem tekuté strusky – použité pece tedy nemohly náležet k typu se zahloubenou nístějí (které odpich strusky neumožňují). Vysoké zbytkové obsahy železa ve struskách nejsou překvapující; strusky byly velmi pravděpodobně znovu taveny.

Unikátem jsou nalezené železné rudy. Nalezené vzorky nejsou natolik texturně, strukturně, mineralogicky ani chemicky specifické, aby umožňovaly smysluplnou diskusi jejich provenience. Je však zřejmé, že staří hutníci byli schopni najít, těžít a tavit zcela odlišné typy rud.

S určitou generalizací lze obecně říci, že rudy typu Lahn-Dill jsou obtížněji získatelné i hůře tavitelné, musely být transportovány na relativně velkou vzdálenost, zásoby v „ložiskách“ však byly velké a rudy jsou vysoce kovnaté. Rudy tohoto typu jsou v širším okolí Olomouce poměrně hojně zastoupeny (nejbližší lokality jsou 20–25 km severozápadně od Olomouce; analogické zjištěnému typu rud jsou např. hematit-magnetitové rudy na Uničovsku). V minulosti byly rudy tohoto typu opakovaně předmětem intenzivního průzkumu a těžby (pro raný středověk srov. *Hlubek – Šlészar 2014*); byly těženy ještě ve druhé polovině 20. století. Je známa i řada výchozů tohoto typu rud, stará těžba proto mohla probíhat technicky jednoduše i v povrchových „lomech“ nebo mohla mít charakter sběru.

Limonitické železné rudy jsou snáze těžitelné i hutnitelné. Bahenní železné rudy jsou dostupné nejspíše a mohly být získávány i z malé vzdálenosti od lokality; jejich množství však muselo být relativně malé.

Železité pískovce (resp. limonitem slabě zpevněné písky) se pravděpodobně vyskytovaly přímo v lokalitě, získávány mohly být i povrchově z výchozů. Obsah železa v nich je však relativně nízký vzhledem k obsahu SiO_2 , byly tedy obtížněji hutnitelné. Je však zároveň pravděpodobné, že všechny nalezené typy rud byly před tavbou tříděny a vzorky nalezené v lokalitě ve skutečnosti představují odhozenou nekvalitní rudu – odpad.

V Olomouci a jeho okolí je známo několik dalších lokalit, odkud byla někdy prokazatelně, jindy pouze hypoteticky získávána železná ruda (mimo Fe zrudnění typu Lahn-Dill). Je to např. lokalita Droždín (na Kopečku), kde byla zřejmě v malém množství těžena zvětřalinová Fe ruda. Drobná kutišť mohla být v prostoru Mariánské Údolí – Hlubočky; pravděpodobně se jednalo o akumulace limonitických rud na křemen-ankerit-dolomitových žilách. Obdobný typ mineralizace se předpokládá v oblasti od Olomouce směrem k JZ. Málo významná těžba probíhala údajně i u Plumlova (vše dle P. Novotného, ústní sdělení).

Chemické složení strusek je podstatným způsobem ovlivněno jak složením hutněné rudy, tak množstvím a typem dalších ingrediencí vsázky. V našem případě můžeme předpokládat podstatný přísun řady prvků (zejm. Ca, K, P, Mg) z dřevěného popela. Budeme-li předpokládat množství hutněné rudy v jedné vsázce v prvních desítkách kilogramů, ukazují orientační propočty, že zkoumané strusky vznikly nejspíše při hutnění Fe rud typu Lahn-Dill: rozdíl v obsazích Ca, K, P, Mg jsou kvantitativně vysvětlitelné právě vnosem těchto prvků do systému z dřevěného popela. Obsahy ostatních prvků ve struskách buď ukazují přímo na využití rud typu Lahn-Dill (např. obsah Na), nebo obsahy těchto prvků nelze pro rozlišení hutněných rud využít (tj. obsahy těchto prvků jsou v nalezených typech rud obdobné).

Významný vliv na chemické složení strusek může mít i reakce silikátové struskové taveniny se stěnami pece. Předpokládáme-li, že vnitřek pece byl tvořen z podstatné části

jílovými minerály (jak stěny pece, tak její omaz), lze tím bez obtíží vysvětlit zvýšené množství Al a Ti ve strusce (v porovnání s předpokládanou rudou typu Lahn-Dill jako zdrojovou rudou).

Interpretace lokality

Výrobní areály identifikují u hutnické výroby obecně stabilní výrobní zařízení (pece), vytěžená surovina (surové železo, železná ruda) a výrobní odpad (struska: srov. *Venclová 2001*, 5). V Neředíně byly nalezeny společně s časně laténskou keramikou doklady hutnické výroby ve formě odpadu (strusky, příp. výmazů z pecí) a surovin (ruda). Dosud nebyla identifikována výrobní zařízení. Výskyt rud a hutnické strusky v rámci obytných areálů však ukazuje na to, že hutnická výroba probíhala na sídlišťích, i když není doložena nálezy pecí (viz *Salač 1999*, 104). Pro pozdně halštatské a časně laténské období nemáme ve středoevropském prostoru dosud spolehlivé doklady hutnických výrobních zařízení. Např. v Čakově byla hutnická struska pravděpodobně halštatského stáří roztroušena v sídlištní vrstvě a ve výplni zahloubených objektů (*Chvojka – Chrastová – Malý 2014*, 140), analogická situace byla zjištěna např. ve Svatém Janu pod Skalou (*Venclová 1982*), kde se rovněž nalézaly vrstvy strusky smíšené s mazanicí a uhlíky spolu s časně laténskou keramikou, bez přítomnosti výrobních zařízení.

Ploché vzorky strusek se stopami tečení, zastoupené v Neředíně v obou největších souborech strusek z objektů 86 a 331 (*obr. 7a*), nasvědčují využití hutnického zařízení s výpusť tekuté strusky. Takový typ hutnických výrobních zařízení z Ha D-LT A (s kupolovitou pecí) byl odkryt v lokalitě Neuenbürg-Waldrennach v severní části pohoří Schwarzwald (*Gassmann – Rösch – Wieland 2006*).

V Neředíně se podařilo nalézt kromě strusek i železnou rudu (k definici *Pleiner 1958*, 47). Jedná se o tři typy rud: Lahn-Dill, limonit a železité pískovce. Rudy typu Lahn-Dill, tvořené hematitem, magnetitem, limonitem a křemenem, byly zjištěny ve výplni objektů 86A (3 ks), 86C (1 ks), 173 (1 ks), 190 (1 ks), 331 (19 ks) a 852/987 (13 ks) a 1610 (2 ks). Některé kusy rud typu Lahn-Dill z Neředína nesou stopy tepelného postižení – snad tedy byly před vsázkou do hutnické pece praženy, což zvláště u hematitů usnadňuje následně jejich drcení (*Pleiner 2000*, 108); limonity a železité pískovce (viz níže) patrně pro svou snadnější tavitelnost praženy být nemusely (ostatně mohlo stačit i jen skladování zásob rudy po delší čas na volném vzduchu: *Pleiner 1958*, 64).

Jako rudu typu Lahn-Dill označil *R. Pleiner*⁷ (*2000*, 32) rovněž kusy rudy nalezené v lokalitě Králová (ca 25 km na SZ od Neředína) už v roce 1930, údajně v kontextu halštatského zahloubeného objektu. Otázka způsobu hutnění železa v době halštatské na Moravě a eventuální pokračování technologie výroby v době laténské je vzhledem k absenci jakýchkoliv průkazných dokladů hutnění zatím nezodpověditelná.

V Neředíně nalezená ruda typu Lahn-Dill pochází minimálně ze vzdálenosti 20 km, což je v rozporu s obecným předpokladem, že hutnické dílny byly zakládány vždy v blízkosti zdrojů železných rud a dřeva, aby odpadly problémy s transportem těžkých surovin

⁷ V roce 1958 označil *R. Pleiner* nálezy ze stejné lokality jako krevel, v roce 1984 jako „výborný krevel šternbersko-rýmařovského typu“ (*Pleiner 1984*, 15; nálezy nelze revidovat).

(Venclová 2001, 10; Venclová et al. 2008, 263). V lokalitě Sajópetri – Hosszú-dűlő s doklady hutnění se nepodařilo nalézt zdroje rudy a uvažuje se (kromě sbírání limonitů v okolí říčního toku) o transportu vhodné suroviny z 20 km vzdálených zdrojů severně od Miskolce (Czajlik – Molnár 2007, 269). Používání rud z lokálních zdrojů a rud přinášených ze vzdálenosti ca 20 km bylo prokázáno také v jiných protohistorických lokalitách (např. Oulches; Dieudonné-Glad 2000, 75).

V Neředíně byly v menším množství v zásypu objektů zjištěny i železité pískovce (limonitické pískovce a velmi jemně zrnité limonitické horniny) a limonit. Železité pískovce mohly být získávány přímo v lokalitě, podle sdělení F. Šrámka kolem jakéhosi periodického pramene. Zatím však nelze určit, zda byla místní ruda skutečně tavena, či zda se podílela jen částečně na vsázce z kvalitnějších dovážených surovin. Je možné, že při hutnění byly využívány do vsázky různé typy rud a jejich vzájemným poměrem se upravovaly podmínky a průběh tavby.

Pro úspěšnou tavbu bylo zapotřebí rudy s vysokým obsahem (aspoň 45 %) Fe_2O_3 (Pleiner 1998, 308), přičemž tuto podmínku splňovaly analyzované rudy typu Lahn-Dill z Neředína. Železitý pískovec měl podle měření vzorku 26,09 % Fe_2O_3 , a je tedy otázka, zda nemohl být směřován v jedné vsázce s jiným typem rud, neboť mísení určitých rudních druhů mělo být využíváno namísto struskotvorných přísad (srov. Pleiner 1958, 69). Ruda s nízkým zastoupením železa však mohla představovat i vyříděné nekvalitní kusy, které nebyly pro tavbu používány.

Není vyloučeno, že přítomnost rudy mohla sehrát roli při zakládání osady v době laténské (srov. Venclová 2001, 10), i když názory na využití rud s nízkým obsahem železa v tomto období se rozcházejí. Podle M. Malkovského (2001, 125) neměly železité pískovce v regionu Loděnice nikdy pro malé množství a nízký obsah železa do 10 % význam železné rudy, avšak archeologické doklady svědčí o znalosti železinců a o práci (experimentech?) s nimi v hutnických lokalitách ve středních Čechách: 94 % hutnických lokalit v regionu Loděnice se nacházelo ve vzdálenosti do 700 m od výchozu těchto pískovců (Mšecké Žehrovice I – v pražici jámě a dalším výrobním objektu, Mšec I, Mšec III, Mšecké Žehrovice II, Honice I; Venclová 2001, 127; Pleiner 1998, 307).

Kromě samotné tavby zahrnuje obecně hutnické zpracování i fázi přípravy rudy (obohacování) – drcení, pražení, třídění atd. (srov. Pleiner 1958, 62–64; Fluzin – Ploquin – Serneels 2000, fig. 38). Těto fáze by mohly odpovídat stopy žáru na rudách a některé drobné ostrohranné úlomky. Z fáze zpracování lupy po tavbě by snad mohl pocházet konglomerát strusky, nalezený v objektu 331. N. Venclová (2001, 37) označuje tyto velké, nápadně nehomogenní struskové slitky jako konglomeráty vzniklé stavením jednotlivých hrud hutnické strusky při práci ve vyhřívací výhni; stejně byly nalezeny v lokalitách Mšec I, Mšecké Žehrovice I (Venclová 2001, 136–137). Dohledání dalších struktur souvisejících s hutnickými aktivitami v Neředíně s pomocí geofyzikálních prospekcí znemožňuje v současnosti charakter zástavby.

Zajímavé je, že v Neředíně nebyly doposud identifikovány v časně laténských objektech stopy po kovářské výrobě, což může samozřejmě na prvním místě odrážet stav výzkumu. Zdá se tedy, že hutnická činnost byla oddělena od kovářské a vytavené železo nebylo přímo na místě zpracovááno do finálních výrobků, ale v nějaké formě (lupa?, hřívna/ingot?: Venclová 2001, 122) bylo přemístěno do jiného areálu, který se – pokud se nacházel v rámci sídliště v Neředíně – zatím nepodařilo identifikovat.

Areál hutnické výroby byl umístěn v Neředíně na okraji obytného areálu, stejně jako v časně latéské v Radovesicích (Waldhauser *et al.* 1993, 331) a v lokalitách na Loďnicku (Venclová 2001, 7). Ve výběru místa pro hutnická zařízení hrála roli i příhodná cirkulace vzduchu, podporující tepelné procesy v peci (Venclová 2001, 130). V Neředíně se objekty s koncentracemi strusek nacházely na mírném svahu. Voda, nezbytná k polévání vypražené rudy, k mísení hlíny na výmaz a šachtu hutnické pece, mohla být získávána z dnes již neexistující vodoteče, která procházela středem sídliště (*obr. 1b, 2*).

V Neředíně bylo v časně latéských kontextech získáno ca 470 ks strusky o hmotnosti ca 82 kg, což by podle R. Pleinera odpovídalo (v závislosti na úspěšnosti tavby) 15–25 kg získaného železa (lupy), přičemž přibližně polovinu je třeba odečíst jako odpad při vykovávání a vyhřívání (Pleiner 1998, 310). Čistého kovu použitého na výrobu artefaktů by z uvedeného množství strusek mohlo tedy být získáno ca 7–12 kg, což by odpovídalo průměrně deseti tavbám, neboť z jedné tavby mohlo být získáno ca 1 kg čistého železa (Venclová *et al.* 2008, 264). Nevíme, zda tavby železa na sídlišti probíhaly po několik sezón, či zda je ca 70 kg strusek, nalezených v objektech 86 a 331, výsledkem série (?) taveb v jediném období. Jen obtížně lze odhadnout množství rudy, které bylo nutné pro výrobu předpokládaného množství železa, neboť není jednoznačně zřejmý druh používaných rud v jednotlivých vsázkách. Odhadem bylo třeba 150–250 kg rudy při předpokládaném poměru rudy k železné lupě 10 : 1 (srov. Venclová 2001, 127–129).

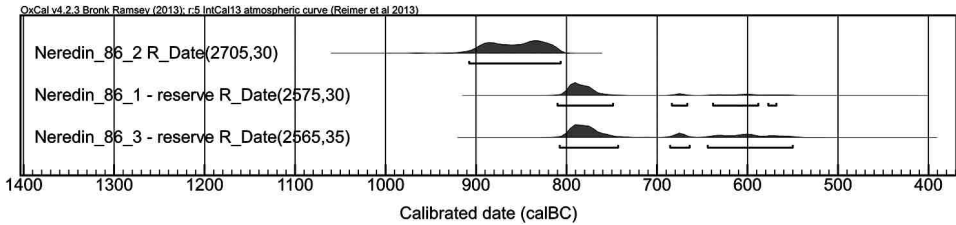
Pokud budeme v případě Neředína počítat spíše s dolní hranicí hmotnosti získaného železa (přibližně 7,5 kg), odpovídalo by množství získaného železa přibližně množství potřebného pro jednu (modelovou) vesnickou komunitu v rámci pěti let, eventuálně domácí výrobu pro čtyři rodiny (srov. Venclová *et al.* 2008, 264, tab. 48). Pokud bychom provedli ideální součet hmotností předmětů⁸ z depotu 1/1987 z Ježkovic-Černova (Čížmář 1990, 200 – hmotnost předmětů ani depotu se neuvádí) podle publikovaných odhadů, pak by bylo možné použít železo vyrobené v Neředíně pro zhotovení dvou depotů Ježkovic-Černov 1/1987 o hmotnosti 3,67 kg.

Množství železa potenciálně získaného v Neředíně odpovídá produkci v malém měřítku, pokrývající zřejmě lokální potřebu.

Datace stop hutnické výroby: k otázce „old wood effect“

Koncentrace strusek v objektech 86 (a jeho částí) a 331 se nacházela vždy společně s průkazně časně latéskými nálezy (převážně keramikou). V objektu 86C s malým množstvím strusky (viz níže) se však vyskytly i tři zlomky výdutí, které by snad bylo možné zařadit do doby římské. Vzhledem k přítomnosti osídlení z doby halštatské, dlouhého úseku doby latéské (LT A, LT B-C, LT D) a několika úseků doby římské (2. a 4.–5. století po Kr.) v lokalitě však nebylo bez použití dalších datovacích metod stopy hutnické výroby možné jednoznačně přisoudit jednomu období. U takového typu lokalit nelze ani vyloučit, že hutnictví probíhalo v době, ze které nám materiál v místě nálezů strusky zatím schází. Tento případ byl zjištěn u shořelé sýpky z Olomouce-Řepčína, radiokarbonově opakovaně dato-

⁸ Pro sídlo je počítána hmotnost 60 g, pro drobné předměty (pinzeta, zlomek tuleje, Fe-kroužek, a kruhový terčík) 50 g; skoby à 100 g.



Obr. 10. Výsledky radiokarbonového datování uhlíků ze strusek z objektu 86.

Fig. 10. Results of radiocarbon dating of charcoal from slag found in feature 86.

vané do 4.–3. století př. Kr., přičemž na celé ploše (5 ha) nebyly výzkumem zachyceny žádné jiné stopy laténského osídlení a z výplně objektu pocházela pouze keramika ze střední doby bronzové (Peška 2011, 197–201).

K získání externí evidence byla odebrána série vzorků pro radiokarbonové datování z objektů 331 (celkem 5 vzorků) a 86 (celkem 3 vzorky). Pět vzorků z objektu 331, odeslaných do laboratoře v Poznani (Poznan Radiocarbon Laboratory), se nepodařilo datovat, neboť neobsahovaly dostatečné množství uhlíku. Analyzovány pomocí AMS naopak byly všechny zaslání vzorky z objektu 86 (Neredin_86_1; Neredin_86_2; Neredin_86_3), přičemž u vzorku Neredin_86_2 bylo rovněž konstatováno menší zastoupení uhlíku.

Všechna získaná data (tab. 6; obr. 10) leží časově mimo rozsah doby laténské a římské a odpovídají spíše počátku doby halštatské.⁹ Radiokarbonových dat pro dobu železnou není obecně ve střední Evropě mnoho (srov. Venclová ed. 2008a, 29; 2008b, 21; 2013, 32), jsou často chápány jako problematické (Neustupný 1993) a část z nich leží mimo časové určení doprovodných nálezů, vždy však v podobném časovém rozpětí.¹⁰

Výsledky radiokarbonového datování, které jsou významně starší než předpokládané stáří celku určené na základě typologie artefaktů, bývá zdůvodňováno jako „old wood effect“¹¹ (kvůli většímu organickému stáří stromu se může při radiokarbonovém datování získané datum jevit jako podstatně starší než doba pokácení stromu). Podle R. B. Warnera je nutné ke všem vzorkům, u nichž není prokázána krátká existence (jako tráva, semena, kosti, listy nebo větvičky stromů), přistupovat jako k „long-life samples“ a počítat s jejich možným menším stářím („The old-wood effect is not an isolated possibility but is, rather, significant probability“: Warner 1990, 162).

Ve výjimečných případech lze výsledky radiokarbonového datování zpřesnit pomocí dendrochronologie: např. dřevo z konstrukce nádrží na předhradí opevněného areálu na

⁹ Jelikož u vzorku Neredin_86_2 bylo zjištěno menší množství uhlíku, než je standard pro datování AMS, vychází následující úvahy z výsledků datování dvou dalších vzorků.

¹⁰ Např. Kněžves u Prahy (lidské kosti; DAI Berlin, ¹⁴C Labor): 2550±36 (Smejtek 2011, 319–321); Černouček (uhlíky; Beta Analytics, Miami): 2610±60 BP/2590±60 BP (Brnič – Sankot 2005, 62); jiná data však odpovídají předpokládanému datování: Tuněchody 2453±35 BP (objekt 41/03), 2455±30BP (objekt 33/03) – Tichý – Thér – Papineschi 2006, 59; Chržín (Chytráček 2007, 493) 2380±30 BP (objekt 16); Uhy (lidské kosti; Oxford Radiocarbon Accelerator Unit) 2453±36 až 2545±36 BP – s vyloučením nejvyšší a nejnižší hodnoty z pohřebiště (Sofaer – Turek 2004, tab. 5.2; 5.3).

¹¹ Zatímco v případě uhlíků z Černoučku lze teoreticky přisoudit výsledek datování tomuto jevu (viz pozn. 9), není to možné u kostí z hrobu z Kněževsi.

| Označení vzorku | ¹⁴ C datum BP | Kalibrace | | Poznámka |
|---------------------------------------|--------------------------|---|---|----------|
| | | 68,2% pravděpodobnost (1 sigma) | 95,4% pravděpodobnost (2 sigma) | |
| Neredin_86_2 (Poz-85573) | 2705 ± 30 BP | 895BC (27.0%) 866BC 856BC (41.2%) 817BC | 908BC (95.4%) 807BC | 0.6 mgC |
| Neredin_86_1 – reserve (Poz-85742) | 2575 ± 30 BP | 801BC (68.2%) 770BC | 811BC (82.7%) 749BC 684BC (4.1%) 667BC 639BC (7.8%) 589BC 578BC (0.9%) 569BC | |
| Neredin_86_3 – reserve (Poz-85743) | 2565 ± 35 BP | 803BC (58.9%) 755BC 680BC (4.7%) 671BC 606BC (4.6%) 596BC | 808BC (62.5%) 744BC 686BC (8.0%) 665BC 645BC (24.9%) 551BC | |

Tab. 6. Výsledky radiokarbonového datování (AMS) vzorků uhlíků získaných ze strusek z objektu 86.
Tab. 6. Results of radiocarbon dating (AMS) of charcoal samples obtained from slag found in feature 86.

Vladaři v západních Čechách radiokarbonově datováno mezi léta 800–400 BC (*Chytráček et al. 2012*, 304), přičemž pomocí dendrochronologie byla upřesněna doba kácení stromů pro stavbu nádrže mezi léta 475–451 BC. Pro objekty, ve kterých se nezachovalo dřevo použitelné pro dendrochronologické datování, je ideální srovnat výsledky radiokarbonových analýz uhlíků s daty získanými ze zbytků krátkodobě rostoucích rostlin, např. obilovin. Výsledky se v některých případech mohou systematicky podstatně lišit, jak ukazuje srovnávací studie dvojic uhlíků břízy a obilky ječmene z nejstarších stratigrafických kontextů na Islandu, kde rozdíl činil přibližně 100 let (*Sveinbjörnsdóttir – Heinemeier – Gudmundsson 2004*). Bohužel je takové srovnání jen stěží využitelné při datování strusek, jejichž depoziční historie mohla být odlišná od nekompaktní části výplně objektů.

Pro datování hutnické výroby v Neředíně s využitím radiokarbonových dat přichází v úvahu několik možností:

1. Radiokarbonová data z Poznaně jsou zatížena chybou neznámého původu a nelze s nimi dále pracovat; otázka datování hutnické výroby by tak byla nadále zcela otevřená, včetně možnosti, že hutnění železa probíhalo v době římské.
2. Radiokarbonová data jsou správná a odrážejí dobu hutnění v lokalitě – produkce probíhala v době halštatské (8.–6. století př. Kr.).
3. Radiokarbonová data jsou správná a odráží se v nich stáří dřeva použitého pro hutnickou výrobu; hutnění probíhalo v pozdní době halštatské či v časně době laténské (6.–5. století př. Kr.).

Vzhledem k tomu, že se téměř shodují data ze dvou vzorků, je málo pravděpodobné, že by byla generována dvakrát stejná chyba. Data proto považujeme za validní s tím, že datování hutnické výroby z objektu 86 do doby římské je vysoce nepravděpodobné. Datování stop hutnické výroby do počátku doby halštatské se zdá rovněž málo pravděpodobné, i když vyloučit jej nelze, neboť v lokalitě je halštatská komponenta rovněž zastoupena a dosud nebyla vyhodnocena. Obecně je stop hutnické výroby ze zaalpské Evropy v době halštatské málo a pro 8.–7. století př. Kr. zatím spolehlivé doklady chybějí úplně (*Venclová et al. 2008*, 281–282; *Pleiner 2000*, 36–39, 58–60; *Berranger 2014*, 18–19, fig. 1). Pravděpodobnější je datování do 6. století př. Kr. (do pozdní doby halštatské), kam ostatně zasahuje i interval

radiokarbonových dat (*obr. 10*); náleзовý kontext (keramické fragmenty z výplní objektů) ukazuje spíše do 5. století př. Kr. (časné doby laténské). K datování hutnické výroby do pozdní doby halštatské či časné doby laténské se přikláníme, i když má řadu úskalí.

Pokud bychom počítali s výsledkem radiokarbonového měření s nejistotou 2 sigma s nejvyšší pravděpodobností, bylo by pro hutnění v Neředíně použito dřevo z 1. poloviny 8. století př. Kr., tedy minimálně 200 let staré stromy. V případě Neředína nebyly provedeny antrakologické analýzy zachovaných uhlíků, takže není zřejmé, jaké dřevo bylo používáno pro hutnění (resp. pro výrobu dřevěného uhlí). V blízkém okolí Neředína však v údolí řeky Moravy pravděpodobně nemůžeme v 6.–5. století př. Kr. počítat s existencí lesa či většího počtu stromů vysokého stáří (více než 150 let)¹², neboť celá oblast byla intenzivně osídlena po celou mladší a pozdní dobu bronzovou i později; odlesňování je patrné i v pylových spektrech (*Vránová 2013*, 13). Palivo pro provoz hutnické pece – velmi pravděpodobně v podobě dřevěného uhlí – by tak muselo být dováženo z prostoru Dražanské vrchoviny (ze vzdálenosti 15–20 km), kde snad mohl na některých místech přetrvávat původní prales. Pro výrobu předpokládaných ca 10 kg železa by bylo třeba 100–150 kg dřevěného uhlí z 570–850 kg dřeva (*Dreslerová 2008*, 275; srov. *Pleiner 2000*, 127). Transport dřevěného uhlí v době laténské je považován za opodstatněný (*Dreslerová 2008*, 274, 276), je však stěží prokazatelný. Pro hutnění železa lze přitom využít prakticky všechny druhy dřeva (*Pleiner 2000*, 116–118), včetně dřeva z mladých porostů a některých keřů. Pokud probíhala výroba železa ve větším měřítku, považuje R. Pleiner za výhodnější umístění hutnické produkce v blízkosti zdrojů paliva než rud (*Pleiner 2000*, 118). Produkci železa v Neředíně můžeme podle současných poznatků stěží považovat za masovou, je však udivující, že by byly obě podstatné suroviny na výrobu železa (ruda i dřevěné uhlí) transportovány na vzdálenost 20–30 km.

Pokud bychom počítali s výsledkem radiokarbonového měření s nejistotou 2 sigma s nižší pravděpodobností, bylo by pro hutnění v Neředíně použito dřevo rostoucí někdy v 1. třetině 6. století př. Kr., což by odpovídalo pozdně halštatskému využití mladších dřevin či používání průměrně vzrostlých stromů v časné době laténské.¹³

Závěr

Nálezy strusek, rud a přepálených, částečně zesklivatělých výmazů z Olomouce-Neředína představují nejstarší doložené stopy hutnění na Moravě. Ani v jednom případě se ale nepodařilo spojit jejich výskyt s výrobním zařízením – odpad z hutnické výroby patrně tvořil sekundární zásep v objektech. Přestože výrobní zařízení v lokalitě identifikováno nebylo, tvar některých strusek naznačuje, že se mohlo jednat o typ pece s vypouštěním strusky.

Hutněna byla asi především ruda typu Lahn-Dill, která musela být transportována ze vzdálenosti 20–25 km. Zatím se nepodařilo detekovat kovářskou výrobu, což může pouze odrážet stav poznání. Přikláníme se k datování strusky do pozdně halštatského či časné

¹² Představu o stáří stromů využívaných v 5. století př. Kr. nám poskytuje dendrochronologická studie dřevěných částí hrobu 352 z Dürrnbergu u Halleinu, kde byly zjištěny i části stromu datované do roku 752 př. Kr.; dřevěná konstrukce byla postavena po roce 464 př. Kr. (*Sormaz – Stöllner 2005*, Abb. 4).

¹³ U dubu a buku se počítá s průměrným věkem 90–100 let, u borovice 80 let (*Dreslerová 2008*, 274).

laténského období, i když data získaná pomocí radiokarbonové metody ukazují na dataci zuhelnatělého dřeva do doby halštatské. V tom případě by ovšem bylo nutné zvažovat kromě transportu rudy i zásobování produkčního místa dřevěným uhlím.

Na Moravě nelze pro pozdní dobu halštatskou a časnou dobu laténskou počítat s velkým objemem výroby, jejíž produkt by byl předmětem nadregionální distribuce (srov. *Dreslerová – Venclová 2007*, 347). Výroba železa v Ha D a LT A mohla probíhat v malém rozsahu i na „běžných“ agrárních sídlištích z místních méně kvalitních surovin, příp. ze surovin přinášejících. Přestože chybějí doklady výrobních zařízení, musela být v 6.–5. století př. Kr. technologie výroby železa již zvládnuta a železo tvořilo pevnou součást v komplexním systému společenských hodnot – jistě není náhodné, že v pozdní době halštatské a časné době laténské se objevují první depoty železných předmětů (srov. *Garrow – Gosden 2012*, 16–17). Produkce železa ve větším měřítku v pozdějších úsecích doby laténské (která např. zásobovala oppida) snad opravdu probíhala přímo u zdrojů kvalitních surovin, dosud však nebyla na Moravě identifikována.

Práce vznikla s podporou interního grantu FF MU MUNI/21/GOL/2016. Za možnost vyhodnotit nálezy z výzkumu v Neředíně vděčíme Jaroslavu Peškovi. Za pomoc se zpracováním elektronické dokumentace lokality děkujeme Tomáši Tencerovi.

Prameny a literatura

- Beran, V. 2011:* Analýza železných předmětů ze starší a mladší doby římské z nálezových celků z Hradiska (Burgstall) u Mušova a jeho okolí. Ms. diplomové práce, ÚAM FF MU Brno.
- Berranger, M. 2014:* Le fer, entre matière première et moyen d'échange, en France, du VII^e au I^{er} siècle avant J.-C. Approches interdisciplinaires. Dijon: Éditions Universitaires de Dijon.
- Bláha, J. 1978:* Mladořímské sídliště v Olomouci – Neředíně (okr. Olomouc). Přehled výzkumů 1976, 51.
- Brič, Ž. – Sankot, P. 2005:* Časně laténský pohřební areál s „enclos quadrangulaire“ v Černoúčku, okr. Lito-měřice. Památky archeologické 96, 31–70.
- Czajlik, Z. – Molnár, F. 2007:* Sidérurgie. In: M. Szabó dir., L'habitat de l'époque de La Tène à Sajópetri Hosszú-dűlő, Budapest: L'Harmattan – Institut archéologique de l'Université Eötvös Loránd (ELTE), 263–270.
- Čižmář, M. 1990:* Časně laténské nálezy z hradiska „Černov“, obec Ježkovice, okres Vyškov. In: V. Nekuda ed., Pravěké a slovanské osídlení Moravy. Sborník k 80. narozeninám Josefa Poulíka, Brno: Muzejní a vlastivědná společnost – Archeologický ústav ČSAV, 196–204.
- Čižmář, M. 2003:* Laténské sídliště v Bořitově. Pravěk – Supplementum 10. Brno: Ústav archeologické památkové péče.
- Dieudonné-Glad, N. 2000:* L'atelier sidérurgique gallo-romain du Latté à Oulches (Indre). Gallia 57, 63–75.
- Dreslerová, D. 2008:* Ekonomický potenciál regionu Říčanska z hlediska pravěkého hutnictví. In: N. Venclová et al., Hutnický region Říčansko, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 266–279.
- Dreslerová, D. – Venclová, N. 2007:* Železná výbava vesnické komunity (nejen) v době laténské. Archeologické výzkumy v jižních Čechách 20, 347–355.
- Fluzin, P. – Ploquin, A. – Serneels, Y. 2000:* Archéométrie des déchets de production sidérurgique. Moyens et méthodes d'identification des différents éléments de la chaîne opératoire directe. Gallia 57, 101–121.
- Garrow, D. – Gosden, Ch. 2012:* Technologies of Enchantment? Exploring Celtic Art: 400 BC to AD 100. Oxford: Oxford University Press.
- Gassmann, G. – Rösch, M. – Wieland, G. 2006:* Das Neuenbürger Erzrevier im Nordschwarzwald als Wirtschaftsraum während der Späthallstatt- und Frühlatènezeit. Germania 84, 273–306.
- Golaňová, P. 2013:* Časně laténské osídlení na Moravě. Ms. disertační práce, ÚAM FF MU. Brno (https://is.muni.cz/th/14303/ff_d/).

- Goláňová, P. v tisku:* The Early La Tène Period in Moravia. Studien zur Archäologie Europas. Bonn: Habelt-Verlag.
- Goláňová, P. – Malý, K. 2009:* Doklady hutnění železa z časně laténského sídliště v Olomouci-Neředíně (předběžná zpráva). *Archeologia technica* 20, 3–4.
- Hlubek, L. – Šlězár, P. 2014:* Doklady zpracování železa v raném středověku na území Uničovska a Litovelska. *Archaeologia historica* 39, 583–607.
- Chvojka, O. – Chrastová, D. – Malý, K. 2014:* Halštatské sídliště s doklady hutnění železa v Čakově (okr. České Budějovice). *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* 27, 113–149.
- Chytráček, M. 2007:* Časně laténské sídliště v Chříně (okr. Kladno) s napodobeninou červenofigurové keramiky a s doklady kovolitectví a zpracování jantaru. *Archeologické rozhledy* 59, 461–516.
- Chytráček, M. – Danielisová, A. – Pokorný, P. – Kočár, P. – Kyselý, R. – Kyncl, T. – Sádlo, J. – Šmejda, L. – Zavřel, J. 2012:* Vzestupy a pády regionálního mocenského centra. Přehled současného stavu poznání pravěkého opevněného areálu na Vladaři v západních Čechách. *Památky archeologické* 103, 273–338.
- Kalábek, M. 2005:* Germánské hroby na sídlišti v Olomouci-Neředíně. In: *Ročenka 2004*, Olomouc: Archeologické centrum Olomouc, 206–216.
- Kalábek, M. 2013:* Římský vojenský tábor v Olomouci – Neředíně. *Střední Morava* 36, 78–83.
- Kalábek, M. – Šrámek, F. 2006:* Germánské hrnčířské pece v Olomouci-Neředíně a Olomouci-Slavoníně. In: *Ročenka 2005*, Olomouc: Archeologické centrum Olomouc, 206–243.
- Koucká, A. 2016:* Osídlení na lokalitě Olomouc-Neředín v době laténské. Ms. diplomové práce, ÚAM FF MU. Brno.
- Malkovský, M. 2001:* Zdroje železa v regionu: pohled geologa. In: N. Venclová, *Výroba a sídla v době laténské*. Projekt Loděnice, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 123–126.
- Neustupný, E. 1993:* Absolute chronology: radiocarbon and thermoluminescence dates. In: J. Waldhauser et al., *Die hallstatt- und latènezeitliche Siedlung mit Gräberfelder bei Radovesice in Böhmen I*. Archeologický výzkum v severních Čechách 21, Praha: Regionální muzeum Teplice, 257–258.
- Peška, J. 2011:* Záhady moravské archeologie aneb problémy absolutního datování vybraných nálezových souborů. Sborník prací filozofické fakulty brněnské univerzity LVIII–LIX, řada archeologická – M 14–15 (2009–2010), 177–211.
- Peška, J. – Šrámek, F. 2004:* Olomouc (k. ú. Neředín, okr. Olomouc). *Přehled výzkumů* 45, 185–187.
- Peška, J. – Šrámek, F. 2006:* Olomouc (k. ú. Neředín, okr. Olomouc). *Přehled výzkumů* 47, 158–159.
- Peška, J. – Tajer, A. 1999:* Olomouc-Neředín (okr. Olomouc). *Přehled výzkumů* 40, 261–262.
- Pleiner, R. 1958:* Základy slovanského železářského hutnictví v českých zemích. Vývoj přímé výroby železa z rud od doby halštatské do 12. věku. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd.
- Pleiner, R. 1984:* Hutnictví železa v českých zemích a na Slovensku v době předfeudální a raně feudální. In: R. Pleiner – J. Kořan – M. Kučera – J. Vozár, *Dějiny hutnictví železa v Československu 1*. Od nejstarších dob do průmyslové revoluce, Praha: Academia, 11–58.
- Pleiner, R. 1998:* Production of iron at Mšecké Žehrovice. In: N. Venclová, *Mšecké Žehrovice in Bohemia*. Archaeological Background to a Celtic hero 3rd–2nd cent. BC, Sceaux: Kronos B. Y. Editions, 305–310.
- Pleiner, R. 2000:* Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Salač, V. 1999:* O železářství v době laténské a římské v Čechách. In: P. Čech ed., *Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v letech 1993–1997*. Příspěvky k pravěku a rané době dějinné severozápadních Čech 5, Most: Ústav archeologické památkové péče severozápadních Čech, 103–121.
- Smejtek, L. 2011:* Osídlení z doby bronzové v Kněževsi u Prahy. 1. Text. Praha: Ústav archeologické památkové péče středních Čech.
- Sofaer, J. – Turek, J. 2004:* The excavation of a funerary area at Uhy (distr. Kladno). In: M. Gojda ed., *Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archaeology*. Czech research project 1997–2002, Praha: Academia, 286–305.
- Sormaz, T. – Stöllner, T. 2005:* Zwei hallstattzeitliche Grabkammern vom Dürrnberg bei Hallein – neue dendrochronologische Ergebnisse zum Übergang von der Hallstatt- zur Frühlatènezeit. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 35, 361–376.
- Sveinbjörnsdóttir, A. E. – Heinemeier, J. – Gudmundsson, G. 2004:* ¹⁴C dating of the settlement of Iceland. In: N. B. Athfield – R. J. Sparks eds., *Proceedings of the 18th International Radiocarbon Conference*, *Radiocarbon* 46, 387–394.
- Šrámek, F. 1999:* Nálezová zpráva ze záchranného archeologického výzkumu. Lokalita: Olomouc-Neředín – Mýlína. Akce: Neředín – Výstavba rodinných domů. Investor: GASING s. r. o., Kaňovice 71/72, 736 01 Havířov, Olomouc. Ms. depon. in archiv Archeologického centra Olomouc.

- Šrámek, F. 2004: Archeologické nálezy z mladší doby bronzové na lokalitě Olomouc-Neředín, trať Mýlina. In: Ročenka 2003, Olomouc: Archeologické centrum Olomouc, 89–93.
- Šrámek, F. 2005: Olomouc – Neředín „Mýlina“. Rekonstrukce Třídy Míru, silnice II/448 (rondel). Nálezová zpráva. Ms. depon. in archiv NZ ARÚ AV ČR Brno.
- Šrámek, F. 2007: Laténské osídlení Olomouce-Neředína v trati „Mýlina“. In: Ročenka 2006, Olomouc: Archeologické centrum Olomouc, 145–151.
- Šrámek, F. – Vitula, P. 2000: Olomouc (k. ú. Neředín okr. Olomouc). Přehled výzkumů 41, 147.
- Tajer, A. 1999: Nálezová zpráva ze záchranného archeologického výzkumu. Lokalita: Olomouc-Neředín – Mýlina. Akce: Výstavba RD, Olomouc. Depon. in archiv Vlastivědného muzea v Olomouci.
- Tichý, R. – Thér, R. – Papineschi, J. 2006: Tuněchody: jedno neobvyklé pohřebiště a sídliště z pravěku. In: Živá archeologie – (Re)konstrukce a experiment v archeologii – Supplementum 3, Hradec Králové: Katedra praktické a experimentální archeologie FHS Univerzity Hradec Králové, 55–61.
- Venclová, N. 1982: Železářská výroba z časně laténského a římského období v Loděnici a ve Svatém Janu pod Skalou. Archeologické rozhledy 34, 3–23.
- Venclová, N. 2001: Výroba a sídla v době laténské. Projekt Loděnice. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Venclová, N. ed. 2008a: Archeologie pravěkých Čech 6. Doba halštatská. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Venclová, N. ed. 2008b: Archeologie pravěkých Čech 7. Doba laténská. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Venclová, N. ed. 2013: The Prehistory of Bohemia 5. The Early Iron Age – the Hallstatt Period. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Venclová, N. et al. 2008: Hutnický region Říčansko. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Vránová, V. 2013: Struktura osídlení v období popelnicových polí na střední Moravě. *Archaeologiae Regionalis Fontes* 12. Olomouc: Archeologické centrum Olomouc.
- Waldhauser, J. et al. 1993: Die hallstatt- und latènezeitliche Siedlung mit Gräberfelder bei Radovesice in Böhmen I–II. Archeologický výzkum v severních Čechách 21. Praha: Regionální muzeum Teplice.
- Warner, R. B. 1990: A proposed adjustment for the „Old-Wood Effect“. In: W. Mook – H. Waterbolk eds., *Proceedings of the 2nd Symposium of ¹⁴C & Archaeology, Groenningen 1987. PACT 29, Strasbourg: European Science Foundation, 159–172.*

Evidence of Iron Age bloomery smelting from Olomouc-Neředín

Among the little-investigated specialised production in Moravian Iron Age are activities related to iron metallurgy. The Early La Tène finds from Moravia have been recently studied (Golářová 2013; *v tiskulin press*), including the finds from Olomouc-Neředín with traces of iron production – slag, heat-affected clay, and ores. Slag was found in a range of features (*fig. 3*), however its weight exceeded 1 kg only in a few features (86A, 86B, 331, 987, 1258, 1610). Large concentrations of slag (approximately 30 kg and 37.5 kg) and heat-affected clay/daub (36 kg and 63 kg) occurred in two features, i.e. 331 and 86 (*fig. 4, 5*). However, neither of these features can be determined as a production feature for processing iron. This is most evident in feature 331, which is a regular sunken house where slag and heat-affected clay in the fill represent only secondary deposited metallurgical ‘waste’ of production, which apparently took place in the near vicinity.

A total of 82 kg of slag and 3.7 kg of ore (*tab. 1*) come from features with Early La Tène material, and part of these have been analysed in detail (including the assessment of phase and chemical composition). Characteristics of the slag correspond to bloomery slag. Three types of ore were identified: Lahn-Dill, limonite and ferruginous sandstone. No slag-forming admixtures were added to the charge (for example, limestone) and it was mainly the Lahn-Dill type that was processed; this had to be transported to the site from a distance of 20–25 km. Even though no production installation was found at the site, the appearance of some slag indicates that a type of furnace with a slag outlet could have been involved. No traces of forging have been detected until now.

The concentrations of slag in features 86 and 331 were found together with Early La Tène finds (mainly pottery: *fig. 4, 5, 8, 9*). Due to the presence of long sequence of settlement at the site – Hallstatt period, La Tène (LT A-D) and Roman-period (2nd and 4th–5th century AD) – it was not possible to

reliably estimate dating for the traces of metallurgy without using other methods. For this reason, charcoal extracted from the slag was subjected to radiocarbon dating (AMS). The dating obtained points to the Hallstatt period (*tab. 6; fig. 10*). In the case of Neředín, anthracological analyses of preserved charcoals were not conducted and it is therefore not known which wood was used for the processing (i.e. for the production of charcoal). The dating of traces of iron making to the beginning of the Hallstatt period seems less likely, even though it cannot be ruled out entirely because the Hallstatt component at the site is also present, and has not been evaluated to date. It is likely that the ‘old-wood effect’ is reflected in the AMS dating. We assume that the metallurgical production took place at Neředín in the 6th–5th century BC (in the Late Hallstatt/Early La Tène period), also reflected in the radiocarbon dating interval; the find context (pottery fragments from the fill of the features) points rather toward the 5th century BC (Early La Tène period – *fig. 8, 9*). If the result of radiocarbon dating were to be taken into account using 2-sigma interval with a lower probability, wood growing approximately in the first third of the 6th century BC would have been used for production of charcoal. This would correspond to the Late-Hallstatt utilization of younger wood or medium-age trees from the Early La Tène period. The use of very old trees (older than 150 years of age) for the production of charcoal would pose a problem in that the existence of a old-growth forest (or a larger amount of older trees) in the valley of the Morava River in the 6th–5th century BC cannot be expected, as the area was intensively settled for the entire later and final Bronze Age, and the deforestation is apparent also in pollen spectra (*Vránová 2013, 13*). The fuel for the operation of a bloomery furnace – most probably in the form of charcoal – would thus have been transported from a distance of at least 15 km. For the production of around 10 kg of iron, 100–150 kg of charcoal would have to have been used from a total of 570–850 kg of wood (*Dreslerová 2008, 275; cf. Pleiner 2000, 127*). In such case, both ore and charcoal totalling at hundreds of kilograms would have to have been transported to the production site.

The amount of iron potentially obtained at Neředín does not indicate mass production and corresponds to small-scale production covering probably local needs. About 7–12 kg of pure metal may have been obtained from the given amount of slag, which would correspond on average to ten of smelting events and would yield about enough iron for one (model) village community for five years (*cf. Venclová et al. 2008, 264, tab. 48*).

For Moravia, a large-scale iron production for the Late Hallstatt and Early La Tène periods, with a supraregional distribution, cannot be expected. The production of iron in the Ha D and LT A could also have taken place on a small scale at ‘regular’ low-land settlements and have been made from local raw materials of inferior quality, or from iron ore transported from distant sources. Even though evidence of production installations is lacking, the technology of iron production in the 6th–5th centuries BC must have been mastered by then, and iron formed an important part of a complex system of social values: it is clearly not a coincidence that the first depositions of iron objects begin to appear in the Late Hallstatt and Early La Tène periods (*cf. Garrow – Gosden 2012, 16–17*). The production of iron on a larger scale in the later stages of the La Tène (which, for example, supplied oppida) perhaps really did take place directly at the sources of good-quality raw materials; however, these have not been identified in Moravia to date. In general, there are few traces of iron making from Europe beyond the Alps for the Hallstatt period, and reliable evidence is totally lacking for the 8th–7th century BC (*Venclová et al. 2008, 281–282; Pleiner 2000, 36–39, 58–60; Berranger 2014, 18–19, fig. 1*). Finds of slag, ores and heat-affected clay from Olomouc-Neředín represent the earliest documented traces of bloomery smelting in Moravia.

English by *David J. Gaul*