

## K otázce hrnčířských vypalovacích zařízení s rošty z období Ha C – LT A ve střední Evropě

On the pottery kilns with perforated floors in the Ha C – LT A period in central Europe

Tomáš Mangel – Richard Thér – Miloš Gregor

*Rozšíření dvoukomorových vertikálních pecí je v zaalpském prostoru spojováno především s hrnčířskou výrobou v době laténské. Názory na funkci ojedinělých objektů tohoto typu z předchozích období ovšem nejsou zcela jednotné. Vedle hrnčířství jsou spojovány především s tepelným zpracováním potravin. K řešení otázky jejich využití byla nepočetná kolekce uvedených pyrotechnologických zařízení z úseku Ha C – LT A zkoumána z hlediska jejich formálních a metrických charakteristik a ve vybraných případech byly teplotní podmínky jejich provozu studovány s využitím rentgenové difrakční práškové analýzy. Možnosti užití zařízení k výpalu keramiky byly testovány také experimentálně. Na základě výsledků lze konstatovat, že se povětšinou jednalo o zařízení odlišné konstrukce, než byly hrnčířské pece z doby laténské. Jejich parametry problematizují myšlenku využití k výpalu keramiky, což v některých případech potvrzují také výsledky přírodovědných analýz i experimentu.*

doba halštatská – časná doba laténská – střední Evropa – hrnčířská pec – difrakční prášková analýza – experimentální replikace

*The spread of two-chambered vertical kilns in the transalpine area is connected primarily with pottery production in the La Tène period. However, opinions on the function of the unique features of this type from earlier periods are not entirely uniform. Besides pottery, the devices are linked especially to the thermal processing of food. In order to resolve the question of their use, a small collection of the aforementioned pyrotechnological devices from the Ha C – LT A period was investigated from the perspective of its formal and metrical characteristics, and in selected cases the thermal conditions of their production and operation were studied using X-ray powder diffraction analysis. The possibilities of using the devices to fire pottery were also tested experimentally. On the basis of the obtained results, it can be stated that they were mostly devices of a construction that differed from La Tène pottery kilns. Their parameters alone make their use in the firing of pottery questionable, which in several cases was also confirmed by the results of natural science analyses and experiments.*

Hallstatt period – early La Tène period – Central Europe – pottery kiln – X-Ray Diffraction analysis – experimental replication

### 1. Úvod

Výpal keramiky náleží k výrobním procesům, které provázejí evropské populace nejpозději od neolitu.<sup>1</sup> K jeho realizaci může sloužit řada zařízení pokrývajících spektrum od prostých ohnišť až po sofistikované pece, které se vyznačují stálou izolační strukturou (Drews 1979; Bareš – Lička – Růžičková 1981, 191–209; Czysz 1990; Lička – Košťálek – Mach 1990, 10,

<sup>1</sup> Stranou ponechme keramické výrobky známé z pavlovienu, neboť cílem působení ohně v těchto případech patrně nebylo zajištění trvanlivosti užitých materiálů (Verpoorte 2001, s lit.).

obr. 5; Thér 2004, 95–96, obr. 1, tab. 1; 2014). Ačkoliv je využívání jednoduchých typů pyrotechnologických objektů k výpalu keramiky běžně etnograficky dokumentováno (např. Drost 1967; Rye – Evans 1976; DeBoer – Lantharp 1979; Rye 1981; Longacre 1981; Rice 1987; Gosselain 1992; May – Tuckson 2000; Livingstone Smith 2001), v případě archeologických dokladů takových zařízení, k nimž náleží otevřená či zahloubená ohniště, milíře či jednokomorové pece, nelze jednoznačně prokázat takové využití (srov. Thér 2009b, 91–93). Výpal keramiky většinou nezanechává jasná diagnostická residua a vzhledem k tomu, že takové typy objektů umožňují celou řadu využití, je stanovení jejich funkce pouze na základě formálních znaků v zásadě nemožné (srov. Weishaupt 2003, 75, Abb. 53; Frascheri 2004, 86; Uschmann 2006, 100–110). Někdy je taková interpretace podpořena přítomností defektní keramiky přímo v objektu nebo v jeho blízkém okolí (např. Altheim: Nagler 1993, 34–52, 57–58, Abb. 7, 8; Bílina: Mašek 1958, 1–2; 1960, 268; Florange: Petruquin – Piningre – Vuaillet 1973, 285; Leingarten-Großgartach: Kugler 1926; Hostomice: Budinský 1997, 69–70, 73–74; 1999, 211; Hotland: Bärenfänger 1993; Niedererlbach: Müller-Depreux 2005, 34; Polešovice: Snášil 1995, 242, Sissach: Tauber 1987, 108). Ani fakt prostorové souvislosti pyrotechnologické struktury a deformované či jinak termálně narušené keramiky ovšem ještě nemusí nutně poukazovat na souvislost nálezového kontextu s hrnčířskou výrobou.<sup>3</sup>

Na rozdíl od dokladů jednoduchých typů vypalovacích zařízení je ve střední Evropě s výpalem keramiky celkem bez výhrad spojována velká část nálezů dvoukomorových vertikálních pecí. Interpretace tohoto typu zařízení vycházející především z jeho specifické podoby, je podložena nejen doklady takového využití v tradičním hrnčířství<sup>4</sup>, ale též v anticické ikonografii.<sup>5</sup> Pro dvoukomorové vertikální pece je charakteristické vertikální uspořádání komor a zároveň jejich strukturální oddělení provedené nejčastěji prostřednictvím hliněného perforovaného roštu (např. Faßhauer 1959, 246, Abb. 1; Duhamel 1979, 54–55, fig. 5; Thér – Mangel 2014, obr. 1B). U větších pecí sloužily k jeho podepření různé formy podpěr, které byly pevnou součástí topeniště.<sup>6</sup> Rošty menších pecí se ovšem mohly obejít též bez podpěr. V těchto případech, stejně jako u některých starších či silně destruovaných nálezů, jsou relikty roštu často také jediným dokladem poukazujícím na původní charakter zařízení. Bez jejich identifikace je totiž takové zařízení snadno zaměnitelné s jednoduššími formami pecí jako např. s pecemi jednokomorovými.

V Evropě se s dvoukomorovými vertikálními pecemi poprvé setkáváme v průběhu neolitu a eneolitu, kdy se objevují v prostředí kultury Cucuteni-Tripolje rozšířené na území Rumunska, Moldavska a západní Ukrajiny (Petrasch 1986, 42–44, 47–49, Abb. 8, 9, Karte 2;

<sup>2</sup> K tomu kriticky Vlasatíková 2003, 164–165.

<sup>3</sup> Takový jev může být důsledkem celé řady příčin, k nimž náležejí např. transformační procesy (srov. Kuna a kol. 2004, 22–23; Thér 2009a).

<sup>4</sup> Jejich využívání je v nedávné době dokumentováno např. ve Středomoří (Hampe – Winter 1962; 1965), severní Africe (Nicholson – Patterson 1989), střední a jižní Americe (Papoušek 1989; Rye 1981, 100, s lit.) či Pakistánů (Rye – Evans 1976).

<sup>5</sup> Jedná se především o vyobrazení pecí na korintských pinaxech a ojedinele též na attické keramice pocházející z konce 7. a průběhu 6. stol. př. n. l. (Cuomo di Caprio 1984; Hasaki 2002, 31–53; Stissi 2002, 76, 85–86).

<sup>6</sup> Např. u pecí řeckých, ale výjimečně též laténských, pro něž je jinak nejcharakterističtější středová přepážka, se často objevuje středový pilíř (Henning 1977, 193–195, Abb. 5, 6). Laténské pece nabývají také další, avšak výrazně méně často užívaná řešení (srov. Zeiler 2009, 269, Abb. 7).

*Willms 1999*, 741–742, Abb. 3, 6).<sup>7</sup> V zaalpské Evropě lze skutečný rozmach uplatnění dvoukomorových vertikálních pecí sledovat teprve v průběhu doby latéské. *P. Duhamel (1979, 59, fig. 6, 19)* uvádí z oblasti táhnoucí se nad Alpami od Francie až k Černému moři přibližně stovku takových zařízení. K dnešnímu datu jich pak jen na území mezi Rýnem a východní hranicí Maďarska registrujeme více než 250. Jejich nejstarší střeoevropské doklady pocházejí ze stupně LT B, symptomatická jsou ovšem především pro období LT C–D (*Thér – Mangel 2014, 20–21*).

V kontrastu s výrazným rozšířením dvoukomorových vertikálních pecí v době latéské přitahuje pozornost nevýrazné zastoupení dokladů roštových pyrotechnologických zařízení spojovaných s hrnčířstvím z předchozích pravěkých epoch. Z doby bronzové sice známe celou řadu odlišně interpretovaných roštových struktur<sup>8</sup>, s hrnčířskou produkcí je ovšem spojován v podstatě pouze jediný střeoevropský nálezy zachycený nedaleko německého Elchingen (*Pressmar 1979, 26–34, Abb. 4, 5, Taf. 29, 30*).<sup>9</sup> Nálezy „hrnčířských pecí“ z doby halštatské jsou v literatuře zastoupeny též velice řídko, i když ve srovnání s pecemi doby bronzové přece jen o něco početněji. Při bližším pohledu na jejich nálezyový kontext i charakter samotných relikvů však často vyniknou některé znaky, které je od hrnčířských pecí latéských výrazně odlišují. V konfrontaci s nálezy roštových zařízení z jiných epoch a oblastí pak vyvstává otázka jejich účelu.

## 2. Přehled dosavadních názorů na funkci roštových zařízení z období Ha C – LT A a formulace základních otázek

Z obecného hlediska, tedy bez ohledu na čas a prostor, mohou roštová zařízení vedle výpalu keramiky sloužit řadě dalších účelů (přehled viz *Mangel – Thér 2014, s. další lit.*). Perforované rošty oddělující komory mohou využívat pece slévačské, vápenické či pece určené k úpravě potravy. Teoreticky byla v minulosti zvažována např. také otopná funkce

<sup>7</sup> Mezi tato nejstarší evropská vypalovací zařízení s rošty bývá někdy řazena též pec z Kramolína, datovaná původně do období lengyelské kultury (*Lička – Koštuřík – Mach 1990*). Uvedené datování se ovšem opakovaně stalo předmětem kritiky (*Enderová 2007, 105–106; Hlava – Vich 2007, 46, pozn. 10*). Dalším problematickým nálezem pokládaným původně za hrnčířskou dvoukomorovou vertikální pec s roštem je pyrotechnologické zařízení kultury s kanelovanou keramikou odkryté v Hlinsku (*Pavelčík 1983*). I v tomto případě byly původní závěry týkající se klasifikace typu zařízení již v minulosti zpochybněny (*Lička – Koštuřík – Mach 1990, 11, 14–15*).

<sup>8</sup> Z prostředí kultur starší a počátku střední doby bronzové v Karpatské kotlině pocházejí nálezy stabilních roštových pecí i přenosných pécěk – tzv. pyraunů, někdy též opatřených rošty; nejčastěji jsou ovšem kladeny do souvislosti se zpracováním potravin (*Romsauer 2003, 37–40, 73–81*). Jiným příkladem mohou být fragmenty roštů ze sídliště B D – Ha A v Lovčičkách (*Říhový 1982, 27–28, obr. 27: 10, 11*), které jsou interpretovány jako relikty klenutých keramických pecí nebo roštových krbů s nízkým vyvýšeným okrajem (k těmto interpretacím srov. *Banner – Bóna – Márton 1959, 74*). Zlomek „roštu“ uváděný z Křepevic pochází též z areálu sídliště mladší (pozdní) doby bronzové (*Jansová 1957, 457, pozn. 59; Sklenář 1984, 10–11; 1990, 32*), povrchový charakter nálezu ovšem vylučuje jakékoli další závěry.

<sup>9</sup> Ojedinele uváděné další případy jsou buď problematické díky nedostačující povaze publikovaných informací (Bad Buchau, Hasselberg: *Pressmar 1979, 31*), nebo byly jejich původní interpretace již v minulosti přehodnoceny (Herzogenburg: *Bayer 1906*; k tomu kriticky *Eibner 1969, 37–40; Stapel 1999, 118, 312*). Ve světle nového pohledu se ostatně jeví jako problematická i původní interpretace samotné pece z Elchingen. Vyšší parametry užité plochy roštu (107 × 95 cm) v kontrastu s malou silou (4–5 cm) a absencí podpěry naznačují nízkou nosnost této části zařízení, která neodpovídá potřebám pro umístění odpovídajícího množství keramiky.

takových zařízení či jejich využití v solivarnictví (Arnold 1990, 352–353). Obrátíme-li ovšem pozornost k publikovaným interpretacím jednotlivých středoevropských halštatských nálezů roštových zařízení, možnosti výběru se zásadně zúží.

Nejčastěji jsou v takových případech akcentovány souvislosti s hrnčířskou výrobou. Zásadní význam pro formování těchto interpretací měl nález z období Ha C učiněný v roce 1902 v Alsasku mezi obcemi Marlenheim a Fessenheim (Forrer 1915, 504–508, fig. 97 nahoře uprostřed, 98: 8852, 9075, 99; Welcker 1913)<sup>10</sup>. Ve výplni dvou objektů zde byly objeveny zlomky perforovaného roštu a dalších reliktních pyrotechnologických zařízení, na jejichž základě byla jedna ze situací (Grube 2) rekonstruována jako dvoukomorová vertikální pec s rostem podepřeným středovým pilířem (Forrer 1915, 505–506, fig. 99). Pod vlivem této rekonstrukce byla v následujících desetiletích u několika dalších východofrancouzských nálezů pyrotechnologických zařízení ze závěru doby bronzové a z průběhu doby halštatské navržena obdobná interpretace. Téměř ve všech takových případech se ovšem jednalo o situace, u nichž scházela jakákoli evidence přítomnosti roštu (Achenheim: Hatt 1952; Newiller: Schaeffer 1923), nebo se jeho doklady jevíly přinejmenším jako problematické (Gundolsheim: Bonnet – Jehl 1960, 27–34, fig. 2; srov. též Hohlandsberg: Jehl – Bonnet 1968, 5–10, fig. 3, 4).<sup>11</sup> Není proto zarážející, že se s obdobnými interpretacemi běžně setkáváme též v případech nálezů reliktních roštových zařízení v relativně nedalekém středním a dolním Porýní (viz Soupis, položky DU1–5, 7). Mezi hrnčířská zařízení jsou řazeny také ojedinělé nálezy z východněji položených částí Německa (Hünfeld-Meckenzell: Thiedmann 2007, 9, 11, obr. na str. 6, 9, 10; Niedererlbach: Koch – Kohnke 1988, 52, Anm. 10) a některé nálezy české (Kapsova Lhota: Hlava 2008, 227–228; Milín: Hrala 1959, 110). Podobnost se zlomky roštů laténských hrnčířských pecí připouští L. Jansová (1957, 457) také v případě nálezu z Krašovic, autorka ovšem souvislosti s hrnčířskou výrobou vzhledem k malým rozměrům pece a absenci defektní keramiky nakonec odmítá a zařízení interpretuje pouze obecně jako objekt sloužící výrobním účelům. Obdobně se i v původních publikacích zbytku českých nálezů (viz Soupis, položky CC2, 5–7) setkáváme maximálně s konstatováním existence (roštového) pyrotechnologického zařízení bez pokusu o bližší interpretaci.

Je třeba připomenout, že roštová zařízení se v různých formách přenosných pícek vyskytují v závěru doby bronzové a dále v průběhu doby halštatské také v oblasti Karpatské kotliny. Rozšířená jsou v tomto období především jihovýchodně od Alp, ojediněle se ovšem mohou objevit i dále na severu (Romsauer 2003, 41, 44–45, 69–71, mapa 6, 7). Na rozdíl od západněji položených oblastí jsou jejich nálezy v této oblasti tradičně spojovány se zpracováním potravin (Romsauer 2003, 73–81).

Odhlédneme-li od dílčích interpretací jednotlivých nálezů a nahlédneme problematiku předlaténských roštových pecí komplexně z hlediska jejich případného hrnčířského využití, setkáme se i zde s rozdílnými názory. Část badatelské obce nekriticky přijímá fakt existence hrnčířské pece z lokality Marlenheim-Fessenheim a z něj vyvozuje obecnější závěry týkající se uplatnění a vývoje takových zařízení již v průběhu doby halštatské (Schaeffer 1923,

<sup>10</sup> K datování srov. Treffort – Veber 2007, 137, obr. na s. 134.

<sup>11</sup> Další jednoznačné doklady roštového zařízení jsou z východofrancouzské oblasti publikovány pouze z lokality Sévrier, kde jsou kladeny do závěrečných úseků doby bronzové; zlomky roštu ze zhruba stejného období jsou zmiňovány též z okolí jezera Lac du Bourget (Bocquet – Couren 1974).

83–84; *Hatt 1952*, 53; *Drews 1979*, 40; *Duhamel 1979*, 56–59; *Zeiler 2009*, 269, Abb. 7). I druhý názorový proud, jehož reprezentantem je *E. Jerem (1984, 65)*, objev z Marlenheim-Fessenheim registruje, ovšem k existenci hrnčířských dvoukomorových vertikálních pecí v halštatském období z důvodu naprosté výjimečnosti marlenheimského objevu zaujímá rezervovaný postoj. Obecnější shoda potom panuje v otázce užívání specifických (roštových) hrnčířských zařízení v úseku pozdní doby halštatské a časné doby laténské, pro něž dle publikovaných názorů nejsou k dispozici dostatečné opory (*Duhamel 1979, 59; Waldhauser a kol. 1993, 367; Tappert 2012, 133*).

Pokud shrneme publikované interpretace halštatských roštových zařízení, je zřejmé, že v této věci nepanuje jednotné vidění. Interpretace se zdají být do jisté míry ovlivněny v důsledku geografické působnosti jednotlivých badatelů, kteří se danými prameny zabývají. Nebylo by ovšem správné vidět za nejednotností názorů *a priori* problém, který je potřeba vyřešit jednotným pohledem na funkci daných dokladů pyrotechnologických zařízení. V úvahu je potřeba vzít také následující alternativy: a) roštové pece mohly sloužit vícero účelům, b) jejich využití se mohlo odlišovat regionálně, c) v technologickém repertoáru daného kulturního prostředí mohlo existovat více druhů pyrotechnologických zařízení s roštem. Než se pustíme do řešení dané problematiky, bude vhodné zformulovat několik základních otázek, které poslouží jako vodítko při následné analýze:

- Existují v užším středoevropském rámci doklady pyrotechnologických zařízení z doby halštatské a časné doby laténské, jež lze alespoň teoreticky spojovat s výpalem keramiky?
- Jaký je náleзовý kontext a jaký formální vztah těchto zařízení k pozůstatkům hrnčířských dvoukomorových vertikálních pecí z doby laténské?
- Jaké jsou jejich technologické parametry?
- Byla tato zařízení využitelná a vhodná pro výpal halštatské/časně laténské keramiky?

### 3. Analýza

#### 3.1. Kritéria pro volbu analyzovaných objektů a kritika pramenů

Jako pracovní oblast byl vybrán prostor zahrnující území Německa, Polska, Čech, Moravy a Rakouska.<sup>12</sup> V jejím rámci byla dokumentována veškerá pyrotechnologická zařízení pocházející z kontextu Ha C – LT A, jež lze hypoteticky spojovat s výpalem keramiky, a to bez ohledu na případné odlišnosti od jejich původních interpretací. Vzhledem ke značně fragmentárnímu stavu většiny odpovídajících nálezů se v této fázi hlavním kritériem pro výběr staly doklady nesporné existence roštu. Takto nastaveným sítím prošly doklady max. 22 pyrotechnologických zařízení registrované v rámci 15 archeologických lokalit (viz Soupis).<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Zbylá část území střední Evropy (Slovensko, Maďarsko, Slovinsko) byla z analýzy vyloučena, neboť v tomto prostoru jsou poměrně pravidelně registrovaná roštová zařízení doby bronzové a halštatské běžně pokládána za prostředky určené ke zpracování potravin (*Romsauer 2003*).

<sup>13</sup> V dalším textu je na jednotlivé lokality odkazováno buď prostřednictvím jejich názvu, nebo formou kódového označení, pod nímž jsou v soupisu uvedeny.

Některé další struktury, které podle původních klasifikací měly náležet k hrnčířským zařízením z dané epochy, byly z analýzy záměrně vyloučeny. V první řadě se to týká obj. 16 z porýnsko-falcké lokality Wierschem interpretovaného původně jako dvoukomorová hrnčířská pec s oddělenými komorami (*Jost 2001*, 29–30, Taf. 14). Uvedený objekt, který náleží stupni IIA kultury Hünsruck-Eifel odpovídajícímu LT A (*Jost 2001*, 173), svým strukturálním charakterem skutečně rámcově připomínal topeniště pece přepažené středovou příčkou, neobsahoval ovšem žádné přímé doklady existence roštu. Při bližším pohledu zároveň vyplynuly některé detaily, které původní klasifikaci vylučují a naznačují, že se spíše jednalo o jedno či více jednodušších pyrotechnologických zařízení.<sup>14</sup> Souvislosti s hrnčířským zařízením jsou zvažovány také v případě obj. 379 ze sídliště Köln-Blumenberg, ovšem ani zde neexistují doklady existence roštu (*Simons 1992*, 380, Abb. 8).

V dalších případech bylo zařazení konkrétních objektů do výběru znemožněno kvůli nedostatečným informacím týkajícím se samotného nálezu či jeho datování. To se týká fragmentů roštu z německé lokality Duisburg-Baerl, datovaných pouze rámcově do doby železné (*Stampfuß 1959*, 28). Mezi nálezy halštatských hrnčířských zařízení z Porýní bývá někdy uváděn také nález zlomků roštu z lokality Haffen (*Bolus – Fugensi 2000*, 58; *Kersten 1940; Stampfuß 1959*, 28). Podle posledního souborného zpracování ovšem obj. 12, z nějž zlomky pocházejí, spadá až do pozdní předřímské doby železné (*Kempa 1995*, 30, 63, 68, 165–166, Taf. 101: 8), která odpovídá období LT C2/D1. Jiným případem je údajná hrnčířská pec datovaná do V/VI. úseku (severské) doby bronzové (tj. Ha B2/3–D1), uložená před druhou světovou válkou v muzeu v brandenburské obci Heiligengrabe (*Pressmar 1979*, 31–32). U tohoto nálezu není uvedeno ani konkrétní místo objevu, ani jednoznačná vodítka pro zařazení mezi dvoukomorové vertikální pece.

I u dokladů, které byly vyhodnoceny jako způsobitelné pro následující analýzu, jsou možnosti bádání ovlivněny některými limitujícími faktory. Problematický je především silně fragmentární stav nálezů, který znesnadňuje práci s metrickými údaji. V případě zahraničních nálezů je tento fakt umocněn tím, že je jejich poznání odkázáno pouze na publikované informace, které mají často pouze předběžný charakter nebo nejsou kompletní. Veškeré dostupné relikt z českého území byly fyzicky revidovány.<sup>15</sup> Práci v této oblasti ovšem ztěžuje skutečnost, že se vesměs jedná o objevy staršího data,<sup>16</sup> čemuž odpovídá způsob terénní dokumentace. Jsou většinou podchyceny pouze formou verbálního popisu, ojediněle též prostřednictvím vyobrazení v rámci celkových plánů (Krašovice: *Jansová 1957*, obr. 2: J.I) nebo náčrtků (Kapsova Lhota: *Dubský 1927*, obr. 83, 84; Strakonice: *Dubský 1932b*, obr. 40).<sup>17</sup>

<sup>14</sup> Z publikovaných informací vyplývá, že do prostoru pod předpokládaným rostem ústil jeden topný kanál, jehož prostor by v takovém případě ovšem zároveň rozdělával topeniště na dvě oddělené části (srov. *Jost 2001*, 29, Taf. 14). Jinými slovy, dno kanálu z části procházelo po horní hraně útvaru pokládaného za středovou příčku. Tento fakt sám o sobě vylučuje možnost instalace roštu, případně zásadně mění pohled na dané zařízení jako na pec opatřenou středovou příčkou.

<sup>15</sup> Revizí neprošly pouze neznámé nálezy z Milína a dále neinventované fragmenty z Krašovic.

<sup>16</sup> Veškeré české nálezy uvedeného typu zařízení, kromě zlomku roštu z Dobrovíze získaného v roce 2007, byly zaznamenány mezi lety 1897 a 1956.

<sup>17</sup> Fotografie terénní situace uváděná *B. Dubským (1932a, 74)* v souvislosti s odkryvem polozemnice ze Strakonice, která by měla být uložena v městském muzeu v Strakonících, dnes v této instituci deponována není. Za informaci děkujeme E. Červenkovi.

### 3.2. Geografické rozšíření roštových zařízení období Ha C – LT A a jejich chronologické zařazení

Evidované nálezy předlatěnských roštových zařízení vytvářejí dvě výrazné geografické koncentrace (*obr. 1*). První z nich se váže na oblast dolního Porýní (viz Soupis, položky DU1–4, 7). Druhá výrazná skupina leží v oblasti středních a jižních Čech, s těžištěm v rámci Příbramska a Strakonicka (viz Soupis, položky CC1–7). Z území mezi oběma koncentracemi, z Hesenska a Bavorska, jsou registrovány pouze ojedinělé lokality s doklady roštových pyrotechnologických struktur, i když v případě lokality Hünfeld-Meckenzell byly zachyceny relikty hned čtyř takových zařízení (*Müller – Kneipp – Kreuz 2001*, 150; *Thiedmann 2007*, 9, 11, *obr. na str. 6, 9, 10*).

Zajímavý je vztah geografického rozšíření dokladů roštových zařízení a jejich chronologického zařazení. Většina nálezů z dolního Porýní a Hesenska náleží období Ha C, resp. Ha C–D, pouze ve dvou případech je možno zvažovat také datování do mladších období. Relikty roštu z obj. 43 v lokalitě Duisburg-Huckingen jsou na základě náleзовého kontextu kladeny na přelom Ha D a LT A (*Bolus – Fugensi 2000*, 81).<sup>18</sup> Další objekt s nálezem zlomku roštu, obj. 404 z lokality Köln-Blumenberg, datuje A. Simons (*1992*, 417) rámcově do období Ha D až do časné doby laténské.<sup>19</sup>

V kontrastu se západně položenou skupinou s těžištěm výskytu roštových pecí v Ha C se nachází série nálezů českých (viz Soupis, položky CC1–7). Všechny zdejší doklady pocházejí z úseku Ha D 2–3 až LT A. K mladším nálezům se řadí také části roštů z rezidenčního areálu typu *Herrenhof* z bavorského Niedererlbachu. Jejich datování je ovšem širší, neboť sídelní aktivity jsou zde doloženy v průběhu Ha D1 – LT A (*Müller-Depreux 2005*; *Koch – Kohnke 1988*).

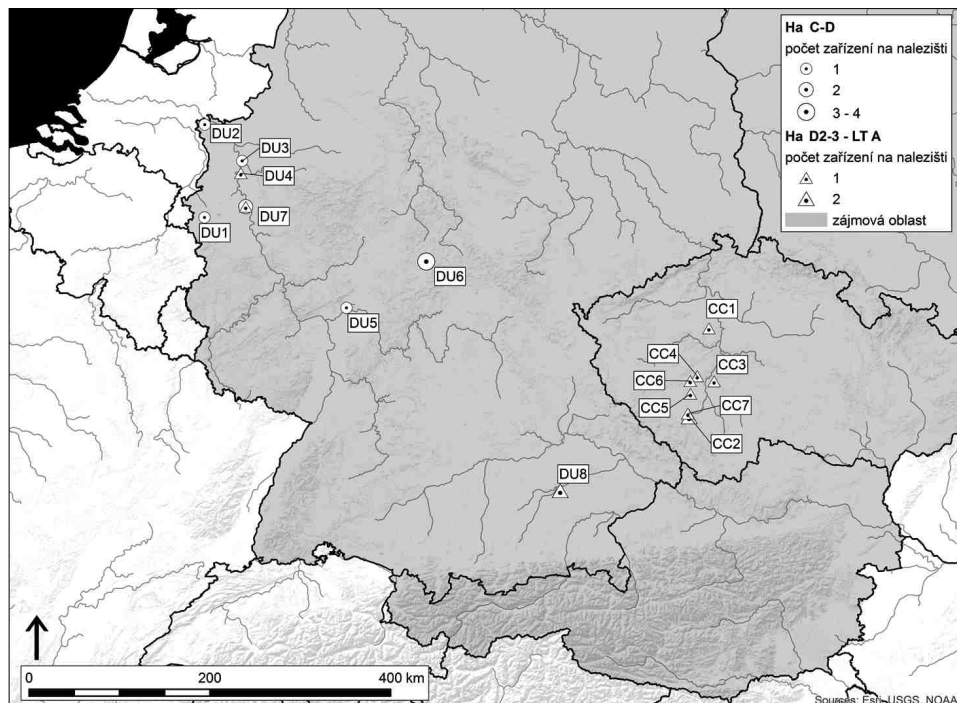
### 3.3. Charakter a nálezový kontext dokladů roštových zařízení z období Ha C – LT A

Důležitým ukazatelem, který může přispět k pochopení podoby, a tím i funkce sledovaného typu zařízení, je nálezový kontext, v němž se relikty vyskytují. Z údajů sumarizovaných na *obr. 2* je patrné, že existence většiny roštových struktur je identifikována pouze na základě fragmentárních nálezů roštů (*obr. 3: 2, 4, 5; 4: 1–4, 7–10; 5: 2–5, 9; 6: 1, 3, 7–10*), ojediněle i specifických zlomků stěn plášťů. Ty jsou s rošty někdy přímo spojeny (*obr. 4: 11; 5: 1, 7, 8*), jindy na takové souvislosti poukazuje pouze shodný charakter konstrukčního materiálu, kterým se zlomky plášťů odlišují od běžné keramiky i mazanice (*obr. 5: 6; 6: 4–6*). Obě kategorie reliktní pak téměř vždy pocházejí ze sekundárního uložení ve výplních různých sídlištních objektů.

V rámci českých nálezů jsou nápadné souvislosti výskytu zlomků roštových pecí se situacemi, které vykazují znaky polozemnic (*obr. 7; viz Soupis, položky CC2, 3, 7*). V těchto, ale i v případech dalších nálezů uváděných z blíže nespecifikovaných sídlištních objektů, jsou zlomky pyrotechnologických zařízení často provázeny doklady existence ohnišť či jiných otopných zařízení, někdy konstruovaných s užitím kamenů. V případě starších nálezů

<sup>18</sup> V absolutních datech se jedná o období 500 až 400 př. n. l. (*Bolus – Fugensi 2000*, 6, 81).

<sup>19</sup> A. Simons (*1992*) označuje konec tohoto úseku pouze jako „Frühlatène“ nebo „mittlere Eisenzeit“, a to bez bližší definice. Oba termíny jsou ovšem u různých autorů vnímány odlišně (srov. *Krämer 1985*, 17–18, Abb. 3; srov. *Kempa 1995*, 25–31; srov. *Panke-Schneider 2013*, 2–3). V tradičním pojetí nicméně pokrývají nejen chronologický úsek LT A, ale též následující LT B.



Obr. 1. Rozšíření pyrotechnologických roštových zařízení z období Ha C – LT A v užší střední Evropě. Označení lokalit odpovídá číslování v Soupisu.

Fig. 1. The distribution of pyrotechnological devices with perforated floors from Ha C – LT A in central Europe. The numbering of sites corresponds to the Inventory/Soupis.

z Myštic (viz Soupis, položka CC5) a Strakoníc (viz Soupis, položka CC7) se v souvislosti s relikty roštů zmiňují „jehlcovité stojany“, které tvarově odpovídají tkalcovským závažím. V prvním případě je jejich účel shledáván ve funkci stojanů k rožňům (Siblík 1918, 110), ve druhém je pak přímo uváděna interpretace jako podstavce roštu (Dubský 1932b, 62). Obdobné prvky jsou v podobných souvislostech dokumentovány i etnograficky (Želízko 1899). Na sídlišťích doby železné a římské ve Velké Británii je pak doloženo využití různých forem přenosných podstavců roštů z mobilních pecí (Pool 2002; Swan 1984, 59–62). Mezi „jehlcovité stojany“ z Myštic zařadil J. Siblík (1918, 118) také hliněný válcovitý útvar (obr. 6: 2). S podobnými prvky se můžeme rovněž setkat v konstrukci některých pecí z římsko-provinciálního prostředí (Swan 1984, 62–67). Jednalo se o různé formy tzv. „bars“, hliněných tyčí, jež mohly sloužit k oddělení topeniště, buď tak, že samy vytvářely radiální dělicí strukturu, nebo sloužily jako opora pro uložení přenosných perforovaných segmentů. U povrchových pecí však mohly sloužit též jako stavební prvek usnadňující zaklnutí nákladní komory.<sup>20</sup> Nutno ovšem upozornit, že jak v případě myštického, tak strakonického nálezu postrádáme přesnější kresebnou či fotografickou terénní dokumentaci. Souvislost výše

<sup>20</sup> K užití terminologii srov. Thér – Mangel 2014, obr. 1B.



ID	Lokalita	Obj.	Nález	Nálezový kontext	Rošt–síla max. (cm)	Rošt–síla min. (cm)	Průduchy–Ø max. (cm)	Průduchy–Ø min. (cm)	Vnitřní púdorys zařízení	Průměr vnitřního púdorysu zařízení (cm)	Otisky konstrukce na spodní straně roštu	Jiné doklady hrnčířské výroby v okolí	Datování
CC1	Dobrovíz	152	zl. z přechodu roštu a pláště stěny zařízení	nespecifikovaný sídlištní objekt trojúhelníkovitého púdorysu s nepravidelným dnem	2,3	1,7	2,8	2,6	kruh?	?	ne	?	Ha D2–3 až LT A
CC2a	Kapsova Lhota	jáma 3/1922	zl. roštu včetně pláště pece	polozemnice s ohništěm obloženým kameny	4,0	2,9	3,5	1,8	kruh?	25,0	ne	ne	Ha D2–3 až LT A
CC2b	Kapsova Lhota	jáma 7/1922	zl. roštu, zl. pláště pece	hranolovitá jáma (polozemnice?) s uskupením kamenů (ohniště?)	?	?	1,8	1,8	kruh?	24,0	?	ne	Ha D2–3 až LT A
CC3	Krašovice	jáma 1	zl. roštu, zl. pláště pece a zl. stěny z ústí pece	jáma (polozemnice?) s píčkou, v jejíž konstrukci byly užity drobné kameny	3,0	3,0	?	?	?	50,0–70,0	?	ne	Ha D2–3
CC4	Milín	jáma 2	zl. roštu	nespecifikovaný sídlištní objekt	?	?	8,0	8,0	?	?	?	ne	Ha D2–3
CC5	Myštice	x	zl. roštu, jehlancovitě podstavce (?)	sídlištní jáma (snad) s ohništěm	3,2	2,6	2,4	2,0	kruh?	24,0	ne	ne	Ha D2–3 až LT A
CC6	Přední Poříčí	x	zl. roštu, zl. pláště pece	sídelní jámy, jedna s ohništěm	3,1	2,9	3,5	1,7	?	?	ne	ne	Ha D2–3 až LT A
CC7	Strakonice	x	zl. roštu, jehlancovitě podstavec (?)	hranolovitá jáma (polozemnice) s ohništěm a sousedící kulturní vrstva	2,5	1,9	2,7	1,8	?	?	ne	ne	Ha D2–3 až LT A
DU1	Aldenhoven	x	zl. roštu	nespecifikovaný sídlištní objekt	?	?	?	?	?	?	?	ne	Ha C
DU2	Donsbrüggen	x	zl. roštu, zl. pláště pece (?)	odpadní jáma	?	?	3,2	2,5	?	?	?	ano	Ha C
DU3	Duisburg–Hamborn	x	zl. roštu	kruhovitá sídlištní jáma s uhlikatými vrstvami ve výplni	5,0	5,0	2,4	1,8	?	?	?	ne	Ha C–D
DU4	Duisburg–Hückingen	43	zl. roštu, zl. pláště pece (?)	nespecifikovaný sídlištní objekt	2,8	1,6	2,4	1,6	?	?	ano	ano	Ha D/LT A
DU5	Frankfurt a. M. –Rödelheim	x	zl. roštu, zl. pláště pece (?)	zahlobený objekt kvadratického púdorysu s relikty púdorysu pyrotechnologického zařízení	?	?	?	?	kruh	100,0	ne?	ano	Ha C
DU6a	Hünfeld–Meckenzell	120A	zahlobená pec se zl. roštu	pec <i>in situ</i>	?	?	?	?	kruh	100,0	ano	ano	Ha C
DU6b	Hünfeld–Meckenzell	120B	zahlobená pec se zl. roštu	pec <i>in situ</i>	?	?	?	?	kruh	100,0	ano	ano	Ha C
DU6c	Hünfeld–Meckenzell	120C	zahlobená pec se zl. roštu	pec <i>in situ</i>	?	?	?	?	kruh	100,0	ano	ano	Ha C
DU6d	Hünfeld–Meckenzell	120D	zahlobená pec se zl. roštu	pec <i>in situ</i>	?	?	?	?	kruh	100,0	ano	ano	Ha C
DU7a	Köln–Blumenberg	156	zl. roštu, zl. pláště pece (?)	nespecifikovaný sídlištní objekt	5,6	4,7	2,5	2,3	?	?	ano	ne	Ha C–D
DU7b	Köln–Blumenberg	297	zl. roštu, zl. pláště pece (?), zl. stěny z ústí pece (?)	vanovitá odpadní jáma	1,2	1,2	2,5	2,5	?	?	?	ano	Ha C–D
DU7c	Köln–Blumenberg	404	zl. roštu, zl. pláště pece (?)	hliník	2,8	2,8	2,3	2,0	?	?	?	ano	Ha D–LT A (LT B)
DU8a	Niedererlbach	x	zl. roštu	nespecifikovaný sídlištní objekt	?	?	?	?	?	?	?	ano	Ha D1–LT A
DU8b	Niedererlbach	x	zl. roštu	nespecifikovaný sídlištní objekt	?	?	?	?	?	?	?	ano	Ha D1–LT A

Obr. 2. Sumarizace základních charakteristik nálezů roštových zařízení z období Ha C – LT A v užší střední Evropě. Čísla ID odpovídají číslování v Soupisu.

Fig. 2. Summary of the basic characteristics of devices with perforated floors from Ha C – LT A in central Europe. The ID numbers correspond to the Inventory/Soupis.

popsaných předmětů s uvedenými zařízeními je tak dnes jen těžko prokazatelná, a to tím spíš, že ve středoevropském předřímském prostředí nelze užívání obdobných přenosných komponent považovat za běžné.

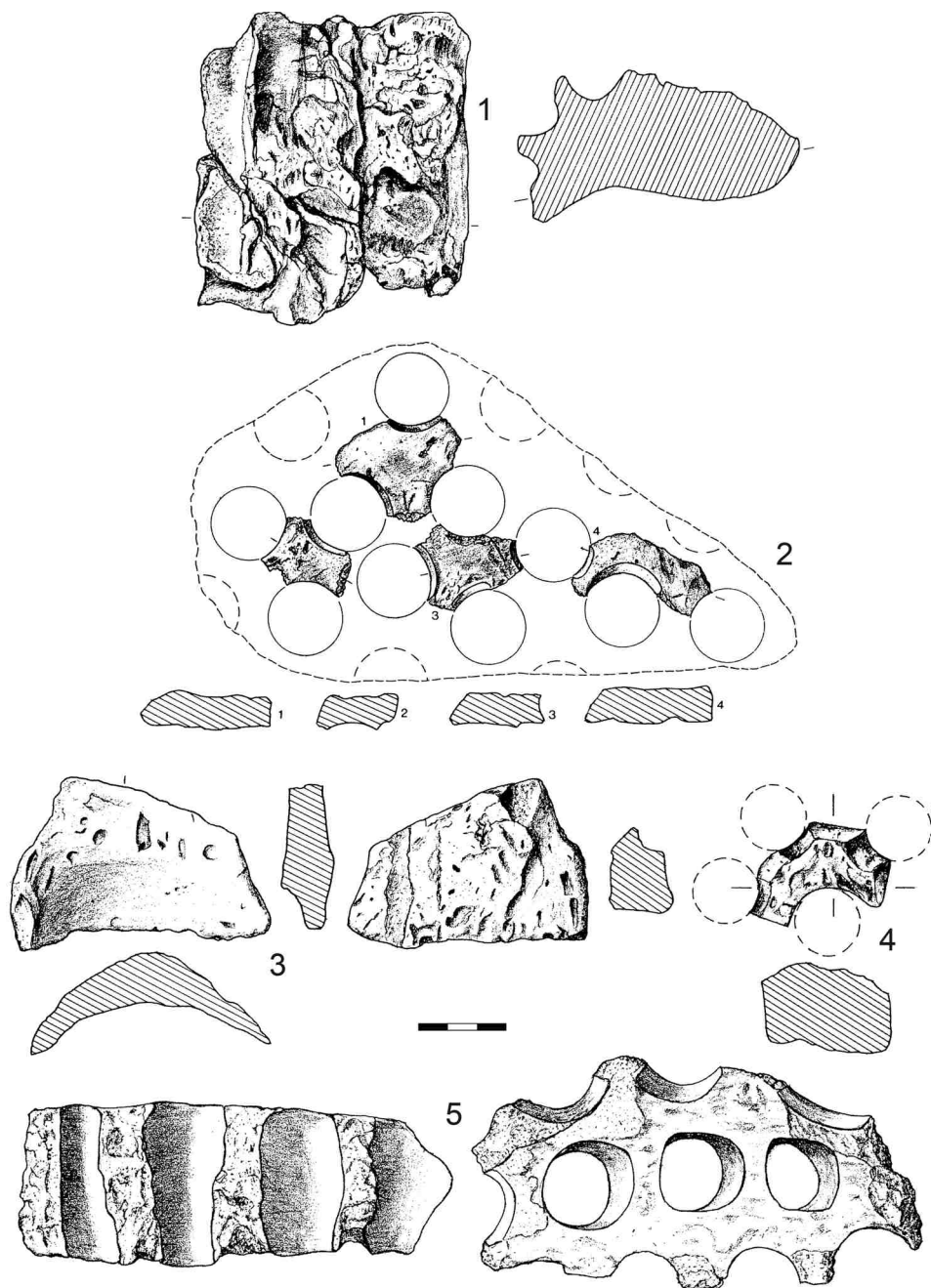
Také drtivá většina nálezů z německých oblastí je reprezentována fragmenty zařízení získanými ze sekundárního uložení v různých nespecifikovaných sídlištních objektech, hlinicích či odpadních jamách. Výjimku tvoří pouze uskupení čtyř roštových pecí zapuštěných do terénu, které bylo odkryto v lokalitě Hünfeld-Meckenzell (viz Soupis, položka DU6). Z jejich výplní jsou vedle uhlíků, zlomků roštů a částí kopulí uváděny i četné fragmenty silně přepálených nádob. Tepelně poškozená keramika je zmiňována, někdy spolu s jinými doklady údajně hrnčířské produkce (suroviny, nástroje, sekundárně využitá keramika, polotovary keramických výrobků), také v kontextu s dalšími německými nálezy roštových struktur (viz Soupis, položky DU2, 4, 5, 7b, 7c, 8). Jak již ovšem bylo výše uvedeno, přepálená keramika není spolehlivým indikátorem funkce zařízení, v jehož prostorové souvislosti byla nalezena.

Ze shromážděných informací vyplývá, že roštové pece z období Ha C – LT A byly pouze ojediněle zapuštěny pod úroveň terénu. Fragmentární nálezy dokladů učiněné navíc v sekundárních polohách mimo vlastní pece naznačují, že tato zařízení byla budována na poněkud odlišných stavebních principech než zahloubené hrnčířské pece z následujícího období. Ve většině případů se tak patrně jednalo o struktury, které byly umístěny na povrchu terénu nebo na podlahách zahloubených staveb, přičemž v některých případech nelze vyloučit jejich mobilní charakter.

### 3.4. Metrické a formální charakteristiky roštových zařízení z období Ha C – LT A

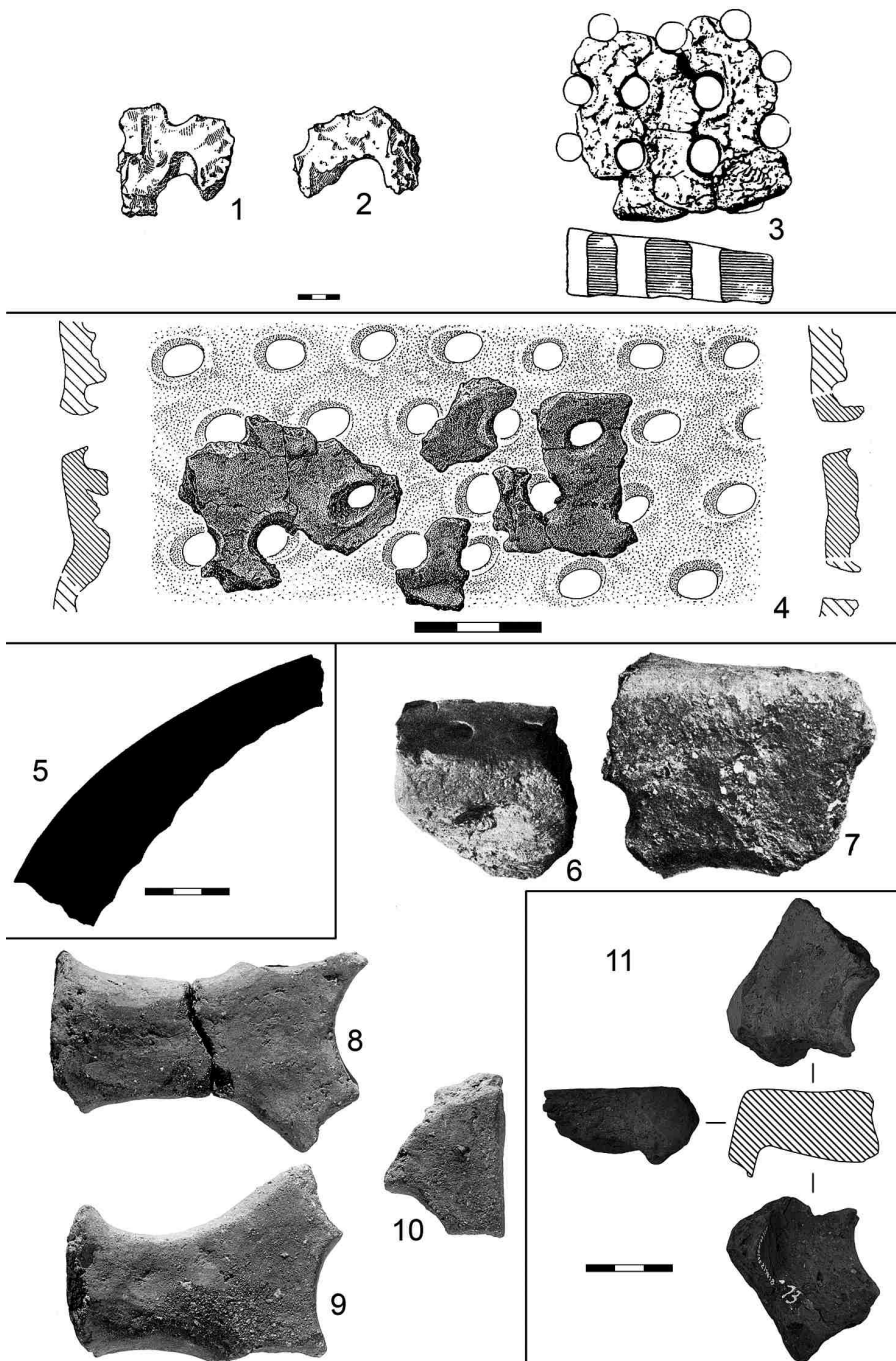
Hodnocení metrických a formálních charakteristik bylo možné pouze u vybraných hodnot (obr. 2), jejichž volba je do značné míry podmíněna silně fragmentárním stavem jednotlivých nálezů. Z hlediska funkce zařízení je v tomto ohledu důležitá velikost průduchů, která má vliv na rychlost přestupu tepla z topeniště do peciště. Její hodnoty se pohybují standardně mezi 1,6 a 3,5 cm (obr. 8: A). Výrazně vyšší hodnota dosahující ca 8 cm je zmiňována pouze u roštu z Milína (Hrala 1959, 110). Tento extrém je ovšem patrně pouze zdánlivý, neboť v případech obou zařízení z Kapsovy Lhoty (jáma 3/1922: obr. 5: 1; jáma 7/1922: obr. 5: 7, 8) nebo u nálezů z Předního Poříčí (obr. 6: 7–10) jsou v místě napojení roštů na plášť zařízení ponechány větší protáhlé otvory. Bližší hodnotu těchto rozměrnějších otvorů lze ovšem odhadovat pouze u jediného zlomku z obj. 3/1922 z Kapsovy Lhoty (obr. 5: 2), a to na ca 15,5 cm. Přinejmenším v těchto případech byly rošty původně perforovány kombinací různě velikých otvorů, případně je mohla tvořit širší perforovaná či neperforovaná ramena (obr. 5: 3; 6: 8). V evropském měřítku se nejedná o jev ojedinělý, neboť obdobná řešení se běžně uplatňují v konstrukci pyraunů rozšířených v průběhu doby bronzové a halštatské v Karpatké kotlině a na Apeninském poloostrově (Lamut 1989, T. 25: 12; Dular – Ciglenciki – Dular 1995, T. 36: 3–9; Romsauer 2003, tab. VII: 2, XIII–XVI: 1, XVII, XXXVIII: 1, 3–5, XLII: 1; Dular – Tomanič-Jevremov 2010, T. 76: 10).

Druhou hodnotou, kterou lze sledovat v širším měřítku, je síla roštů jednotlivých zařízení. Ta se pohybuje v rozmezí 1,2–5,6 cm (obr. 8: B). Tento parametr je v kombinaci s tvarem a velikostí roštu ukazatelem jeho nosnosti, a tím pádem také jedním z faktorů, který podmiňuje možnosti využití daného zařízení. Z toho důvodu byly sledovány také rozměry



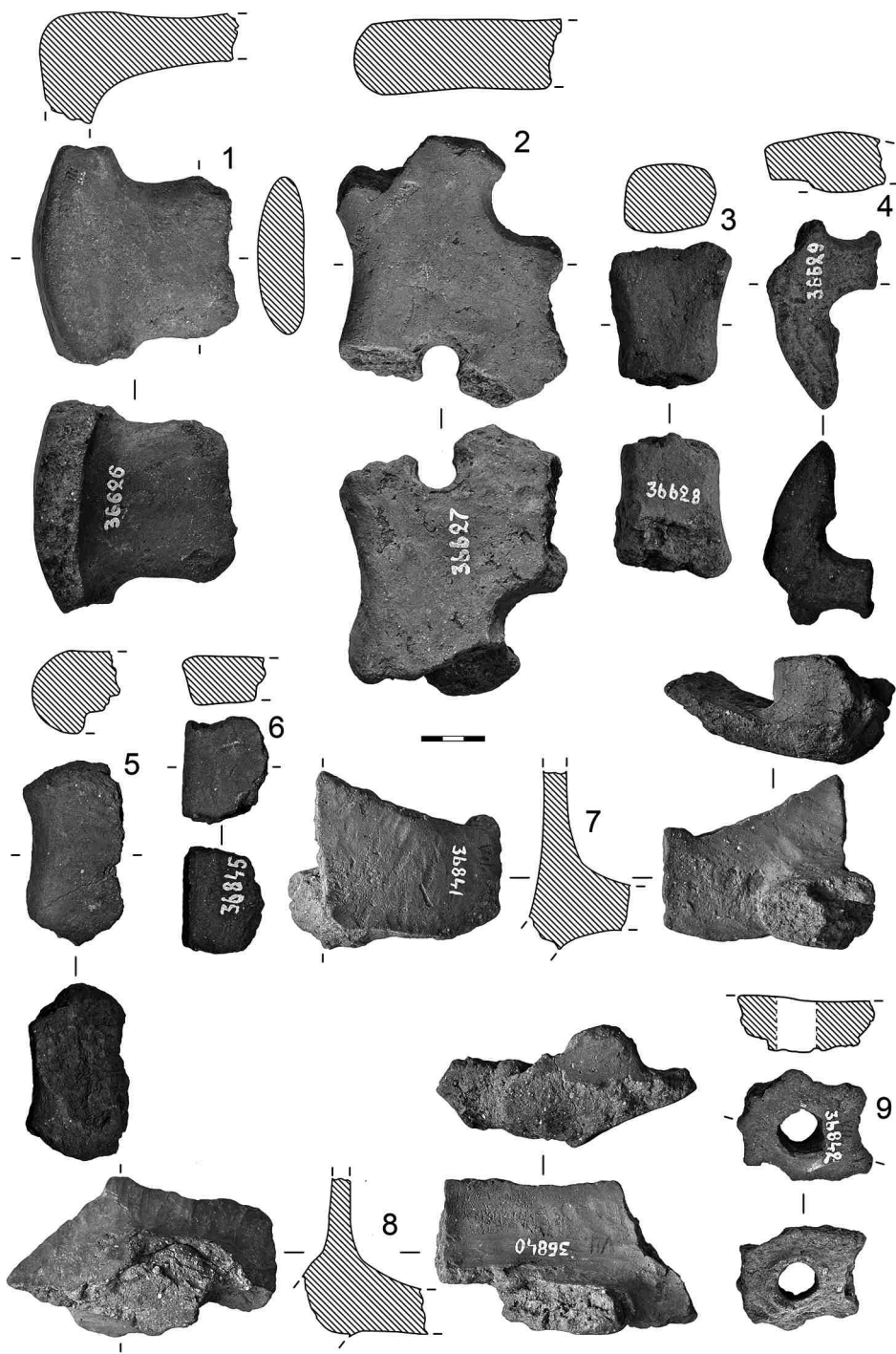
Obr. 3. Pyrotechnologická zařízení z období Ha C – LT A. Köln-Blumenberg (DU): 1–3 – obj. 297/1990; 4 – obj. 404/1990; 5 – obj. 159/1989. Podle *Simons 1992*, Abb. 11.

Fig. 3. Pyrotechnological devices from Ha C – LT A. Köln-Blumenberg (DU): 1–3 – feature 297/1990; 4 – feature 404/1990; 5 – feature 159/1989. After *Simons 1992*, Abb. 11.



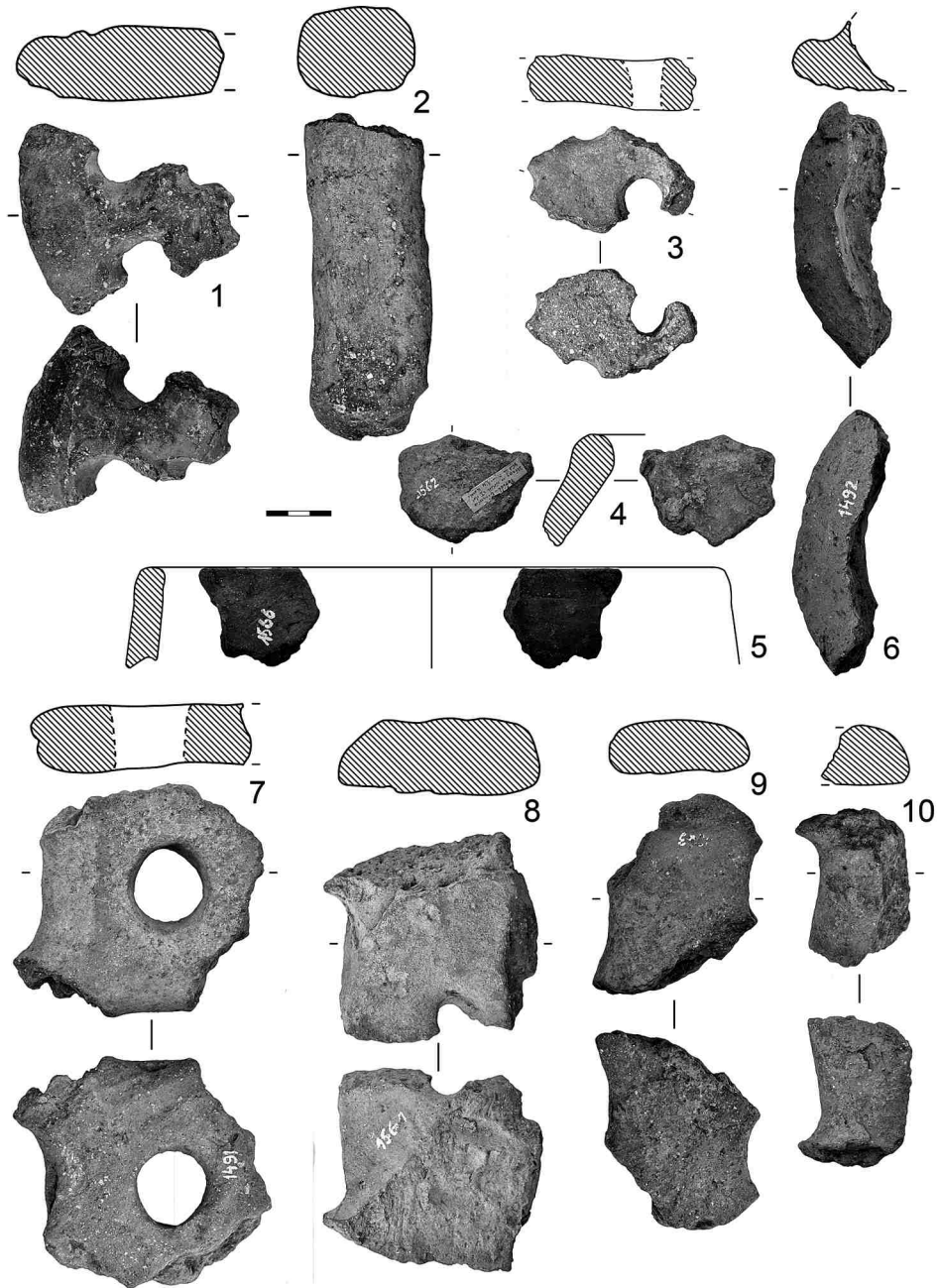
Obr. 4. Pyrotechnologická zařízení z období Ha C – LT A. 1, 2 – Donsbrüggen, Lkr. Kleve (DU); 3 – Duisburg-Hamborn (DU); 4 – Duisburg-Huckingen (DU); 5–7 – Krašovice, okr. Příbram (CC); 8–10 – Milín, okr. Příbram (CC); 11 – Dobrovíz, Praha-západ (CC). 1, 2 – podle Kersten 1940, Abb. 39: 15, 17; 3 – podle Stampfuß 1959, Taf. 10: 14; 4 – podle Bolus – Fugensi 2000, Abb. 50; 5–7 – podle Jansová 1957, obr. 16: 3, 4, 17:15; 8–10 – podle Hrala 1957, tab. II: 2; 11 – foto J. Kysela. 6–10 – bez měřítka.

Fig. 4. Pyrotechnological devices from Ha C – LT A. 1, 2 – Donsbrüggen, Lkr. Kleve (DU); 3 – Duisburg-Hamborn (DU); 4 – Duisburg-Huckingen (DU); 5–7 – Krašovice, Příbram district (CC); 8–10 – Milín, Příbram district (CC); 11 – Dobrovíz, Praha-západ (CC). 1, 2 – after Kersten 1940, Abb. 39: 15, 17; 3 – after Stampfuß 1959, Tab. 10: 14; 4 – after Bolus – Fugensi 2000, Abb. 50; 5–7 – after Jansová 1957, fig. 16: 3, 4, 17: 15; 8–10 – after Hrala 1957, tab. II: 2; 11 – photo by J. Kysela. 6–10 – without scale.



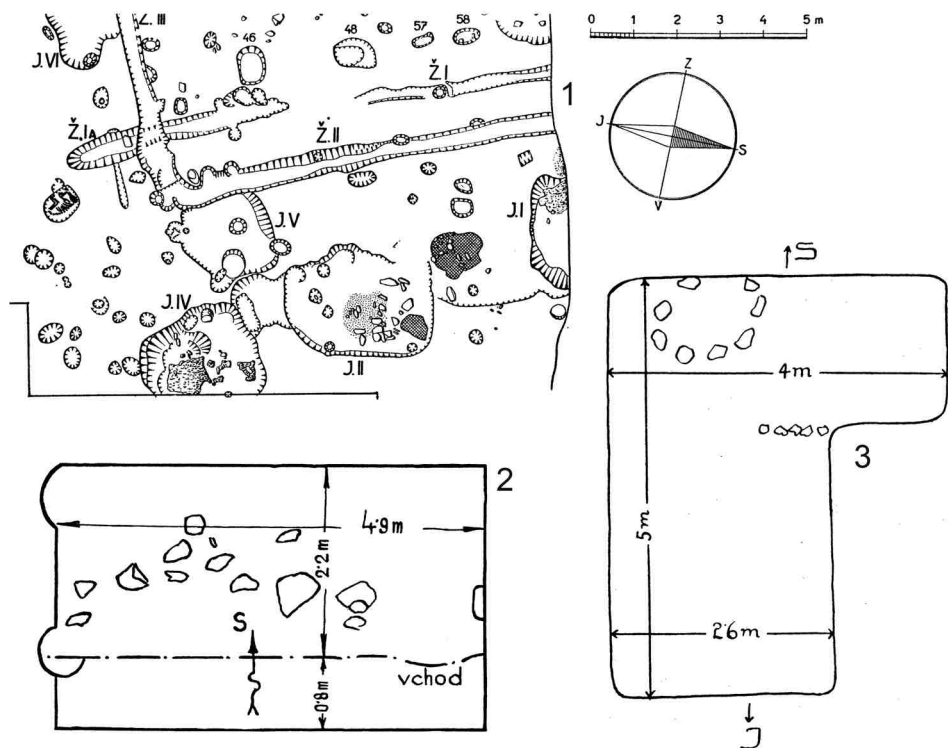
Obr. 5. Pyrotechnologická zařízení z období Ha C – LT A. Kapsva Lhota, okr. Strakonice (CC): 1–4 – jáma 3/1922; 5–9 – jáma 7/1922.

Fig. 5. Pyrotechnological devices from Ha C – LT A. Kapsva Lhota, Strakonice district (CC): 1–4 – pit 3/1922; 5–9 – pit 7/1922.



Obr. 6. Pyrotechnologická zařízení z období Ha C – LT A. 1, 2 – Myštice, okr. Strakonice (CC); 3 – Strakonice (CC); 4–10 – Přední Poříčí, okr. Příbram (CC).

Fig. 6. Pyrotechnological devices from Ha C – LT A. 1, 2 – Myštice, Strakonice district (CC); 3 – Strakonice (CC); 4–10 – Přední Poříčí, Příbram district (CC).



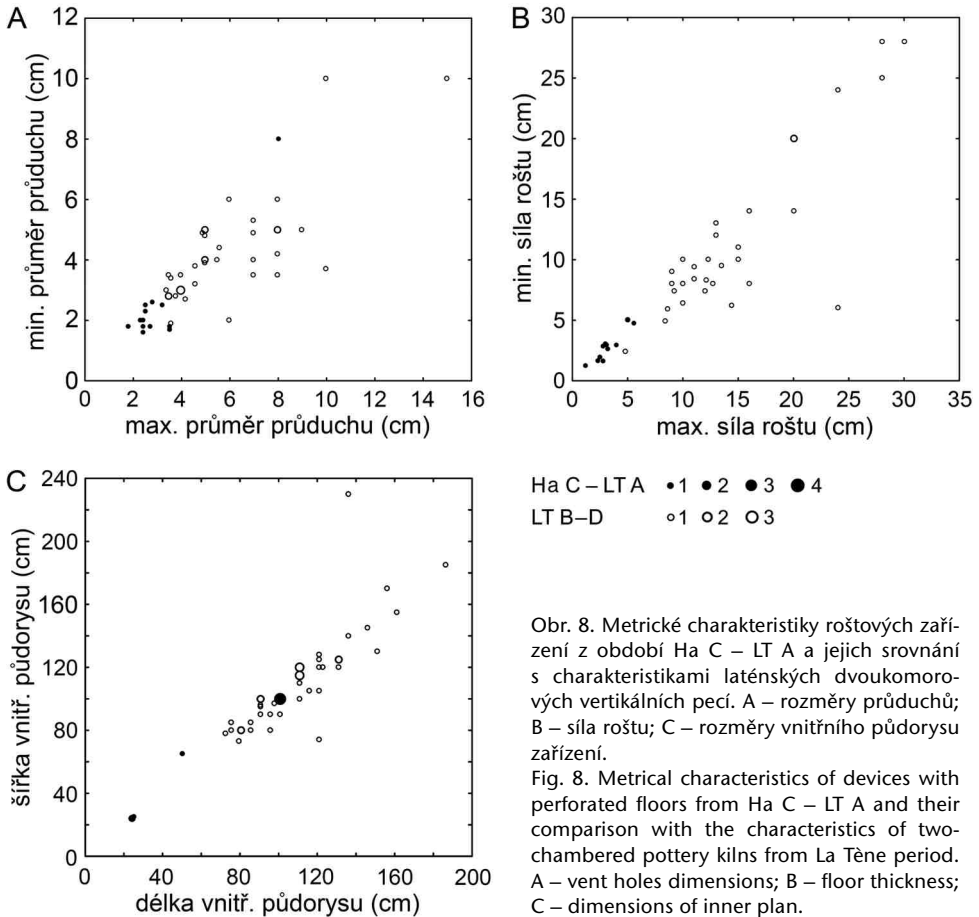
Obr. 7. Polozemnice spojené s nálezy relikvů roštových zařízení z období Ha D2–3 až LT A v Čechách. 1 – Krašovice (obj. J.I); 2 – Strakonice; 3 – Kapsova Lhota, jáma 3/1922. 1 – podle Jansová 1957, obr. 2, upraveno; 2 – podle Dubský 1932b, obr. 40; 3 – podle Dubský 1927, obr. 84. 2, 3 – bez měřítka.

Fig. 7. Sunken houses connected with finds of relics of pyrotechnological devices with perforated floors from Ha D2–3 to LT A in Bohemia. 1 – Krašovice; 2 – Strakonice; 3 – Kapsova Lhota, pit 3/1922. 1 – after Jansová 1957, fig. 2, modified; 2 – after Dubský 1932b, fig. 40; 3 – after Dubský 1927, fig. 84; 2, 3 – without scale.

tzv. vnitřního půdorysu<sup>21</sup> zařízení (obr. 8: C) a jeho tvar, které se ovšem podařilo dokumentovat spíše výjimečně. Průměr půdorysu byl podchytilelný pouze v devíti případech, a to na základě dostupných údajů či prostřednictvím rekonstrukcí průměrů roštů nebo obvodových stěn pecí. Ve všech případech měly půdorysy kruhový tvar. Výraznější variabilitu lze sledovat u jejich průměrů. Zatímco pece známé z německého území měly zhruba metrový průměr (viz Soupis, položky DU5, 6), půdorysné rozměry zařízení z Čech jsou výrazně menší. Jejich odhady se většinou pohybují mezi 20 a 30 cm (viz Soupis, položky CC2a, 2b, 5), čemuž ostatně odpovídá také odhadovaný průměr zlomku pocházejícího patrně z pláště<sup>22</sup> zařízení zachyceného v Předním Poříčí (obr. 6: 5). Větší rozměry dosahující 50 × 60–70 cm jsou uváděny pouze z Krašovic.

<sup>21</sup> Jako vnitřní půdorys pece je označena ta část zařízení, která je plošně vymezena obvodem pláště peciště a obvodem roštu. V případě topeniště se pak jedná o prostor ležící přímo pod roštěm.

<sup>22</sup> Hodnota průměru (ca 26 cm) není na obr. 2 a 8 uvedena záměrně, neboť v tomto případě nelze, s ohledem na absenci roštu, pokládat souvislost s pyrotechnologických zařízení za nepopiratelnou.



Obr. 8. Metrické charakteristiky roštových zařízení z období Ha C – LT A a jejich srovnání s charakteristikami laténských dvoukomorových vertikálních pecí. A – rozměry průduchů; B – síla roštu; C – rozměry vnitřního půdorysu zařízení.

Fig. 8. Metrical characteristics of devices with perforated floors from Ha C – LT A and their comparison with the characteristics of two-chambered pottery kilns from La Tène period. A – vent holes dimensions; B – floor thickness; C – dimensions of inner plan.

S rozměry vnitřního půdorysu souvisejí také doklady (ne)přítomnosti podpůrné konstrukce, jejíž otisky se někdy objevují na spodním povrchu roštů. Smyslem této dočasné opory budované z organických materiálů bylo zajištění stability roštu během výstavby zařízení (Hlava – Mangel 2013, 687; Toepfer 1953, 73). Po vyschnutí byla opora spálena nebo vyjmuta. Podpůrné konstrukce jsou důležité především u pecí větších rozměrů. Jejich užití je zmiňováno např. v souvislosti s většími zahloubenými pecemi registrovanými v areálu sídliště Hünfeld-Meckenzell. Registrovány byly též na fragmentech roštů z německých lokalit Duisburg-Huckingen a Köln-Blumenberg. Naproti tomu ve všech případech známých z Čech, u nichž bylo možno toto hledisko sledovat, otisky konstrukce zaznamenány nebyly. To ostatně také odpovídá výrazně menším rozměrům půdorysů, které se pojí se zdejšími nálezy.

Z objektů, z nichž pocházejí fragmenty roštů, jsou běžně zmiňovány také velké zlomky mazanice, někdy s otisky proutěné armatury. Enormní množství mazanice bylo zachyceno ve všech třech objektech s nálezy zlomků roštů v lokalitě Köln-Blumenberg. Z obj. 156 pochází 140 zlomků mazanice o průměru ca 8 cm (Bernhardt 1990, 368), z obj. 297 je



uváděno 17 kg a z obj. 404 až 15,4 kg tohoto materiálu (*Simons 1992*, 380–381, Abb. 12). Jak ovšem správně uvádí A. *Simons* (1992, 380), přímou souvislost s pyrotechnologickým zařízením nelze u takových fragmentů jednoznačně doložit, neboť stejně tak mohou souviset např. s destrukcí výmazu stěn jiných stavebních struktur. V obou posledních zmíněných objektech jsou zastoupeny také zlomky s jedním povrchem dobře vyhlazeným a s druhým nesoucím otisky armatury (*obr. 3: 1*), které jsou přesto považovány za pozůstatky konstrukce stěn pláště zařízení. Podle dochované síly zlomků, která se pohybuje kolem 4–5 cm, se za předpokladu oboustranně omazané armatury odhaduje tloušťka takových stěn na ca 10–12 cm.

I ve zbylé části náleзовého fondu je možno parametry souvisejí s „neroštovými“ částmi pyrotechnologických zařízení sledovat pouze ojediněle. Jejich identifikaci umožnila buď zjevná návaznost na rošt, nebo specifický keramický materiál, jehož charakter takové zlomky spojuje se zlomky roštů. Taková kritéria mohla být hodnocena pouze u revidovaných kolekcí fragmentů z českých lokalit. Prostřednictvím prvního vodička se podařilo rozpoznat zlomky pláště v souborech z obou objektů z Kapsovy Lhoty. Síla stěn těchto plášťů dosahovala u obj. 3/1922 hodnoty 2,4 cm (*obr. 5: 1*) a u obj. 7/1922 se pohybovala mezi 0,9 a 1,4 cm (*obr. 5: 7, 8*). Téměř shodná hodnota (1,2 cm) byla naměřena také u fragmentu zařízení z Dobrovíze (*obr. 4: 11*). Na základě podobnosti použitých materiálů<sup>23</sup> byly obdobně interpretovány také některé fragmenty z Předního Poříčí (*obr. 6: 4–6*). Síla stěny v těchto případech dosahovala podobných hodnot jako v Kapsově Lhotě (1,2–2,3 cm). Jen o málo vyšší hodnoty (2,6–3,5 cm) se uvádějí také v souvislosti s mírně vyklenutým hliněným zlomkem, patrně z klenby kopule, nalezeným v Krašovicích (*obr. 4: 5*).

Ojediněle byly identifikovány také zlomky pokládané za relikty ústí topeniště. V případě nálezu z polohy Köln-Blumenberg se jednalo o jednoduché obloukovité zaklenutí z mazanice (*obr. 3: 3*). Nález z Krašovic naproti tomu tvořil pravoúhle modelovaný útvar zdobený kruhovými kolky (*obr. 4: 6*).

### 3.5. Roštová zařízení období Ha C – LT A a jejich srovnání s dvoukomorovými vertikálními pecemi doby laténské

Protože jsou probíraná pyrotechnologická zařízení někdy řazena do stejné kategorie jako laténské dvoukomorové vertikální pece, je zajímavé srovnání jejich parametrů.<sup>24</sup>

Jasně odlišnosti vyplývají především ze srovnání vybraných formálních znaků a metrických charakteristik. Jak již bylo uvedeno výše, z parametrů souvisejících s konstrukcí a funkcí zařízení mohla být, s ohledem na fragmentární stav dochování, v širším měřítku sledována pouze velikost průduchů a síla roštů. U obou hledisek je zřejmé, že data získaná pro pece období Ha C – LT A leží standardně mimo variační rozpětí dat zjištěných pro hrnčířská zaří-

<sup>23</sup> V zásadě všechny zlomky takto posuzovaných zařízení byly zhotoveny z oxidačně páleného keramického materiálu ostřenéno hůře tříděným hrubším písčítým ostřívem s frakcí nad 1 mm.

<sup>24</sup> Ke komparaci poslouží soubor 62 relikví laténských pecí známých z území Čech a Moravy (poslední publikované soupisy viz *Hlava 2008*, 226–228; *Hlava – Vích 2007*, 45–48), které ve srovnávaných hlediscích představují standardní středoevropský vzorek. Do tohoto počtu nejsou zahrnuty zlomky roštů s nejistým náleзовým kontextem ani jejich fragmenty nalezené v sekundárním uložení. Ty pocházejí z Dědic u Vyškova (*Čižmář – Geislerová – Unger edd. 2000*, 47, 150), Milovic, obj. 90 a 95 (*Čižmář 1994*, 88, Abb. 1), Troubska (*Šimek 1958*, 349–350) a Zástřizel (*Lečbých 2012*). Zlomky s ne zcela jasným kontextem známe z Boršic (*Kalousek 1955*, 35, obr. na str. 36), Cerhýnek (*Dvořák 1936*, 85, 128), Chrudim (*Mangel 2014*, 90, obr. 8: 1), Malého Hradiska (*Hlava – Vích 2007*, 47) a Ostroměře (*Mangel 2014*).

zení laténská. Vyhodnocení velikosti průduchů (*obr. 8: A*) komplikuje fragmentární charakter většiny nálezu roštů. Jisté ovšem je, že v případě laténských hrnčířských pecí se průměr průduchů jen výjimečně pohybuje pod hranicí 3 cm, přičemž hodnota nižší než 2 cm byla dosud zaznamenána ojediněle. U pecí předlaténských je situace v podstatě obrácená. Průměr (měřitelných) průduchů zde jen ojediněle překračuje hodnotu 3,5 cm a těžiště jeho hodnot leží mezi 1,6 a 2,5 cm.

Maximální síla roštu laténských pecí se nejčastěji pohybuje mezi 9 a 16 cm a minimální mezi 6 a 14 cm, přičemž rošt, u nějž by maximální i minimální tloušťka ležela pod 5 cm, je zastoupen pouze v jediném případě<sup>25</sup> (*obr. 8: B*). I v tomto ohledu se halštatské a časné laténské pece pohybují pod uvedenými hranicemi. Část diskutovaných zařízení se pravděpodobně běžnému standardu vymyká i v případě velikosti vnitřního půdorysu. U laténských hrnčířských pecí se tato hodnota nejčastěji pohybuje mezi 90 a 120 cm a v zásadě neklesá pod 70 cm (*obr. 8: C*). U nálezu předlaténských lze tento parametr jednoznačně vyhodnotit pouze v některých případech, získaná data ovšem naznačují významné odlišnosti, která se zdají mít určité geografické souvislosti. Zatímco české nálezy leží zcela mimo variační rozpětí laténských pecí, u nálezu německých je situace odlišná. Všech pět případů, u nichž jsou pro toto hodnocení dosažitelné údaje, vykazuje průměry pohybující se kolem 100 cm, a odpovídají tak standardu běžnému pro hrnčířské pece laténské.

Značné rozdíly ukazují též vzájemné srovnání náleзовých kontextů obou chronologických skupin roštových zařízení. Většina nálezu fragmentů roštů z období Ha C – LT A totiž pochází ze sekundárního uložení mimo jednoznačně identifikovatelný kontext vlastních pecí.<sup>26</sup> Tato skutečnost ostře kontrastuje se situací z doby laténské, kdy se pozůstatky roštů, případně též pláštů pecišť, v drtivé převaze případů vážou na prostor samotných dvoukomorových pecí, zapuštěných (alespoň částečně) pod úroveň terénu. Části roštů v sekundárním uložení jsou v náleзовém fondu z tohoto období spíše výjimkou.<sup>27</sup>

Velká část českých nálezu z období Ha D 2–3 až LT A se navíc váže na objekty, které lze pokládat za polozemnice (*obr. 2: 7*). V těchto, ale i v dalších případech jsou pak relikty roštových struktur doprovázeny také informacemi o přítomnosti otopných zařízení. V takových případech je možné uvažovat o tom, že roštové pece tvořily součást vybavení interiérů zahlobených staveb. S vazbou pecí na zahlobené objekty pravidelného půdorysu s doklady svislých sloupových konstrukcí je nutno počítat i v případě hrnčířských komplexů z doby laténské. Zde ovšem „polozemnice“ plnily téměř výhradně funkci předpecní jámy a samotná pec byla vysunuta mimo její vlastní prostor (např. Sajópetri: *Szabó ed. 2007*, 115, 217–219, fig. 33–36; Slovenský Grob: *Čambal 2011*, 84–95, 103, obr. 3–5, tab. I–VI). Pouze v jediném případě z celé střední Evropy byla registrována situace, kdy pec zaujímalu polohu uvnitř takového objektu (Sárvár: *Szilasi 2006*, 232–236, tab. 2). I zde však bylo její topeniště zapuštěno pod úroveň podlahy. Nejednalo se tedy o povrchové zařízení, na jaká usuzujeme ve většině případů roštových struktur z období Ha C – LT A.

<sup>25</sup> Jedná se o rošt jedné ze dvou dosud podrobně nepublikovaných pecí poměrně malých rozměrů odkrytou v roce 2013 ve Vestci na Chrudimsku (*Thér – Mangel – Gregor 2014*, 418, obr. 2).

<sup>26</sup> Roštové pece z období Ha C – LT A zapuštěné pod úroveň terénu či podlah staveb *in situ* byly dokumentovány pouze ve čtyřech z 22 podchycených případů (srov. *obr. 2*).

<sup>27</sup> Soubor 62 českých a moravských laténských pecí zachycených *in situ* doprovází pouze pět jednoznačných nálezu sekundárně deponovaných částí roštů.

### 3.6. Analýzy provozních teplot a složení spalin roštových zařízení období Ha C – LT A

Možnosti využití probíraných zařízení pro výpal keramiky jsme dále zkoumali na základě hodnocení termální alterace zlomků roštů vybraných českých nálezů. Vzorky byly vybrány tak, aby byly zjištěny teploty na protilehlých površích roštů ve vzdálenosti nejméně 2 cm od průdchů. Takto zjištěné teploty by mohly odrážet případné teplotní rozdíly mezi prostředím topeniště a peciště. V analýze by se teoreticky mohly projevit odlišné nároky na teplotní podmínky mezi dvěma hlavními alternativami užití zařízení: tepelnou úpravou potravy a výpalem keramiky. Zatímco tepelná úprava potravy nevyžaduje teploty vyšší než 300 °C, pro výpal keramiky předpokládáme minimální teplotu okolo 600 °C (popř. teplotu vyšší, pokud není zajištěna dostatečná doba žhání), aby došlo k dehydroxylaci jílových minerálů. Vzhledem k nedokonalému přestupu tepla mezi topeništěm a pecištěm je pro dosažení příslušných teplot třeba počítat s teplotou v topeništi vyšší o ca 100–200 °C, než je cílová teplota v pecišti, tedy v případě výpalu keramiky minimálně 700–800 °C. Pokud by žádný z obou povrchů roštu nedosahoval této teploty, pak je možné s velkou pravděpodobností vyloučit uplatnění výpalu keramiky v daném zařízení. V opačném případě ovšem není možné vyloučit ani uplatnění výrobních procesů, k nimž postačují nižší teploty (např. tepelné přípravy potravy), ani potvrdit uplatnění výpalu keramiky, neboť (a) v rámci výstavby mohlo být zařízení vypáleno na vyšší teplotu, než byly teploty provozní, (b) vyšší teploty mohlo být v zařízení dosaženo i v průběhu provozu, např. náhodně nebo záměrně při předeřhívání zařízení před vlastním procesem, a (c) mohlo se jednat o multifunkční zařízení.

K odhadu teplot bylo využito analýzy pomocí rentgenové difrakční práškové analýzy<sup>28</sup>, která minimalizuje destruktivní zásah při odběru vzorků. Míra termální alterace jednotlivých vzorků byla určena na základě porovnání publikovaných údajů s naměřenými výsledky (např. *Cultrone et al. 2001*, 62). V případě vzorků s přítomností illitu 2M byla teplota termální alterace identifikována pomocí poměru difrakčního reflexu illitu (002) vůči bazálnímu reflexu illitu (110) (*Maggetti – Schwab 1982*, 127). Ze získaných RTG difrakčních záznamů bylo stanoveno též minerální složení jednotlivých vzorků (*obr. 9*).

Analýzované vzorky ze Strakonice obsahují křemen, plagioklasy blízké albitovému složení a draselné živce blízké ortoklasovému složení (*obr. 9*). Poměr difrakčních reflexů polytypní modifikace illitu 2M (002)/(110) přesahuje hodnotu 0,3 (*obr. 10A*), což je charakteristické pro teploty pod 500 °C. Teplotu pod 500 °C dokumentuje také přítomnost chloritu ve vzorku Str1930-1b. Tu by ovšem bylo třeba definitivně potvrdit ještě dalšími analýzami.

Vzorky z Předního Poříčí (Zap1561) obsahují především křemen, plagioklasy blízké albitovému složení a draselné živce ortoklasového charakteru (*obr. 9*). Oba vzorky se vyznačují také přítomností amfibolu, jehož složení je blízké Mg-hornblendu. V případě vzorku Zap1561-1b bylo identifikováno difrakční maximum s hodnotou 0,71 nm, což odpovídá kaolinitu (*obr. 10B*). Poměr difrakčních reflexů polytypní modifikace illitu 2M (002)/(110) je blízký hodnotě 0,3, což odpovídá teplotám okolo 500 °C (*Maggetti – Schwab 1982*; 127). Přítomnost kaolinitu odráží teploty, které nepřesáhly 500 °C. U vzorku Zap1561-1a se poměr difrakčních maxim blíží k hodnotě 0,2, která odpovídá teplotám okolo 600 °C. Lze tak konstatovat, že vzorek Zap1561-1b byl vystaven teplotám v intervalu 500–600 °C, zatímco teploty na vzorku Zap1561-1a nepřesáhly 500 °C.

Téměř shodné minerální složení, a zároveň i teplotní alterace, bylo identifikováno v případě vzorků Zap1491-1a, b z téže lokality. Vzorky se vyznačují přítomností křemene, Mg-hornblendu, a na rozdíl od předcházejících vzorků byly rozpoznány pouze plagioklasy blízké albitovému složení (*obr. 9*). Pro vzorek Zap1491-1b je charakteristická přítomnost kaolinitu s difrakčním maximem 0,71 nm (*obr. 10C*). Identifi-

<sup>28</sup> Analýza byla provedena na difraktometru Bruker D8 Discover s použitím  $\text{CuK}\alpha_1$  filtru při urychlovacím napětí 40 kV a proudu 40 mA.

ID lok	Lokalita	Vzorek	Inv. č.	Teplota °C	Chl	Kln	Ill	Qtz	Plg	K-Fld	Hbl	Barva povrchu (Munsellova notace)	Obr.
CC2a	Kapsova Lhota	KL3-1922-1	36627	800-900	–	–	+	+	+	+	–	2.5YR 6/6 - 4/1	5:2
		KL3-1922-2		600-700	–	–	+	+	+	+	–		
CC2b		KL7-1922-1	36842	800-900	–	–	+	+	+	+	–	5YR 6/6	5:9
CC5	Myštice	Mys455-1a	455	700-800	–	–	+	+	+	+	–	2.5YR6/8 - 10YR3/1	6:1
		Mys455-1b		700-800	–	–	+	+	+	+	–		
CC6	Přední Poříčí	Zap1491-1a	1491	500-600	–	–	+	+	+	–	–	5YR 6/6 - 10R 5/3	6:7
		Zap1491-1b		400-500	–	+	+	+	+	–	–		
		Zap1561-1a	1561	400-500	–	–	+	+	+	+	–	2.5YR6/8	6:8
		Zap1561-1b		500-600	–	?	+	+	+	+	–		
CC7	Strakonice	Str1930-1a	450d	300-400	–	–	+	+	+	+	–	2.5YR 6/6	6:3
		Str1930-1b		300-400	+	–	+	+	+	+	–		

Obr. 9. Pyrotechnologická zařízení období Ha D2–3 až LT A z Čech. Přehled vzorků vybraných k analýze termální alterace roštů.

Fig. 9. Pyrotechnological devices from Ha D2–3 to LT A from Bohemia. A summary of samples collected for the analysis of the thermal alteration of grates.

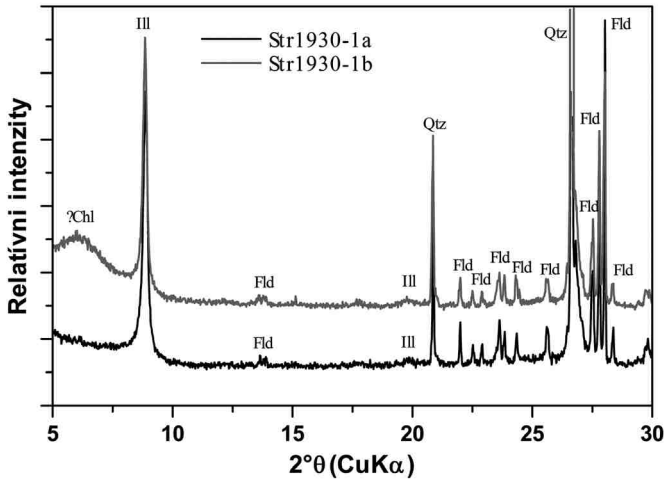
kováno bylo též difrakční maximum odpovídající sádrovci. Jeho přítomnost ve vzorku ovšem nemusí být původní. Sádrovec totiž může v prostoru pórů vzorku vykristalizovat sekundárně, stejně jako nelze zcela vyloučit kontaminaci vzorku během laboratorního zpracování. S ohledem na poměr difrakčních maxim illitu a přítomnost kaolinitu v mineralogickém složení je možno předpokládat teploty termální alterace shodné s předcházejícím případem. Vzorek Zap1491-1a byl vystaven teplotám v rozsahu 500–600 °C a termální alterace vzorku Zap1491-1b odpovídá intervalu 400–500 °C.

Vzorky z Myštic (Mys455-1a, b) vykazují přítomnost křemene, přítomnost plagioklasů se složením blízkým sanidinovému složení, draselných živců se složením blízkým mikroklinovému složení a přítomnost illitu (obr. 9). V tomto případě nebyla identifikovaná polytypní modifikace illitu 2M, proto nelze spolehlivě interpretovat míru termální alterace na základě poměru difrakčních maxim. Z porovnání difrakčního záznamu s publikovanými údaji (Cultrone *et al.* 2001, 256) a ze snižování relativní intenzity illitu (obr. 11; Herz – Garisson 1998, 263, 264) je ovšem zřejmé, že vzorky byly vystaveny vyšším teplotám, jež se pohybovaly mezi 700–800 °C. Vzhledem k nepřítomnosti amorfní fáze nepředpokládáme teploty vyšší než 800 °C.

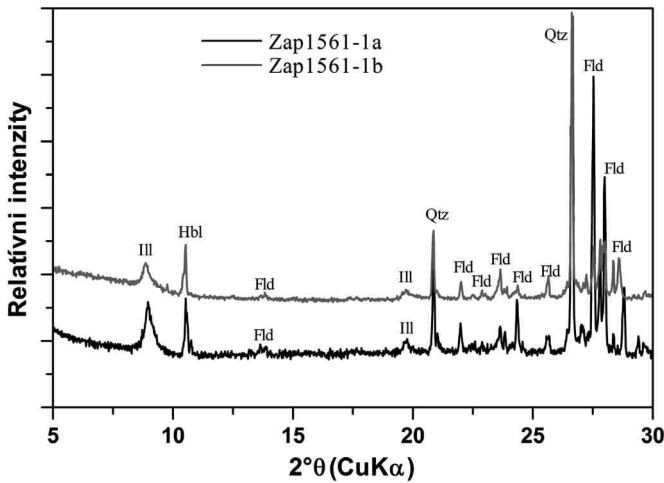
Vzorky z Kapsovy Lhoty mají podobné mineralogické složením jako vzorky z Předního Poříčí, jejich termální alterace je ovšem podstatně odlišná. V mineralogickém složení byly identifikovány minerály jako křemen, plagioklasy se složením blízkým sanidinu, draselné živce se složením blízkým ortoklasu a polytypní modifikace illitu 2M (obr. 9). Poměr difrakčních maxim této modifikace se pohybuje v intervalu 0,1–0,2, což je podle Maggettiho a Schwaba (1982, 127, 128) typické pro teploty v rozmezí 600–950 °C. Vzorky KL3-1922-1 a KL7-1922-1 se navíc vyznačují zvýšeným pozadím (obr. 11B). Tento jev může souviset s přítomností amorfní fáze, která vzniká na úkor jílovité matrix při teplotách vyšších než 800 °C (Herz – Garisson 1998, 263, 263; Cultrone *et al.* 2001, 256). Vyšším teplotám zároveň nasvědčuje také výrazné snižování bazálního reflexu illitu (Herz – Garisson 1998, 264). Teplota termální alterace uvedených vzorků proto odpovídá intervalu 800–900 °C. U vzorku KL3-19212-2 je dobře pozorovatelný bazální reflex (110), což odráží podstatně nižší teploty než v předchozích dvou případech. Míra termální alterace tohoto vzorku tak byla stanovena na základě porovnání s publikovanými údaji (Cultrone *et al.* 2001, 256) na 600–700 °C.

Výsledky analýz ukázaly, že z pěti vzorkovaných roštů vykazují tři (z Kapsovy Lhoty a Myštic) teploty dostačující pro výpal keramiky v prostoru peciště. Teplota odhadnutá v případě dvou dalších roštů (Přední Poříčí a Strakonice) je pro výpal keramiky nedostačující.

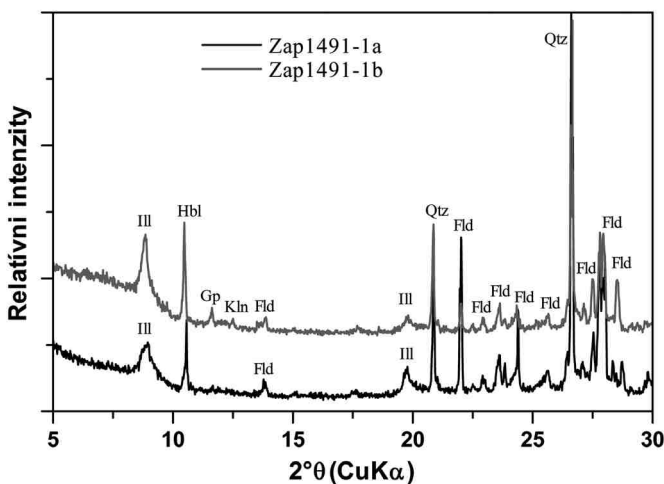
Orientační stanovení složení spalin přítomných při provozu nebo výrobě zařízení bylo provedeno na základě posouzení barevnosti zlomků roštů (obr. 9). Pro redukční prostředí je typická přítomnost volného uhlíku, který se usazuje v povrchové vrstvě keramických hmot a způsobuje charakteristické šedé až černé zbarvení. Naopak oxidační podmínky zapříčiňují vznik vyšších oxidů železa zbarvujících keramiku do žlutých až červených odstínů dle



**A** Obr. 10. Rentgenové difrakční práškové záznamy. A – Strakonice; B, C – Přední Poříčí. Použité zkratky: Fld – živce, Gp – sádrovec, Hbl – hornblend (amfíbol), Chl – chlorit, Ill – illit, Kln – kaolinit, Qtz – křemen.



**B**

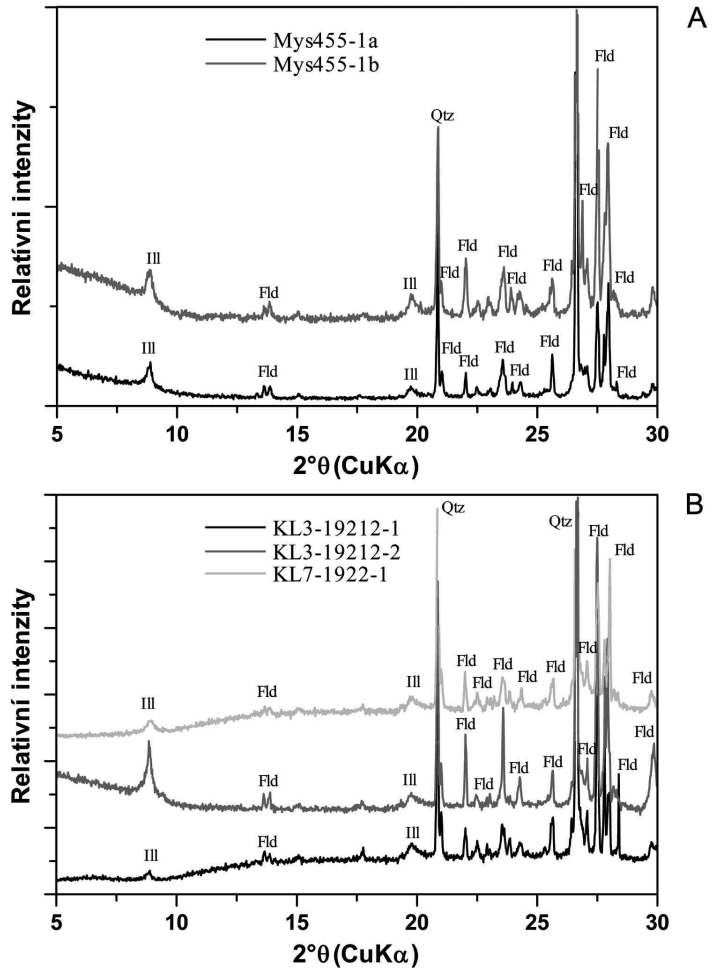


**C**

Fig. 10. X-ray powder diffraction records. A – Strakonice; B, C – Přední Poříčí. Key: Fld – feldspar, Gp – gypsum, Hbl – hornblende (amphibole), Chl – chlorite, Ill – illite, Kln – kaolinite, Qtz – quartz.

Obr. 11. Rentgenové difrakční práškové záznamy. A – Myštica; B – Kapsova Lhota. Použité zkratky: Fld – živce, Ill – illit, Qtz – křemen.

Fig. 11. X-ray powder diffraction records. A – Myštica; B – Kapsova Lhota. Key: Fld – feldspar, Ill – illite, Qtz – quartz.



míry oxidace, teploty a složení keramické hmoty. Původní barevnost keramických materiálů může být ovlivněna postdepozičními procesy, takže je potřeba hodnotit pouze výrazné trendy v barevnosti. V tomto smyslu je možné konstatovat, že u všech vzorků dominují světle červená až žlutočervená zbarvení povrchu občas přecházející do tmavších skvrn. To odpovídá převažující oxidační atmosféře v kombinaci s nižšími teplotami (zakouření v důsledku nedokonalého spalování paliva) během provozu jednotlivých zařízení.

### 3.7. Dílčí shrnutí výsledků analýzy archeologických pramenů

Analýza archeologických pramenů prokázala, že ve středoevropském prostoru existují nečetné doklady pyrotechnologických zařízení náležejících do období Ha C – LT A, jejichž společným znakem je přítomnost perforovaného roštu. Existence roštu byla v mnoha případech také určujícím faktorem vedoucím k jejich spojování s hrnčířskou výrobou. S výjimkou zahloubených pecí z lokality Hünfeld-Meckenzell se vesměs jedná o nálezy pocházející ze

sekundárního uložení v různých typech sídlištních objektů. Tato skutečnost vede k závěru, že většina takových zařízení byla původně instalována nad úroveň terénu či na podlahách zahloubených staveb. Vyloučit nelze jejich případný mobilní charakter. Dalšími společnými znaky, které předlaténská roštová zařízení poměrně jasně odlišují od laténských hrnčířských pecí, jsou malé rozměry průduchů pohybující se standardně v rozpětí 1,6–3,5 cm doprovázené malou tloušťkou roštů (1,2–5,6 cm).

Při bližším pohledu ovšem vyplynou skutečnosti, které umožňují položit do zdánlivě jednotného souboru těchto zařízení určitá dělítka. V rámci známých dokladů lze vyčlenit dvě výrazné geografické skupiny, které vykazují odlišnosti i v dalších aspektech. První z nich se koncentruje v oblasti dolního Porýní, zasahuje také na střední tok Rýna a dále na východ, do Hesenska. Chronologicky náleží většina zdejších nálezů do stupně Ha C–D, ojediněle též potenciálně do úseků mladších. Z metrického hlediska jsou pro ně zaznamenány větší rozměry vnitřních půdorysů, kterými odpovídají standardu pro hrnčířské pece laténské. Větším půdorysným rozměrům nasvědčuje také ojediněle uváděná přítomnost otisků podpůrné konstrukce na spodních stranách roštů. Častěji je v kontextu těchto nálezů zmiňován výskyt defektní keramiky, která v minulosti sloužila jako další argument pro využití zařízení k výpalu keramiky. U německých nálezů nemůžeme takové interpretace jednoznačně vylučovat, i když se ve velké části případů jeví, na základě vyhodnocení metrických a formálních znaků, minimálně jako problematické. Brání nám v tom nejen neúplný stav publikovaných údajů pojící se s některými nálezy, ale především absence analýz termálních alterací, jejichž výsledky ovšem máme k dispozici u následující skupiny obdobných objektů.

Druhá skupina zařízení byla rozpoznána v oblasti jižních a středních Čech. Čistě hypoteticky s ní mohou souviset také ojedinělé zlomky roštů z Niedererlbachu v Bavorsku, k nimž ovšem scházejí jakékoli další informace. Pro českou skupinu je charakteristické omezení na období Ha D2–3 až LT A. Fragmentární nálezy pyrotechnologických zařízení se zde často váží na objekty polozemnic vybavených ohništi či jinými formami otopných zařízení. Nelze proto vyloučit, že byla součástí vybavení jejich interiérů. Nápadné jsou též malé rozměry jejich vnitřních půdorysů, které lze ve vybraných případech odhadovat na ca 20–30 cm. Těmito rozměry, ale i dalšími konstrukčními detaily, jako je např. uspořádání průduchů či napojení roštů na stěny plášťů, silně připomínají přenosné pyrauny známé z průběhu doby bronzové a halštatské z Karpatské kotliny a Apeninského poloostrova. Ty jsou tradičně spojovány, nikoli s hrnčířstvím, ale se zpracováním potravin. Využití v hrnčířském provozu lze ostatně v některých případech českých nálezů vyloučit na základě analýzy dosažených teplot. I v případě vzorků s doloženými vyššími teplotami lze předpokládat potravinářské využití, neboť vykazují obdobné formální charakteristiky i nálezový kontext. Vyšší teploty v těchto případech uplatnění v rámci tepelné úpravy potravy nevylučují.

#### 4. Příspěvek experimentu k poznání funkce roštových zařízení z období Ha D2–3 až LT A na příkladu nálezů z Kapsovy Lhoty

Pro posílení dané interpretace jsme přistoupili k experimentální konstrukci vybraného roštového zařízení s cílem stanovit jeho technické parametry a limity s ohledem na jeho využití při výpalu keramiky. Experiment byl navržen tak, aby testoval dva základní teoretické předpoklady:

- a) Značně limitující rozměry a kapacita činí výpal v takovém zařízení extrémně nepraktický a neefektivní.
- b) Tepelné namáhání zařízení při výpalu keramiky neumožňuje (při zachování daných parametrů a použití adekvátních materiálů) dlouhodobější použitelnost zařízení.

Pro konstrukci byly vybrány doklady pyrotechnologických zařízení z Kapsovy Lhoty. V tomto případě teplotní alterace roštu nevylučuje použití pro výpal keramiky a zároveň bylo zjištěno nejvíce konstrukčních detailů v porovnání s ostatními nálezy (*Mangel – Thér 2014*).

#### 4.1. Konstrukce zařízení (návrh a stavba)

*Návrh zařízení* vycházel z několika jednoznačně stanovitelných parametrů: (a) průměr roštu bylo možné odhadnout mezi 20–30 cm, (b) rošt byl perforován malými kruhovými otvory (průměr 2–3 cm) doplněnými většími oválnými otvory (délka až 10 cm) po obvodu roštu, (c) rošt byl pevně napojen na spodní i vrchní část pláště, (d) spodní část pláště byla silnější (2–3 cm) a kónicky či obloukovitě se rozšiřovala, vrchní část pláště byla znatelně slabší (1 cm) a vybíhala svisle vzhůru.

Tyto parametry samozřejmě neumožňují celkovou rekonstrukci zařízení. Konstrukci bylo proto nutné navrhnout jako hypotetickou s ohledem na testovanou hypotézu. Cílem bylo zajištění optimální funkčnosti zařízení při zachování parametrů daných nálezovou situací, konkrétně zajištění možnosti efektivního dosažení teplotních podmínek potřebných k výpalu keramiky, tedy teplot minimálně 600 °C v místě, kde je vypalovaná keramika umístěna.

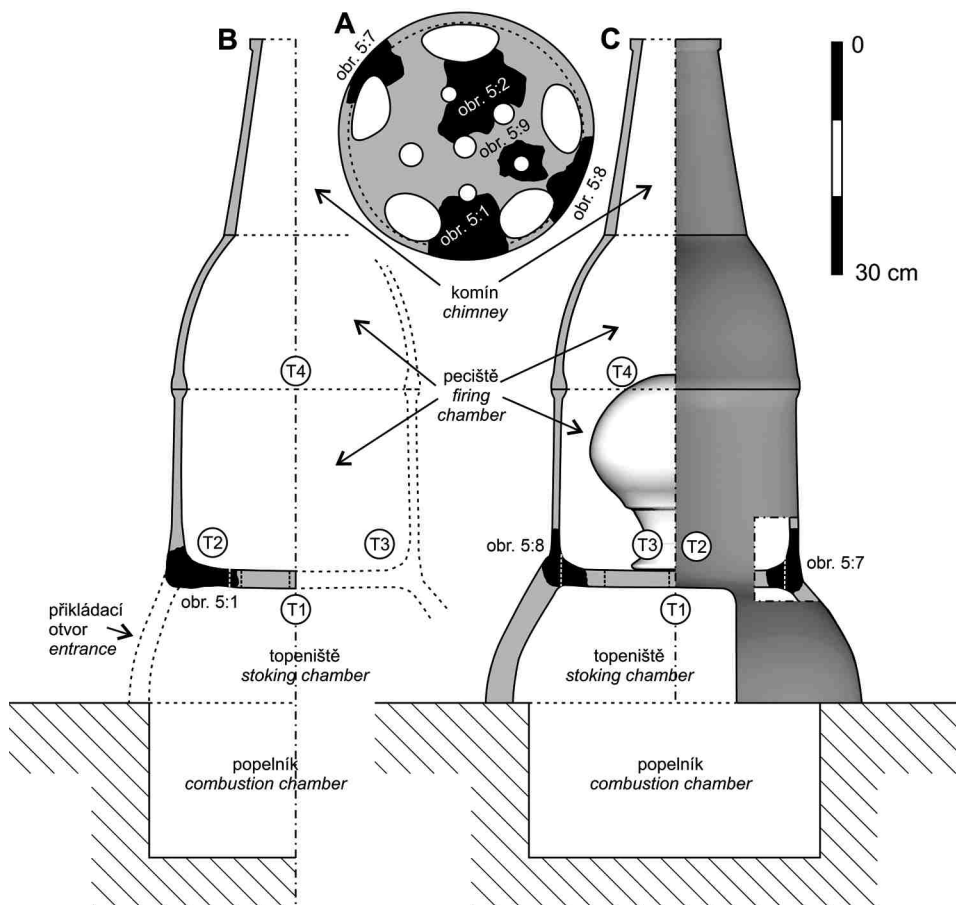
Z pohledu výpalu keramiky skýtá problém především průměr roštu svědčící o malé kapacitě peciště a topeniště, což limituje jednak velikost a množství nádob, které mohly být vypalovány, a také množství tepla, které může vzniknout spalováním paliva v topeništi. Druhým problémem je síla stěn pláště pece, která zapříčiňuje vznik extrémního teplotního gradientu ve stěně pece při vyšších provozních teplotách a také značnou ztrátu tepla sdílením do okolí.

Navržená konstrukce je sestavena ze tří mobilních dílů a zahroubení (*obr. 12*). Důvodem volby segmentového řešení je (a) maximální využití prostorových dispozic peciště (tzn. možnost vypalovat keramiku prakticky stejných průměrů jako je vnitřní průměr roštu), (b) zachování předpokládaného mobilního charakteru zařízení a (c) snížení rizika poškození zařízení v důsledku tepelného namáhání zmenšením velikosti jednotlivých těles soustavy.

První díl představuje vrchní část topeniště, rozšiřujícího se směrem dolů dle dochovaného napojení pláště na rošt, samotný rošt a spodní část peciště. Spodní část peciště má tvar válce a umožňuje naložit k výpalu keramiku do max. průměru ca 250 mm. Peciště pokračuje dalším dílem, jímž je kopule postupně zužující vnitřní průměr sestavy na ca 150 mm. Celková kapacita peciště činí zhruba 0,25 m<sup>3</sup>. Posledním dílem je mírně kónicky se zužující komín, který zvyšuje sestavu tak, aby byl při provozu zajištěn tah dostatečný pro efektivní dosažení potřebných teplot v pecišti (*obr. 12*).

Zařízení je postaveno na zahroubení, které zvětšuje prostor topeniště a slouží především jako popelník pro sběr odhořívajícího paliva, zabraňující zahlcení topeniště a zlepšující přívod spalovacího vzduchu k palivu. Toto konstrukční řešení bylo zvoleno pro optimalizaci tepelného výkonu topeniště především s ohledem na nutnost vyvinout v pecišti teploty přesahující 600 °C.





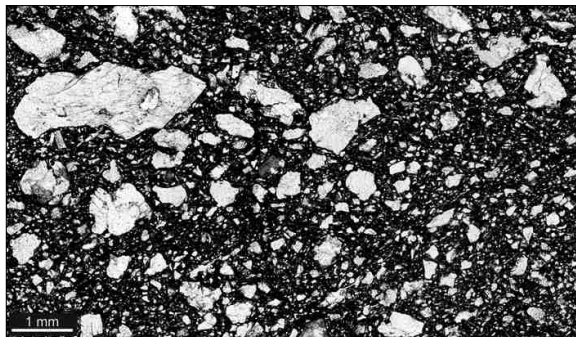
Obr. 12. Schéma experimentální konstrukce pece z Kapsovy Lhoty s vyznačením umístění teplotních čidel v průběhu experimentálních výpalů (T1–4). Originální fragmenty využitě pro návrh konstrukce jsou znázorněny černými plochami a označeny odkazy na příslušná vyobrazení.

Fig. 12. Scheme of experimental construction of device from Kapsova Lhota with an indication of the placement of thermocouples during the course of experimental firings (T1–4). The original fragments used for designing the construction are indicated in black and marked with references to the relevant depictions.

**Stavební materiál.** Volba materiálu ke konstrukci pece je v tomto případě klíčová. Stěny pece jsou vystaveny enormnímu tepelnému namáhání. Na vrcholu výpalu je vnitřní povrch pláště zahříván na teploty 600–900 °C, zatímco vnější povrch je chlazen vzduchem s venkovní teplotou. Na stěně o síle 10–20 mm tak dochází k extrémním rozdílům teplot, které způsobují vysoké tepelné napětí ve stěně. Tepelné napětí vyvolává především tepelná roztažnost keramických hmot a vysokoteplotní fázové přeměny v keramické hmotě obsažených minerálů, proto je vhodné pro stavbu takto namáhaných zařízení volit materiály s nízkou tepelnou roztažností. V běžných podmínkách to znamená volit materiály, popř. připravovat směsi s nízkým obsahem jílových minerálů a vysokou pórovitostí. Použití málo plastických surovin však problém nemusí vyřešit. K poškození dochází ve chvíli, kdy napětí v tělese

Obr. 13. Výbrus zhotovený z fragmentu pyrotechnologického zařízení z Kapsovy Lhoty, na základě kterého byl replikován materiál pro experimentální konstrukci.

Fig. 13. A thin section taken from a fragment of a combustion device from Kapsova Lhota, on the basis of which the material was replicated for the experimental construction.



převýší jeho mechanickou pevnost. Pro málo plastické hmoty je nízká mechanická pevnost typická. Použití takového materiálu snižuje tepelné napětí v tělese, ale zároveň jeho mechanickou pevnost. Výsledkem může být stejné riziko poškození jako u plastičtějších materiálů, a navíc takový materiál postrádá elasticitu a stabilitu potřebnou k výrobě a provozu pláště dané tloušťky. Řešením je pečlivé vyvážení složek tak, aby teplotní roztažnost byla maximálně snížena, ale zároveň nedošlo k přílišnému oslabení mechanické pevnosti materiálu.

Dle analýzy za využití rentgenové difrakční práškové analýzy a optické mikroskopie výbrusových preparátů je možné konstatovat, že receptura keramického materiálu použitého v případě zařízení z Kapsovy Lhoty splňuje základní kritéria pro využití v tepelně namáhaných objektech. Materiál byl silně ostřen (ca 40 %) slabě opracovanými úlomky hornin frakce do 3 mm s převahou draselných živců nad křemenem a plagioklasy (obr. 13). Pórovitost vypáleného materiálu přístupná vodě dosahuje 32 %. Charakter matrix odpovídá jílu s převahou illitu a v kombinaci se slabě opracovanými inkluzemi může odpovídat svahovým hlinito-písčítým sedimentům.

Důležitými parametry pro přípravu srovnatelné keramické hmoty bylo mineralogické složení, podíl, morfologie a distribuce aplastické minerální složky a pórovitost. Při replikaci stavebního materiálu byly dohledány lokální suroviny. V korytě místní vodoteče ca 300 m jižně od archeologické lokality byl odebrán materiál z prostředí smíšených kvartérních sedimentů. Materiál obsahoval písek, který mineralogickým složením i granulometricky odpovídá aplastické složce obsažené ve zlomcích roštu, a kal bohatý na organické látky. Plastická složka keramické hmoty byla odebrána v bývalém hliništi vzdáleném ca 5 km vzdušnou čarou severozápadním směrem od lokality na severním okraji obce Mutěnice. Získaný jíl obsahoval jemnozrné písky v objemovém podílu 5–10 %. Do jílu byla přimísená aplastická složka v objemovém podílu 30 %. Pórovitost získaného materiálu vypáleného na teplotu 700 °C se pohybovala mezi 30 a 35 %.

*Stavba.* Nejprve byl na rovné podložce vymodelován rošt pece (obr. 14A) a poté po obvodu napojen plášť spodní části peciště. Stavba pokračovala druhým dílem (kopulí), který byl postaven na okraji spodní části peciště, a komínem stavěným přímo na kopuli. Jednotlivé díly byly při stavbě separovány čerstvými listy položenými na styčných plochách. Vrchní část topeniště byla dostavěna poté, co spodní segment získal dostatečnou pevnost, aby mohl být bez rizika deformace obrácen. Stavba byla realizována v průběhu dvou dní a vyžádala si zhruba 1 hodinu na přípravu materiálu a 4 hodiny na vlastní stavbu. Po vyschnutí byla sestava vypálena na teplotu zhruba 600 °C v oxidačních podmínkách.



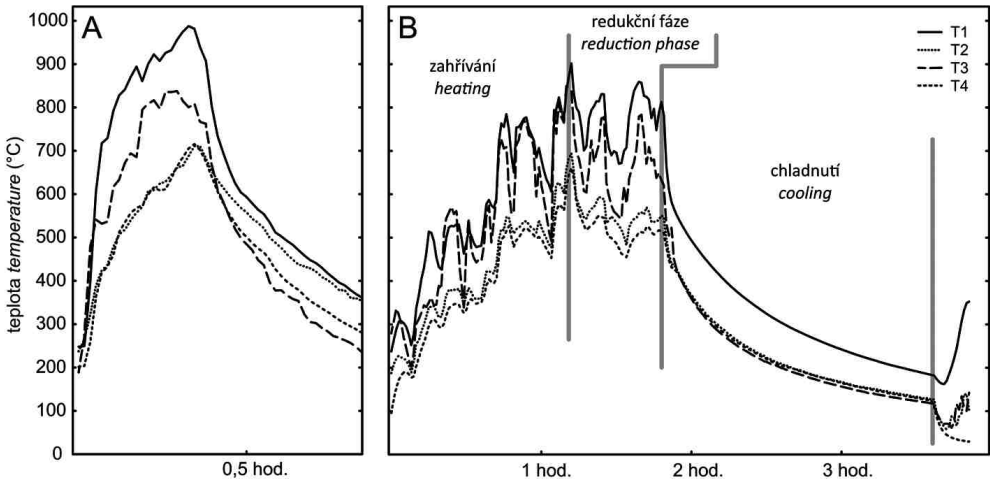
Obr. 14. Fotodokumentace experimentální replikace. A – rošt pece vymodelovaný na rovné podložce spolu s pláštěm spodní části peciště; B – spodní díl pece umístěný nad topeniště s předsušenou nádobou určenou k výpalu; C – kompletní sestava pece v průběhu výpalu; D – vypálená replika časné laténské vytáčené lahve; E – poškození pláště pece v důsledku tepelného namáhání soustavy; F – tmavě šedý povrch interiéru pece po redukčním výpalu.

Fig. 14. Photo documentation of the experimental replication. A – perforated floor modelled on a flat underlay along with the shell of the lower part of the firing chamber; B – lower part of the kiln located above the combustion chamber with a pre-dried vessel for firing; C – complete assembly of kiln during firing; D – fired replica of an Early La Tène wheel-thrown flask; E – damaged kiln shell resulting from the thermal stress; F – dark grey surface of the kiln interior after firing in reducing conditions.

## 4.2. Výpal

Pro experimentální výpal byly vyrobeny repliky časné laténských lahví (obr. 14D). Jako palivo byla použita směs listnatých dřevin s vlhkostí ca 30 %. Před výpalem bylo dřevo upraveno na kusy o tloušťce ca 3 cm. Délka paliva byla zvolena větší, než je průměr topeniště pece. Při přiložení se tak kusy dřeva vzpříčí ve vrchní části topeniště mezi otvorem pro přikládání a stěnou topeniště a do spodní části topeniště propadají až po částečném shoření. Dřevo je díky tomu při hoření rovnoměrně oksyličováno, což zvyšuje výkon topeniště.

K měření teplotního profilu výpalu byly použity čtyři teplotní sondy typu K s kovovým pláštěm na bázi niklu s maximální dosažitelnou teplotou měření 1335 °C. Cílem měření



Obr. 15. Teplotní profil experimentálních výpalů. A – výpal zjišťující limity výkonu pece; B – výpal repliky časné laténské vytáčené lahve.

Fig. 15. Thermal profile of experimental firings. A – firing for determining the performance limits of the kiln; B – firing of replica of Early La Tène wheel-thrown flask.

bylo pokrýt variabilitu teplot v pecišti a zároveň, pro srovnání s teplotami odhadnutými na protilehlých površích originálních roštů, změřit vývoj teplot ve vrchní části topeniště pod roštem. Jedna sonda byla umístěna na spodní straně roštu v jeho střední části (obr. 12: T1), dvě nad roštem v přední (obr. 12: T2) a zadní části (obr. 12: T3) a poslední sonda v prostoru nad vypalovanými nádobami (obr. 12: T4).

Cílem výpalu bylo nejen dosažení adekvátní teploty, ale též zajištění redukčních podmínek v příslušné fázi výpalu, neboť pozdně halštatská a časné laténská stolní keramika, která připadá v úvahu pro výpal v těchto zařízeních, byla vypalována v redukčních podmínkách (přínejmenším v konečné fázi výpalu).

Celkem bylo uskutečněno pět výpalů keramiky. Před samotným výpalem bylo nejprve ohněm vysušeno zahloubení topeniště. Po vysušení byl na zahloubení umístěn spodní díl pece s nádobou (či nádobami), která byla dohořívajícími uhlíky v jámě po dobu jedné hodiny předeřívána na teplotu ca 200 °C (obr. 14B). Po předeřívání byla nádoba zakryta kopulí a na kopuli byl umístěn komín (obr. 14C). Následovala fáze zahřívání peciště na teploty odpovídající výpalu keramiky v daném období, tedy intervalu 600–800 °C<sup>29</sup> zakončená redukční fází výpalu. Pro zajištění redukčního prostředí byly zvýšeny dávky paliva a snížen tah pece zúžením ústí komína, což způsobilo nedokonalé spalování paliva. Tato fáze byla ukončena uzavřením všech otvorů pece omazávkou. Po dalších zhruba 100 minutách byla pec otevřena a nádoba vyjmuta (obr. 14D). Odpovídajících maximálních teplot je možné v sestavě dosáhnout za ca 15–20 minut (obr. 15A) se spotřebou okolo 5 kg dřeva. Běžný

<sup>29</sup> Tyto teploty vycházejí z doposud nepublikované analýzy rozsáhlého souboru keramiky z pozdně halštatského až časné laténské sídliště v Tuněchodech. Obdobné hodnoty (700–800 °C) jsou uváděny také pro keramiku kalenderberské kultury (Gregor – Rebay-Salisbury 2012, 110). V případě analýz keramických nálezů z Heuneburgu a Châtillon-sur-Glâne byly konstatovány teploty ca 500–650 °C (Maggetti – Schwab 1982; Noll 1977).






provoz by samozřejmě zohledňoval vlastnosti vypalovaných keramických hmot. V případě stolní keramiky předpokládáme dobu zahřívání bez fáze předehřívání keramiky minimálně okolo 30 minut, spíše však delší. Na *obr. 15B* je vidět křivka výpalu repliky časně laténské vytáčené lahve. Doba zahřívání zde byla prodloužena na více než 60 minut. Kolísání křivek ukazuje na problém s udržením konstantního nárůstu teplot v důsledku malé kapacity zařízení, malého objemu materiálů akumulujících teplo a značných ztrát tepla sdílením do okolí. Ze stejných důvodů docházelo k nerovnoměrnému vývoji teplot v různých částech sestavy. Přední část peciště byla ovlivněna nasáváním spalovacího vzduchu příkladacím otvorem. V důsledku toho se zde maximální teploty pohybují na hodnotách o více než 100 °C nižších než v zadní části peciště. Nižší teploty, srovnatelné s přední částí peciště, byly zaznamenány také nad vypalovanou nádobou. Okamžitý rozdíl teplot na nádobě může dosáhnout až 250–300 °C.

V průběhu výpalu docházelo k rozvoji prasklin v plášti pece. Pravidelně se praskliny začaly objevovat při teplotách okolo 550–600 °C. Rozvoj prasklin akceleroval se zvyšující se teplotou (*obr. 14E*) a vrcholil na počátku zakuřování v souvislosti s přetlakem spalin v soustavě. Poškození pláště neohrozilo celkový průběh výpalu, praskliny bylo možné průběžně spravovat omazávkou, nicméně to znamená, že provoz zařízení je vždy *de facto* havarijní a zařízení je nutné často obnovovat, pokud má být zachován jeho mobilní charakter.

### 4.3. Diskuse

Experimenty ukázaly, že samotná velikost zařízení nelimituje jeho použitelnost z hlediska efektivního dosažení teplot potřebných k výpalu keramiky. Rychlost ohřevu může být výrazně vyšší než běžné hodnoty naměřené u dvoukomorových pecí s roštem (srov. Thér 2014, 91–92). Problémem pro jemnozrnnou stolní keramiku mohou být teplotní rozdíly a kolísání teplot v pecišti při výpalu. Nerovnoměrné zahřívání a náhlé změny teplot zvyšují riziko poškození především jemnozrnné keramiky. Tyto problémy jsou dány velikostí zařízení a tloušťkou stěn pláště. Na druhou stranu je třeba říci, že teplotní rozdíly jsou sice výrazně vyšší než u větších dvoukomorových pecí (dosahují stejných hodnot, ale v daleko menším objemu peciště: srov. Thér 2014), ale nevybočují z běžných parametrů výpalů v archaických formách vypalovacích zařízení (srov. Gosselain 1992; Livingstone Smith 2001). Koneckonců i v případě prezentovaných experimentálních výpalů nedošlo k poškození vypalovaných replik vytáčené keramiky.

Vzhledem k rozměrům je zařízení vhodné pro výpal nádob menší až střední velikosti. Kapacita peciště umožňuje umístění zhruba čtyř mis s maximálním průměrem okolo 200 mm nebo dvou lahví vysokých zhruba 200 mm. Experimenty ukázaly, že provoz zařízení není zdaleka tak neefektivní, jak by se zdálo na základě jeho malé kapacity. Spotřeba paliva přepočítaná na kapacitu peciště je dokonce nižší než u menších laténských dvoukomorových pecí a pouze 1,3–1,4× vyšší než u velkých dvoukomorových pecí nebo jednodušších vypalovacích zařízení (*obr. 16*). Malá kapacita zařízení se výrazněji odráží v časových nárocích potřebných k dosažení maximálních teplot. K výpalu stejného množství keramiky je v případě testovaného zařízení nutné 3,5× více času než u menších dvoukomorových pecí a 7× více času než u větších dvoukomorových pecí (*obr. 16*). Podobné časové nároky platí pro fázi chladnutí v redukčních podmínkách, ovšem tato fáze nevyžaduje přítomnost hrnčiče, a nepočítáme ji proto do přímých časových nákladů na výrobu keramiky. Je tedy možné konstatovat, že dané vypalovací zařízení je oproti alternativám neefektivní, ovšem ne do té míry, aby

zařízení	podle nálezu	objem peciště (m <sup>3</sup> )	spotřeba paliva (kg)		čas potřebný k ohřevu (min.)	
			celkem	na 1 m <sup>3</sup> peciště	celkem	na 1 m <sup>3</sup> peciště
 otevřené ohniště	–	0,3	50	170	–	–
 otevřená jednokomorová pec	Turnov - Maškovy zahrady	0,5	70	140	–	–
 přenosná dvoukomorová pec	Kapsava Lhota	0,025	5	200	30	1200
 menší dvoukomorová pec s roštem	Kramolín	0,25	70	280	200	800
 větší dvoukomorová pec s roštem	Brčokoly	1	150	150	400	400

Obr. 16. Srovnání efektivity výpalu ve vybraných typech hrnčířských vypalovacích zařízení.  
Fig. 16. Comparison of firing efficiency in selected types of pottery firing devices.

samotná efektivita činila použití takového zařízení pro výpal keramiky nepravděpodobným, obzvláště s přihlédnutím k socio-ekonomickému kontextu výroby keramiky v daném období, ve kterém nepředpokládáme rozvinuté formy ekonomické specializace. Naopak zvýšené náklady na výrobu jemného zboží mohly být přirozenou součástí tradice výroby zboží s vyšší sociální hodnotou (srov. *Thér – Mangel 2014*). Zařízení by odpovídalo výrobě keramiky v malých sériích se značnou pozorností věnovanou technologickému řetězci. K takové situaci je těžké najít analogie v historicky či etnograficky dokumentovaných tradicích výpalu keramiky. Jedinou, avšak z mnoha hledisek značně vzdálenou analogií je tradiční výroba raku v Japonsku spojená s čajovým obřadem. Její součástí byl výpal v malých pecích, které pojmy pouze několik kusů čajových misek (např. *Pitelka 2005, 27, 73*).

Tepeelné namáhání sestavy v průběhu výpalu zásadně limituje použitelnost zařízení daných parametrů pro výpal keramiky. Namáhání ve stěně 10–20 mm silného pláště na vrcholu výpalu většina směsí z běžně dostupných keramických surovin při dlouhodobějším provozu neodolá<sup>30</sup> a dochází k závažnému poškození zařízení. Pevné napojení roštu na plášť topeniště a peciště dále zvyšuje riziko poškození, neboť toto konstrukční řešení brání přizpůsobování tvaru příslušného dílu vysokoteplotním objemovým změnám. Oprava není možná, pokud má být zajištěna bezproblémová funkčnost a přenosnost zařízení. Poškozené díly je třeba zcela nahradit novými. Na nízkou odolnost tenkostěnných pláštů při výpalech keramiky poukázal již V. Arnold na základě experimentálního ověřování funkce obdobného zařízení, jehož pozůstatky byly nalezeny v lokalitě Weddinghusen datované do doby kolem přelomu letopočtu (*Arnold 1985, 51; 1990*). Volba nepřenosného zařízení se silnějšími stěnami a volné položení roštu na nosníky, římsu či odsazení stěny pece by většinu těchto problémů vyřešily. Výhody plynoucí z použití mobilního zařízení tak z našeho pohledu nevyvažují obtíže spojené s jejich provozem. Není náhodné, že použití přenosných hrnčířských vypalovacích zařízení, nebo alespoň zařízení s obdobně tenkým pláštěm, nelze doložit

<sup>30</sup> Kromě replikace materiálu použitého pro pyrotechnologické zařízení z Kapsavy Lhoty jsme zkoušeli použít další tři směsi fluviálních jííl, písků a spraše. Ve všech případech s obdobnými výsledky.

na základě historických a etnografických pramenů. Lze poukázat pouze na zcela výjimečné případy, kdy jsou menší nádoby vypalovány ve velké nádobě umístěné na ohništi (např. *DeBoer 1974*, 336; *Kelley – Orr 1976*, 22; *DeBoer – Lantharp 1979*, 105, 120).

Konečně je třeba podotknout, že zbarvení povrchu většiny dochovaných fragmentů roštů neodpovídají homogenním redukčním podmínkám výpalu (*obr. 14F*), o kterých svědčí většina jemné keramiky daného období. I s přihlédnutím k možnému ovlivnění zbarvení postdepozicičními procesy nepovažujeme takovou dominanci světlých zbarvení za náhodnou, nýbrž odkazující k převážně oxidačním podmínkám provozu studovaných pyrotechnologických zařízení.

## 5. Závěr

Existence specifických roštových pecí v době halštatské a časné době laténské a možnosti jejich využívání k výpalu keramického zboží náleží k dlouhodobě diskutovaným otázkám. Nízká míra poznání takových zařízení ostře kontrastuje s jejich výrazným uplatněním v období LT B–D. V rámci užší střední Evropy byly jejich doklady, datované do rozmezí stupňů Ha C – LT A, identifikovány pouze v 22 případech. Na základě vyhodnocení archeologických pramenů lze konstatovat, že se povětšinou jednalo o povrchové pece, jejichž parametry samy o sobě činí využití takových zařízení k výpalu keramiky diskutabilním.

Geografické rozložení nálezů naznačuje existenci dvou samostatných skupin pecí, které se odlišují zároveň i chronologicky. Mezi nálezy z Porýní a Hesenska výrazně převažuje datování do stupně Ha C, resp. do průběhu Ha C–D. Často akcentovanou spojitost této nálezové skupiny s hrnčířskou produkcí, podpořenou někdy též informacemi o nálezech defektní keramiky, hrnčířských nástrojů, surovin či nedokončených hrnčířských výrobků, nelze pouze na základě publikovaných informací jednoznačně vyloučit. Formulaci jednoznačných závěrů v těchto případech brání nejen omezený rozsah publikovaných informací, ale též absence jakýchkoli přírodovědných analýz zaměřených na studium technologických aspektů daných zařízení.

Druhou skupinu reprezentují nálezy, které se koncentrují na pomezí jižních a středních Čech. Datovány jsou bez výjimky do úseku Ha D2–3 až LT A. Podle nálezových kontextů a rekonstruovatelných zlomků se jednalo o pyrotechnologická zařízení malých rozměrů, která patrně tvořila součást vybavení interiérů polozemnic. Nízká kapacita plynoucím z malých půdorysných rozměrů a umístění uvnitř staveb hovoří proti hrnčířskému využití takových pecí. U některých z nich jsou takové alternativy navíc jednoznačně vyloučeny prostřednictvím výsledků analýzy termálních alterací roštů. Ty ukázaly, že v daných případech nebylo dosaženo teplot potřebných k výpalu keramiky. Pro posílení uvedených závěrů byly možnosti těchto zařízení testovány též experimentálně. Experimenty ukázaly, oproti předpokladům, překvapivou efektivitu procesu výpalu keramiky, ale především poukázaly na problematičnost použití tenkostěnných plášťů jako izolací hrnčířských vypalovacích zařízení. Je evidentní, že konstrukce těchto zařízení vychází z jiné funkce, vázané na procesy využívající teploty do 500 °C. S největší pravděpodobností byla tato zařízení určena k využití termální energie pro úpravu potravy či zpracování jiných organických materiálů.

Otázkou zůstává, zda tyto typy zařízení souvisely s významnou technologickou inovací doby laténské, kterou je zavedení dvoukomorových hrnčířských pecí, neboť reprezentují

stejný technologický koncept spočívající v oddělení paliva a zpracovávaného materiálu. Nabízejí se dva scénáře:

1. Koncept oddělení paliva od vypalované keramiky byl inspirován zařízeními využívanými v místním prostředí pro jiné účely a konstrukce byla adaptována pro použití pro výpal keramiky – především zvýšením kapacity a zesílením stěn pláště spolu s použitím odlišných konstrukčních materiálů.
2. Koncept vícekomorové pece byl převzat z antického Středomoří zcela nezávisle na existenci nehrnčířských vícekomorových pyrotechnologických zařízení v místním prostředí (srov. *Henning 1977*, 193–195; *1978*, 453–454).

Přenos technologických idejí mezi odlišnými technologiemi je jeden ze základních procesů technologických změn, ačkoli v oblasti technologie výpalu keramiky byl dokumentován pouze výjimečně (*Reina – Hill 1978*, 106). Ovšem tento proces se zdá nepravděpodobný ve chvíli, kdy se nabízí převzetí hotového technologického řešení z kulturního prostředí, vůči kterému byla společnost zaalpské Evropy v tomto období značně receptivní (hypotéza 2). Pokud k tomuto převzetí došlo, pak bylo zpožděno za první výraznou technologickou inovací na poli výroby keramiky převzatou ze Středomoří. Tou je uplatnění rotačního pohybu při vytváření keramických nádob, které se rozšiřuje do zaalpské Evropy na přelomu pozdní doby halštatské a časně laténské (*Augier et al. 2013*). Je zřejmé, že ruku v ruce s touto inovací se nešíří užití takových typů dvoukomorových pecí, které známe z daného období ze Středomoří (srov. *Cuomo di Caprio 1971–1972*; srov. *Hasaki 2002*). Otázkou tedy je, zda uplatnění hrnčířského kruhu bylo izolovanou technologickou inovací, nebo se na něj vázaly také další technologické změny, např. právě ve výpalu keramiky. Pokud nejsme schopni v současné době asociovat nálezy pyrotechnologických zařízení z časně laténské s výpalem první keramiky vytvářené s užitím hrnčířského kruhu ba dokonce s výpalem keramiky vůbec, nezbyvá nám, než se obrátit na samotnou keramiku, resp. její vlastnosti ovlivněné procesem výpalu. Na první pohled rozdílů nenacházíme. Je zřejmé, že cílem výpalu jak v ruce vytvářené stolní keramiky, tak keramiky vytvářené s užitím rotačního zařízení bylo dosažení teploty nutné k dehydroxylaci jílových minerálů a zajištění redukčního prostředí minimálně v závěrečné fázi výpalu. Ovšem analýza technologie výroby pozdně halštatské až časně laténské keramiky v regionu Chrudimska ukázala, že tohoto cíle bylo dosahováno jiným způsobem v případě tzv. vytáčené keramiky než v případě ručně vytvářené keramiky. Vytáčená keramika vykazuje, na rozdíl od ostatní keramické produkce, znaky oddělení keramiky od paliva v průběhu výpalu.<sup>31</sup> Přestože tedy nemáme doklady o dvoukomorových hrnčířských pecích z tohoto období, lze již pro tuto dobu hovořit o uplatnění inovativního konceptu oddělení paliva od vsádky keramiky v souvislosti s uplatněním hrnčířského kruhu.

*Příspěvek vznikl v rámci projektu „Organizační formy hrnčířského řemesla v době laténské“ zařazeného v rámci specifického výzkumu FF UHK a díky finanční podpoře projektu Rozvoj výzkumu a vývoje na Univerzitě Hradec Králové za účasti postdoktorandů, registrační číslo: CZ.1.07/2.3.00/30.0052. Dík náleží také R. Korenému za cenné podněty a neocenitelnou pomoc při vyhledávání nálezů v jihočeských a středočeských muzejních institucích.*

<sup>31</sup> Analýza byla založena na studiu barevných zvrstvení na příčných řezech stěnami keramických nádob a její výsledky doposud nebyly publikovány.



## Soupis pyrotechnologických roštových zařízení z období Ha C – LT A v Čechách a v Německu

### Čechy (CC)

#### 1. Dobrovíz, okr. Praha-západ

LOK: jihozápadní okraj obce, parc. č. 415, 416/1.

OKOL: archeologický výzkum v souvislosti s výstavbou skladištních hal a jejich okolních komunikací, J. Řídký, 2007.

NÁLEZ: obj. 152 – z výplně sídlištního objektu trojúhelníkovitého půdorysu s nepravidelným dnem o rozměrech 370 × 220 cm a hloubce 20–40 cm pochází zlomek z přechodu pláště o síle 1,2 cm a roštu pyrotechnologického zařízení (*obr. 4: 11*). Rošt o síle 1,7–2,3 cm nesl pozůstatek průdchů o průměru 2,6–2,8 cm.

PŮV. INT: –

ULOŽ: ARÚ Praha, př. č. DO/10/07/152/1818/13.

DAT: Ha D2–3 až LT A.

LIT: nepubl.<sup>32</sup>

#### 2. Kapsova Lhota, okr. Strakonice

a) LOK: kat. č. 276.

OKOL: archeologický výzkum, B. Dubský, 1922.

NÁLEZ: jáma 3/1922 – v severní části „příbytkové jámy“ (polozemnice) ve tvaru písmene „L“ o rozměrech 500 × 400 cm a hloubce až 50 cm (*obr. 7: 3*) bylo zachyceno okrouhlé ohniště obložené kameny. Kolem něj i na něm nalezeno velké množství zlomků mazanice. Mezi nimi též fragmenty perforovaného roštu o síle 2,9–4 cm s průdchů o průměru 1,8–3,5 cm (*obr. 5: 1–4*). Původní průměr roštu orientačně odhadován na ca 25 cm.

PŮV. INT: rozvalená pec z kamenů s hliněným roštem.

DAT: Ha D2–3 až LT A.

ULOŽ: Národní muzeum v Praze, inv. č. 36 626–629.

LIT: *Dubský 1927*, 237–238, *obr. 84, 85: 31, 32; Jansová 1962*, 175; *Mangel – Thér 2014*.

b) LOK: kat. č. 276.

OKOL: archeologický výzkum, B. Dubský, 1922.

NÁLEZ: jáma 7/1922 – hranolovitá jáma o rozměrech 470 × 380 cm a hluboká ve středu 50 cm (patrně polozemnice). Uvnitř, v rámci blíže nespecifikovaného uskupení kamenů nalezeno větší množství zlomků mazanice. Mezi nimi též fragmenty perforovaného roštu, z nichž na jednom dochován průdchů o průměru 1,8 cm (*obr. 5: 9*), na druhém zlomku není průměr průdchů měřitelný (*obr. 5: 5*). Další fragmenty patrně souvisí s přechodem roštu v plášť zařízení (*obr. 5: 7, 8*) či pouze se samotným pláštěm (*obr. 5: 6*). Vnitřní průměr pláště v úrovni roštu lze odhadovat na ca 22–24 cm.

PŮV. INT: zlomky klenby a roštu pece.

ULOŽ: Národní muzeum v Praze, inv. č. 36 840–842, 36 844–846.

DAT: Ha D2–3 až LT A.

LIT: *Dubský 1927*, 240, *obr. 85: 42, 43; Jansová 1962*, 178; *Mangel – Thér 2014*.

#### 3. Krašovice, okr. Příbram

LOK: areál cihelny v poloze Návozy, č. kat. 122/1, 2.

OKOL: archeologický výzkum, L. Jansová, 1955–1956.

NÁLEZ: jáma I – v západním rohu částečně odkryté jámy (patrně polozemnice) široké 235 cm (*obr. 7: I-J1*) byl zachycen kompaktní shluk propálené hlíny spočívající na uhlíkaté vrstvě. Na dně, pod vypálenou vrstvou ležel fragment perforovaného roštu o síle 3 cm s nestejně velikými otvory (*obr. 4: 7*). Registrovány patrně též další součásti pyrotechnologického zařízení, jako např. fragment klenuté stěny pece o síle 2,6–3,5 cm (*obr. 4: 5*) či „zlomek pravouhle modelované keramiky s výzdobou vtačených kroužků“

<sup>32</sup> Za informace děkujeme M. Pecinovské.

interpretovaný jako fragment z ústí pece (*obr. 4: 6*). V konstrukci zařízení užity mimo jiné též menší kameny. Rozměry jeho půdorysu odhadovány na ca 50 × 60–70 cm.

PŮV. INT: pec s roštem sloužící činností výrobního charakteru (vyjma zpracování kovů a patrně též výroby keramiky).

ULOŽ: Národní muzeum v Praze.

DAT: Ha D2–3.

LIT: *Jansová 1957*, 434, 457, obr. 2: J.I, 16: 4, 3, 17: 15.

#### 4. Milín, okr. Příbram

LOK: parc. č. 335/4.

OKOL: narušeno při kopání jam pro stromy, V. Vítek, 1956.

NÁLEZ: jáma 2 – z blíže nespecifikovaného objektu ca 2 m dlouhého a 80 cm hlubokého byly spolu s větším množstvím keramiky a dalších nálezů vyzvednuty i tři fragmenty pocházející z perforovaného roštu s průduchy o průměru ca 8 cm (*obr. 4: 8–10*).

PŮV. INT: dílna s hrnčířskou pecí po zániku sloužící jako odpadní jáma.

ULOŽ: ?

DAT: Ha D2–3.

LIT: *Hrala 1957*, 1, 2, tab. II: 2; *tyž 1959*, 110, obr. 50, prostřední řada vlevo a vpravo.

#### 5. Myštice, okr. Strakonice

LOK: severně od osady Střížovice, hned za osadou po levé straně cesty do Chobot.

OKOL: archeologický výzkum situací odkrytých v souvislosti s odkopáváním písku, J. Siblík a L. Běhounek, 1914.

NÁLEZ: prokopány dvě jámy. Jáma, která údajně s první tvořila „dvojče“, byla mísovitě vyhloubena a dosahovala hloubky 110 cm a průměru 130 cm. Z výplně objektů pochází keramika, mazanice, zvířecí kosti, jehlancovité „stojany“ s otvory v horní části, přesleny a z horních vrstev též „uhlí“. Ve spodní vrstvě jámy I, jež snad tvořila ohniště, byl zaznamenán, vedle tří jehlancovitých „stojanů“, také „předmět z hlíny podobný sekeře neznámého účelu“. Podle tvaru se jednalo o zlomek z okraje perforovaného roštu o původním průměru ca 20–24 cm, o síle 2,6–3,2 cm a o průměru průduchů 2,0–2,4 cm (*obr. 6: 1*). Spodní vrstva jámy II obsahovala dalších sedm „stojanů“, mezi něž J. Siblík zařadil i nekompletní válcovitý útvar, u něž nelze vyloučit potenciální souvislost s pyrotechnologickým zařízením (*obr. 6: 2*).

PŮV. INT: vyhloubená ohniště, později sloužící jako odpadní jámy.

ULOŽ: Městské muzeum v Blatné, inv. č. B454, B455.

DAT: Ha D2–3 až LT A.

LIT: *Siblík 1918*, 108–110.

#### 6. Přední Poříčí, okr. Příbram

LOK: osada Zadní Poříčí, pole jižně od pole p. Cvrka na levém břehu Vlčavky.

OKOL: archeologický výzkum, K. Salivar, J. Kout a V. Landa, 1897.

NÁLEZ: prokopány mělké „sídelní jámy“ (dle Landových úvah snad polozemnice), na dně jedné zachyceno ohniště. Získány byly též zlomky perforovaného roštu o síle 2,9–3,1 cm s průduchy o průměru 1,7–3,5 cm (*obr. 6: 7–10*). Další fragmenty patrně pocházejí z pláště zařízení (*obr. 6: 4–6*).

PŮV. INT: zlomky roštu pece.

ULOŽ: Městské muzeum v Březnici, inv. č. 1491, 1492, 1561–1563, 1566.

DAT: Ha D2–3 až LT A.

LIT: *Dubský 1949*, 349; *Jansová 1957*, 457, pozn. 59; *1962*, 326–327; *Kout 1898–1902*; *1921(?)–1926*.

#### 7. Strakonice, okr. Strakonice

LOK: ca 2 km severovýchodně od města, mezi elektrárnou a státní silnicí Strakonice – Písek, u Hodkovy pily.

OKOL: archeologický výzkum, B. Dubský, 1930.

NÁLEZ: na dně „hranolovité příbytkové jámy“ (polozemnice) o rozměrech 490 × 300 cm (*obr. 7: 2*) byly zachyceny velké kusy vypálené hlíny interpretované jako „rozrušený krb“ a dvě hranolovitá drtidla. Patrně z výplně tohoto objektu (či případně ze sousední kulturní vrstvy?) pochází zlomek perforova-

ného roštu o síle 1,9–2,5 cm a o průměru průduchů 1,8–2,7 cm (*obr. 6: 3*). Z výplně objektu uváděn též nále z části „homole jehlancovité“ původně interpretovaný jako podstavec roštu.

PŮV. INT: část pece („rozrušený krb“?).

ULOŽ: Muzeum středního Pootaví Strakonice, inv. č. A50d.

DAT: Ha D2–3 až LT A.

LIT: *Dubský 1932a*, 74; *1932b*; *1949*, 287–288; *Jansová 1957*, 457, pozn. 59; *1962*, 288–290; *Michálek 1981*, 19–20, tab. 20: 4.

## Německo (DU)

### 1. Aldenhoven, Lkr. Düren

LOK: Langweiler.

OKOL: archeologický výzkum, před rokem 1984.

NÁLEZ: z výplně sídlištní jámy byly vyzvednuty zbytky perforovaného roštu. Bez dalších údajů.

PŮV. INT: doklad existence hrnčířské pece.

DAT: Ha C.

LIT: *Simons 1989*, 83, 230.

### 2. Donsbrüggen, Lkr. Kleve

LOK: poloha Donsbrügger Heide, 220 m severně od kóty 52.

OKOL: narušeno při kácení stromů, před rokem 1940.

NÁLEZ: kumulace střepů a mazanice ležící ca 15–20 cm pod povrchem. Vrstva pokrývající plochu o poloměru ca 100 cm a sahala do hloubky ca 50–60 cm. Poblíž byla mimo jiné vyzvednuta též celá nádoba obsahující kosti. Všechny keramické fragmenty nesly stopy přepálení. Mezi četnými kusy mazanice byly zaznamenány též zlomky perforovaného roštu s průduchy o průměru ca 2,5–3,2 cm (*obr. 4: 1, 2*).

PŮV. INT: zbytky hrnčířské pece uložené v jámě s odpadem souvisejícím s hrnčířskou produkcí („Töpfer-schuttstelle“).

DAT: Ha C.<sup>33</sup>

LIT: *Kersten 1940*, 278, Abb. 39: 15, 17.

### 3. Duisburg-Hamborn

LOK: Weckerdonkstraße.

OKOL: narušeno těžbou písku, 1928.

NÁLEZ: z kruhové jámy o průměru ca 100 cm a hloubce 40 cm s uhlíkatými vrstvami ve výplni („vermutlich ... Herdgrube“) získány vedle přeslenů, četných keramických fragmentů a kusů kamenů také zlomky perforovaného roštu o síle 5 cm a s průduchy o průměru ca 1,8–2,4 cm (*obr. 4: 3*).

PŮV. INT: doklad existence nerekonstruovatelné hrnčířské pece.

DAT: Ha C–D.

LIT: *Stampfuß 1959*, 28, 83–85, Taf. 10: 14.

### 4. Duisburg-Huckingen

LOK: Huckingen II, Angerbogen.

OKOL: archeologický výzkum vyvolaný stavební činností, 1995–1996.

NÁLEZ: z výplně obj. 43 pochází několik fragmentů perforovaného roštu o síle ca 1,6–2,8 cm s průduchy o průměru ca 1,6–2,4 cm a s otisky dřevěných latí a větví na spodní straně (*obr. 4: 4*). Z objektu byla dále vyzvednuta ca 30 kg vážící hrouda surové nenaostřené hlíny, fragmenty mazanice interpretované jako relikt kopule (obdobně jako v obj. 39 a 42) i několik kusů přepálené keramiky interpretované jako „podložky“ sloužící při výpalu keramiky. Z lokality pochází též nále z pozůstatků hrnce, na jehož dně jsou patrné kouřové stopy odpovídající svým rozmístěním průduchům v ploše roštu. Obj. 43 je pokládán za součást rozsáhlejšího hrnčířského okrsku tvořeného obj. 39, 40–43 a 46, z jejichž výplně též pochází

<sup>33</sup> Datování bylo původně vyjádřeno prostřednictvím absolutních dat do rozmezí 8. a 7. stol. př. n. l. (*Kersten 1940*, 278).

řada nálezu svědčících o potencionální existenci hrnčířské dílny (surová hlína, přepálená keramika, přepálené kameny interpretované jako pomůcky k drcení ostřiva).

PŮV. INT: doklad existence jinak nedokumentované hrnčířské dvoukomorové vertikální pece.

DAT: Ha D/LT A.

LIT: *Bolus – Fugensi 2000*, 53–58, 105, Abb. 49, 50.

### 5. Frankfurt am Main-Rödelheim

LOK: nový hliník Holzmannovy cihelny.

OKOL: zachyceno při těžbě cihlářské hlíny. Následný archeologický výzkum, G. Wolff, 1911.

NÁLEZ: zahloubený objekt široký na vrchu 600 cm, do nějž údajně ústil 130 cm široký vstup s pozůstatky dvou stupňů vedoucích původně do hloubky 465 cm, kde se nacházel nepravidelný čtyřúhelný prostor o délce hrany ca 250 cm zahloubený do rostlé spraše. Směrem od schodů dále bylo patro vzrůstající propálené stěn. U zadní stěny se nacházel propálený kruhový prostor o průměru ca 100 cm s nepatrnými pozůstatky obvodových stěn pyrotechnologického zařízení. Jednalo se o topeniště, v němž bylo zříčeno peciště pece. Vespod se ve vrstvě popela, uhlíků, mazanice a střeptů nacházely kusy vyhlazeného roštu s pozůstatky tří trychtýřovitých průduchů. Jak byl rošt podepřen, není zřejmé. Stopy po přepážce z hlíny či kamenů se nenašly. Pro existenci piliře údajně svědčí to, že kruhová plocha uprostřed jevila znaky slabšího vypálení. Před pecí a vedle ní se nacházel volný předpecní prostor. Vedle stupňů na západní straně zahloubení se v úrovních 150 a 250 cm nad dnem jámy nacházely nad sebou dva výklenky, jež měly údajně sloužit k postupnému vynášení popela. Stěny celého prostoru se směrem nahoru obloukovitě zavíraly, takže v horních úrovních tvořily kominovitý otvor. V objektu byly objeveny, vedle množství keramiky, též hroudy nevypálené hlíny, barevné hlinky, nádoba na přípravu bílé inkrustace, dva kamenné hladící nástroje a polotovary dvou přeslenů.

PŮV. INT: dílna s hrnčířskou pecí.

DAT: Ha C.<sup>34</sup>

NZ, LIT: *Woelcke 1913; Wolff 1913*, 117.

### 6. Hüfeld-Meckenzell, Lkr. Fulda

LOK: poloha Am vorderen Haugraben.

OKOL: archeologický výzkum v souvislosti s plánovanou výstavbou, 2000.

NÁLEZ: obj. 120A–D – v rámci rezidenčního areálu zachycena čtyři shodná pyrotechnologická zařízení situovaná v řadě těsně vedle sebe. Všechna tvořily cylindrické jamy, které dosahovaly hloubky 60 cm a průměru kolem 100 cm. Pouze u jediné byl pozorován boční kanál. Z výplně (patrně všech) těchto zařízení byly získány fragmenty perforovaných roštů, zlomky kopulí, značné množství silně přepálené keramika a uhlíky.

PŮV. INT: čtyři patrně současně užívané hrnčířské pece, zaniklé během jednoho nekontrolovaného výpalu.

DAT: Ha C.<sup>35</sup>

LIT: *Müller – Kneipp – Kreuz 2001*, 150; *Thiedmann 2007*, 9, 11, obr. na str. 6, 9, 10.

### 7. Köln-Blumenberg

a) LOK: jižně od přírodní rezervace Worringer Bruch.

OKOL: archeologický výzkum v souvislosti s plánovanou výstavbou, G. Bernhardt, 1989.

NÁLEZ: obj. 156 – z výplně sidištního objektu získán zlomek perforovaného roštu o síle 4,7–5, 6 cm<sup>36</sup> s průduchy o průměru 2,3–2,5 cm (*obr. 3: 5*) a patrně též s otisky tyčoviny („Stakenabdrucke“). V objektu dále uloženo ca 140 zlomků mazanice o průměru do 8 cm s otisky větví a s vyhlazenými stěnami.

<sup>34</sup> Situace původně datována jako „...zur mittleren Hallstattzeit...“ (*Woelcke 1913*, 342). Toto chronologické označení odpovídá v běžně užívané terminologii stupni Ha C (srov. *Torbrügge 1981*, 45).

<sup>35</sup> Celý areál včetně pecí pochází dle publikovaných informací „...aus älteren Hallstattzeit...“ (*Thiedmann 2007*, 7, 11). K německé terminologii srov. *Kossack 1959*, 23.

<sup>36</sup> *G. Bernhardt* (1990, 368) původně uváděná síla roštu 9 cm se ve srovnání s později publikovanou kresebnou dokumentací (*Simons 1992*, Abb. 11: 6) jeví jako chybná.

PŮV. INT: doklad existence hrnčířské pece.

DAT: Ha C–D.

LIT: *Bernhardt 1990*, 368–369; *Simons 1992*, 380, pozn. 24, Abb. 11: 6.

b) LOK: jižně od přírodní rezervace Worringer Bruch.

OKOL: archeologický výzkum v souvislosti s plánovanou výstavbou, U. Karas a D. Winter, 1990.

NÁLEZ: obj. 297 (Hofbereich 5) – z výplně vanovité odpadní jámy o rozměrech 250 × 152 a hloubce 54 cm pocházejí zlomky perforovaného roštu o síle ca 1,2 cm a o průměru průduchů ca 2,5 cm (*obr. 3: 2*).

Z objektu dále získány četné zlomky mazanice včetně fragmentů ze stěn kopule o původní síle odhadované na 10–12 cm s otisky proutěné armatury, která byla snad původně oboustranně opatřena vrstvou mazanice (*obr. 3: 1*) a jeden kus mazanice interpretovaný jako zlomek z ústí topeniště (*obr. 3: 3*).

Z objektu pochází též defektní keramika.

PŮV. INT: destrukce hrnčířské pece.

DAT: Ha C–D.

LIT: *Simons 1992*, 380–381, 407, 410, Abb. 8b, 11: 1, 3, 4.

c) LOK: jižně od přírodní rezervace Worringer Bruch.

OKOL: archeologický výzkum v souvislosti s plánovanou výstavbou, U. Karas a D. Winter, 1990.

NÁLEZ: obj. 404 (Hofbereich 8) – z výplně hliníku nepravidelného půdorysu o průměru ca 400 cm a hloubce 100 cm byl získán zlomek perforovaného roštu o síle ca 2,8 cm a o průměru průduchů ca 2,0–2,3 cm (*obr. 3: 4*). Z objektu pochází též velké množství mazanice a defektní keramika.

PŮV. INT: hrnčířský odpad včetně destrukce hrnčířské pece.

DAT: Ha D – LT A (LT B?),<sup>37</sup>

LIT: *Simons 1992*, 380–381, 416–417, Abb. 6c, 11: 5.

## 8. Niedererlbach, Lkr. Landshut

LOK: Erdwerk I.

OKOL: archeologický výzkum, H.-G. Kohnke, 1983.

NÁLEZ: ve dvou jamách v rámci areálu typu Herrenhof nalezeny fragmenty perforovaného roštu, které jsou dnes ovšem patrně ztraceny. Z areálu sídliště dále pochází větší množství defektní keramiky.

PŮV. INT: potenciální doklad existence hrnčířské pece.

DAT: Ha D1–LT A.

LIT: *Koch – Kohnke 1988*, 52, pozn. 10; *Müller-Depreux 2005*, 35, pozn. 66.

## Prameny a literatura

*Arnold, V. 1985*: Der Lochplattenofen von Weddinghusen: Experiment und Deutung. *Archäologische Informationen* 8, 48–53.

— *1990*: Der eisenzeitliche Lochplattenofen von Weddinghusen/Diethmarschen: Umfeld, Beschreibung, Nachbauten, Versuche, Deutung. In: M. Fansa – B. Renken – J. Döring Hrsg., *Experimentelle Archäologie in Deutschland. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4*, Oldenburg: Isensee, 345–354.

*Augier, L. – Balzer, I. – Bardel, D. – Deffressigne, S. – Bertrand, E. – Fleischer, F. – Hopert-Hagmann, S. – Landolt, M. – Mennessier-Jouannet, C. – Mège, C. – Roth-Zehner, M. – Saurel, M. – Tappert, C. – Thierrin-Michael, G. – Tikonoff, N. 2013*: La céramique façonnée au tour: témoin privilégié de la diffusion des techniques au Hallstatt D2–D3 et à La Tène A–B1. In: A. Colin – F. Verdin eds., *L'âge du fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilité des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace européen à l'âge du fer: actes du 35e colloque international de l'AFEAF, Bordeaux, 2–5 juin 2011. Aquitania Supplément 30*, Bordeaux: Fédération Aquitania, 564–594.

<sup>37</sup> Objekt původně datován do rozmezí „Ha D – Frühlatène“, resp. do úseku označovaného jako „mittlere Eisenzeit“ (*Simons 1992*, 394, 417). V dolnorýnské chronologii doby železné odpovídá toto označení úseku Ha D až LT B (srov. *Verwers 1972*, 123–124).

- Banner, J. – Bóna, I. – Márton, L. 1957: Die Ausgrabungen von L. Márton in Tószeg. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* X, 1–140.
- Bareš, M. – Lička, M. – Růžičková, M. 1981: K technologii neolitické keramiky I. Sborník Národního muzea v Praze, řada A – Historie XXXV, 137–226.
- Bayer, J. 1906: Eine Töpferei aus der Bronzezeit bei Herzogenburg. *Jahrbuch der k. k. Zentralkommission für Erhaltung und Erforschung der kunst- und historischen Denkmale – NF IV*, 53–70.
- Bärenfänger, R. 1993: Hotland, Gde. Hotland. *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* 62, 402.
- Bernhardt, G. 1990: Köln-Blumenberg. Ein Siedlungsplatz der vorrömischen Eisenzeit und römischen Kaiserzeit: Bericht zu der Ausgrabungen der Jahre 1988 und 1989. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte* 23, 335–375.
- Bocquet, A. – Couren, J.-P. 1974: Le four de potier de Sévrier, Haute-Savoie (Age du Bronze Final). *Etudes protohistoriques* 9, 1–6.
- Bolus, M. – Fugensi, D. 2000: Ein eisenzeitlicher Fundplatz in Duisburg-Huckingen II. Die Ausgrabungen 1995–96. *Archäologie und Denkmalpflege in Duisburg* 4. Duisburg: Stadt Duisburg.
- Bonnet, Ch. – Jehl, M. 1960: Habitats pré- et protohistoriques a Gundolsheim-Merxheim. *Cahiers Alsaciens d'Archéologie d'Art et d'Histoire* 4, 27–44.
- Budinský, P. 1999: Výzkum praktelské osady u Hostomic (okres Teplice) v letech 1970–1977. II. Vyhodnocení archeologickým pramenů a závěr. *Archeologický výzkum v severních Čechách* 29. Teplice: Regionální muzeum v Teplicích.
- Cultrone, G. – Rodriguez-Navarro, C. – Sebastian, E. – Cazalla, O. – de la Torre, M. J. 2001: Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. *European Journal of Mineralogy* 13, 621–634.
- Cuomo di Caprio, N. 1971–1972: Proposta di classificazione delle fornaci per ceramica e laterizi nell'area italiana, dalla preistoria a tutta l'epoca romana. *Sibrium* XI, 371–464.
- 1984: Pottery kilns on pinakes from Corinth. In: H. A. G. Brijder ed., *Ancient Greek and Related Pottery. Proceedings of the International Vase Symposium in Amsterdam 12–15 April 1984*, Amsterdam: Allard Pierson Museum, 72–82.
- Czyż, W. 1990: Keramiköfen in der Vor- und Frühgeschichte. In: M. Fansa – B. Renken – J. Döring Hrsg., *Experimentelle Archäologie in Deutschland. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland – Beiheft* 4, Oldenburg: Isensee, 315–320.
- Čambal, R. 2011: Sídliskové objekty zo strednej a neskorej doby laténskej v Slovenskom Grobe. *Zborník Slovenského národného múzea CV – Archeológia* 21, 83–114.
- Čížmář, M. 1994: Ein Beitrag zur Kenntnis der Herstellung der spätlatènezeitlichen Graphitkeramik in Südmähren. *Časopis Moravského muzea – vědy společenské* LXXIX, 85–93.
- Čížmář, M. – Geislerová, K. – Unger, J. edd. 2000: *Výzkumy 1993–1998*. Brno: Ústav archeologické památkové péče Brno.
- DeBoer, W. R. 1974: Ceramic longevity and archaeological interpretation: an example from the Upper Ucayali, Peru. *American Antiquity* 39, 335–343.
- DeBoer, W. R. – Lantharp, D. W. 1979: The making and breaking of Shipibo-Conibo ceramics. In: *Ethnoarchaeology: implications of ethnography for archaeology*, New York: Columbia University Press, 102–138.
- Drews, G. 1979: Entwicklung der Keramik-Brennöfen. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 9/10, 33–48.
- Drost, D. 1967: Töpferei in Afrika. *Technologie*. Berlin: Akademie-Verlag.
- Dubský, B. 1927: Osada u Lhoty Kapsové na Strakonicku. *Památky archeologické* 35, 235–241.
- 1932a: La Tène jižních Čech. Strakonice: Nákladem vlastním.
- 1932b: Laténská osada u Strakonice. *Památky archeologické* 38, 61–63.
- 1949: Pravěk jižních Čech. Blatná: Jihočeské nakladatelství.
- Duhamel, P. 1979: Morphologie et évolution des fours céramiques en Europe Occidentale – protohistoire, monde celtique et Gaule romaine. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 9/10, 49–76.
- Dular, J. – Ciglenečki, S. – Dular, A. 1995: Kučar. Železnodobno naselje in zgodnjokrčanski stavebni kompleks na Kučaru pri Podzemlju. *Opera Instituti Archaeologici Sloveniae* 1. Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti i umetnosti.
- Dular, J. – Tomanič-Jevremov, M. 2010: Ormož. Utrjeno naselje iz pozne bronaste in starejše železne dobe. *Opera Instituti Archaeologici Sloveniae* 18. Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti i umetnosti.
- Dvořák, F. 1936: Pravek Kolínska a Kouřimska. *Soupis archeologických památek*. Kolín: Nákladem učitelstva školního okresu kolínského.

- Eibner, C.* 1969: Ein mittelbronzezeitlicher Gefäßverwahrfund von Schratzenberg, p. B. Mistelbach, NÖ. *Archaeologia Austriaca* 46, 19–52.
- Enderová, P.* 2007: Laténské nálezy z Hradiska u Kramolína. *Pravěk – Nová řada* 16 (2006), 97–123.
- Fafßhauer, P.* 1959: Technologische Auswertung des Grabungsbefundes spätlatènezeitlicher keltischer Töpferöfen. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 43, 245–287.
- Forrer, R.* 1915: Ein Hallstatt-Töpferofen bei Marlenheim-Fessenheim. *Anzeiger für Elsässische Altertumskunde* VI, 504–510.
- Frascheri, G.* 2004: Des Töpfers schlechte Scherben. Spätbronze-/früheisenzeitliche Befunde bei Niederlandin, Lkr. Uckermark. *Archäologie in Berlin und Brandenburg* 2003, 85–86.
- Gosselain, O. P.* 1992: Bonfire of the enquiries. Pottery firing temperatures in archaeology: what for?. *Journal of Archaeological Science* 19, 243–259.
- Gregor, M. – Rebay-Salisbury, K.* 2012: Preliminary results from the analysis of Kalenderberg pottery from the Braunsberg (Austria): an archaeometric characterisation. In: A. Kern – J. Koch – I. Balzer – J. Fries-Knoblach – K. Kowarik – C. Later – P. C. Rams – P. Trebsche – J. Wiethold Hrsg., *Technologieentwicklung und -transfer in der Hallstatt- und Latènezeit. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas* 65, Langenweisbach: Beier & Beran, 109–112.
- Hampe, R. – Winter, A.* 1962: Bei Töpfern und Töpferinnen in Kreta, Messenien und Zypern. Mainz: Verlag des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz.
- 1965: Bei Töpfern und Ziegeln in Süditalien, Sizilien und Griechenland. Mainz: Verlag des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz.
- Hasaki, E.* 2002: Ceramic Kilns in Ancient Greece: Technology and Organization of Ceramic Workshops. Ms. disertační práce, University of Cincinnati.
- Hatt, J.-J.* 1952: Découverte à Achenheim d'un four à potier de la période des Champs d'urnes. *Cahiers d'Archéologie et d'Histoire d'Alsace* 132, 49–53.
- Henning, J.* 1977: Entwicklungstendenzen der Keramikproduktion an der mittleren und unteren Donau im 1. Jahrtausend u. Z. *Zeitschrift für Archäologie* 11, 181–206.
- 1978: Zur Frage der technologischen Traditionen der spätkaiserzeitlichen Töpferwerkstätten im Karpatenraum. *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift* 19, 445–460.
- Herz, N. – Garrison, E. G.* 1998: Geological methods for archaeology. Oxford: Oxford University Press.
- Hlava, M.* 2008: Grafít v době laténské na Moravě. *Památky archeologické* 99, 189–258.
- Hlava, M. – Mangel, T.* 2013: Laténská hrnčířská pec z Prahy-Sedlce. *Archeologie ve středních Čechách* 17, 681–695.
- Hlava, M. – Vích, D.* 2007: Laténské osídlení Boskovicka. *Pravěk – Supplementum* 17, Brno: Ústav archeologické památkové péče Brno, 11–86.
- Hrala, J.* 1957: Milín, okr. Příbram. Ms. NZ čj. 2434/57 depon. in archiv ARÚ AV ČR Praha.
- 1959: Pozdně halštatské jámy v Milíně. *Archeologické rozhledy* 11, 71, 109–110.
- Ionescu, C. – Ghergari, L.* 2002: Modeling and firing technology – reflected in the textural features and the mineralogy of the ceramics from neolithic sites in Transylvania (Romania). *Geologica Carpathica* 53. Spec. Iss. on CD.
- Jansová, L.* 1957: Příspěvek k chronologii jihočeského pozdního halštatu. *Památky archeologické* 48, 425–462.
- 1962: Pozdně laténské osídlení jižních Čech. Ms. kandidátské disertace. Praha.
- Jehl, M. – Bonnet, Ch.* 1968: Un potier de l'époque champs d'urnes au sommet du Hohlandsberg. *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire* XII, 5–30.
- Jerem, E.* 1984: An Early Celtic Pottery Workshop in North Western Hungary: some archaeological and technological evidence. *Oxford Journal of Archaeology* 3, 57–80.
- Jost, C. A.* 2001: Die späthallstatt- und frühlatènezeitliche Siedlung von Wierschem, Kreis Mayen-Koblenz. Ein Beitrag zur eisenzeitlichen Besiedlung an Mittelrhein und Unter mosel. *Trierer Zeitschrift – Beiheft* 25. *Berichte zur Archäologie an Mittelrhein und Mosel* 7. Trier: Rheinisches Landesmuseum Trier.
- Kalousek, F.* 1955: Archeologické výzkumy v Boršicích u Buchlovic v roce 1954. In: *Nové archeologické výzkumy v kraji gottwaldovském v r. 1954. Studie Krajského musea v Gottwaldově – Řada společenských věd č. 4, Gottwaldov: Krajské museum v Gottwaldově*, 35–38.
- Kelley, P. – Orr, C.* 1976: Sarayacu Quichua pottery. Publication (SIL Museum of Anthropology) 1. Dallas: Summer Institute of Linguistics.
- Kempa, M.* 1995: Haffen. Eine vor- und frühgeschichtliche Siedlung im Altkreis Rees. *Rheinische Ausgrabungen*, Band 39. Köln – Bonn: Rheinland-Verlag.

- Kersten, W. 1940:* Donsbrüggen (Kreis Kleve). Bonner Jahrbücher des rheinischen Landesmuseums in Bonn und der Gesellschaft der Freunde und Förderer des rheinischen Landesmuseums in Bonn 145, 278–279.
- Koch, H. – Kohnke, H.-G. 1988:* Neue Ausgrabungen in Niedererlbach, Lkr. Landshut (Niederbayern). Bayerische Vorgeschichtsblätter 53, 47–75.
- Kossack, G. 1959:* Südbayern während der Hallstattzeit. Römisch-Germanische Forschungen 24. Berlin: Verlag von Walter de Gruyter & Co.
- Kout, J. 1898–1902:* Archeologické památky okolí Březnického. I. Díl archeologie. Ms. depon. in SOKa Příbram, fond L. Fürst (S dodatky L. Fürsta z r. 1921).
- 1921(?)–1926: Archeologické sbírky. Ms. depon. in SOKa Příbram, fond L. Fürst.
- Krämer, W. 1985:* Die Grabfunde von Manching und die latènezeitlichen Flachgräber in Südbayern. Die Ausgrabungen in Manching 9. Stuttgart: Franz Steiner Verlag Wiesbaden GmbH.
- Kugler (Oberlehrer) 1926:* Großgartach. I. Ein Töpferofen der Hallstattzeit. Fundberichte aus Schwaben – Neue Folge III, 44–47.
- Kuna, M. a kol. 2004:* Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha: Academia.
- Lamut, B. 1989:* Kronološka skica prazgodovinske naselbine v Ormožu. Arheološki vestnik 39–40, 235–276.
- Lečbych, M. 2012:* Zástřizly (okr. Kroměříž), Závěška – lokální biocentrum. Výroční zpráva ÚAPP Brno 2011. Brno: Ústav archeologické památkové péče Brno.
- Lička, M. – Košťálek, P. – Mach, Z. 1990:* Hrnčířská pec lengyelské kultury z Kramolína, okr. Třebíč (K otázce výskytu zařízení k výpalu keramiky ve starším úseku pravěku). Časopis Národního muzea v Praze – řada historická 159, 1–20.
- Livingstone Smith, A. 2001:* Bonfire II: the return of pottery firing temperatures. Journal of Archaeological Science 28, 991–1003.
- Longacre, W. A. 1981:* Kalinga pottery: an ethnoarchaeological study. In: I. Hodder – G. Isaac – N. Hammond eds., Pattern of the past: studies in honour of David Clarke, Cambridge: Cambridge University Press, 49–66.
- Maggetti, M. – Schwab, H. 1982:* Iron Age fine Pottery from Châtillon-s-Glâne and the Heuneburg. Archaeometry 24, 21–36.
- Mangel, T. 2014:* Doklady laténské hrnčířské produkce z Ostroměře (okr. Jičín). Příspěvek k poznání hrnčířských pecí ve východních Čechách. Archeologie východních Čech 4, 73–91.
- Mangel, T. – Thér, R. 2014:* Pyrotechnologická zařízení z období HA D2–3 až LT A z Kapsovy Lhoty, okr. Strakonice. K možnostem interpretace fragmentárních nálezů pyrotechnologických zařízení s rošty. In: J. Čizrnáková – N. Venclová – G. Březinová edd., Moravské křížovatky, Střední Podunají mezi pravěkem a historií, Brno: Moravské zemské muzeum, 801–813.
- Mašek, N. 1958:* Bilina, okr. Bilina. NZ čj. 6021/58 depon. in archiv ARÚ AV ČR Praha.
- 1960: Pět let výzkumů expozitury v Mostě. Archeologické rozhledy 12, 248, 257–273.
- May, P. – Tuckson, M. 2000:* The traditional pottery of Papua New Guinea. Adelaide: Crawford House Publishing.
- Michálek, J. 1981:* Muzeum středního Pootaví ve Strakonici. Katalog pravěké sbírky. Zprávy Československé společnosti archeologické 22. Praha: Československá společnost archeologická.
- Müller, M. – Kneipp, J. – Kreuz, A. 2001:* Die frühkaiserzeitlicher Siedlungsplatz von Hünfeld-Meckenzell, Flur „Am vorderen Haugraben“, Lkr. Fulda. Berichte der Kommission für Archäologische Landesforschung in Hessen 6, 147–151.
- Müller-Depreux, A. 2005:* Die hallstatt- und frühlatènezeitliche Siedlung „Erdwerk I“ von Niedererlbach, Landkreis Landshut. Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte, Reihe A, Band 87. Kallmünz/Opf: Verlag Michael Lassleben.
- Nagler, C. 1993:* Eine hallstattzeitliche Grabenanlage mit Töpferiabfall aus Altheim. Bayerische Vorgeschichtsblätter 58, 23–60.
- Nicholson, P. T. – Patterson, H. L. 1989:* Ceramic technology in Upper Egypt: a study of pottery firing. World Archaeology 21, 71–86.
- Noll, W. 1977:* Hallstattzeitliche Keramik der Heuneburg an der oberen Donau. Archäologie und Naturwissenschaften 1, 1–19.
- Panke-Schneider, T. 2013:* Gräber mit Waffengabe der Mittel- und Spätlatènezeit in Kontinentaleuropa. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Band 102. Mainz: Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz.
- Papoušek, D. A. 1989:* Technological change as social rebellion. In: S. E. van der Leeuw – R. Torrence eds., What's new?: A closer look at the process of innovation, London: Unwin Hyman, 140–166.



- Pavelčík, J. 1983:* Eneolitická hrnčářská pec z Hlinska u Lipníku nad Bečvou. *Archeologické rozhledy* 35, 361–371.
- Petrasch, J. 1986:* Typologie und Funktion neolithischer Öfen in Mittel- und Südosteuropa. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 18, 33–83.
- Petruquin, P. – Piningre, J.-F. – Vuallat, D. 1973:* Deux fours de potier hallstattiens à Florange. *Gallia* 31, 267–291.
- Pitelka, M. 2005:* Handmade culture: raku potters, patrons, and tea practitioners in Japan. Honolulu: University of Hawaii Press.
- Poole, C. 2002:* Ovens and Hearths in the Iron Age in Southern England. In: K. Fechner – M. Mesnil eds., *Pain, fours et foyers des temps passés. Archéologie et traditions boulangères des peuples agriculteurs d'Europe et du Proche Orient*, Bruxelles: Université Libre de Bruxelles, 363–373.
- Pressmar, E. 1979:* Elchinger Kreuz, Ldkr. Neu-Ulm. Siedlungsgrabung mit urnenfelderzeitlichem Töpferofen. Kataloge der prähistorischen Staatssammlung 19. Kallmünz/Opf.: Verlag Michael Lassleben.
- Reina, R. E. – Hill, R. M. 1978:* The traditional pottery of Guatemala. Austin: University of Texas Press.
- Rice, P. M. 1987:* Pottery analysis: a sourcebook. Chicago: The University of Chicago Press.
- Romsauer, P. 2003:* Pyraunoi. Prenosné piecky a podstavce z doby bronzovej a doby železnej. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa.
- Rye, O. S. 1981:* Pottery technology: principles and reconstruction. Washington: Taraxacum.
- Rye, O. S. – Evans, C. 1976:* Traditional Pottery Techniques of Pakistan. *Field and Laboratory Studies. Smithsonian Contributions to Anthropology* 21. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Říhový, J. 1982:* Hospodářský a společenský život velatické osady v Lovčičkách. *Památky archeologické* 73, 5–56.
- Schaeffer, F. A. 1923:* Un four de potier hallstattiens à Neewiller (Bas-Rhin). *Cahiers d'Archéologie et d'Histoire d'Alsace* 53–56, 77–84.
- Siblík, J. 1918:* Sídlní a odpadkové jámy u Střížovic a u Škvoretic na Blatensku. *Památky archeologické* 30, 108–111.
- Simons, A. 1989:* Bronze- und eisenzeitliche Besiedlung in den Rheinischen Lößbörden. *Archäologische Siedlungsmuster im Braunkohlengebiet. BAR International Series* 467. Oxford: Archaeopress.
- 1992: Köln-Blumenberg. Ein urgeschichtlicher Siedlungsbereich mit Töpferofenresten auf der Niederterrasse des Rheins. *Bericht zur Ausgrabung 1990. Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte* 25, 369–421.
- Sklenář, K. 1984:* Městské muzeum v Sedlčanech. Katalog pravěké sbírky. Zprávy Československé společnosti archeologické 26. Praha: Československá společnost archeologická.
- 1990: Pravěké nálezy na Sedlčansku. Archeologický místopis části příbramského okresu na východ od Vltavy v pravěku a rané době dějinné. *Středočeský sborník historický* 17, 5–80.
- Snášil, R. 1995:* Polešovice ve světle archeologických pramenů. In: J. Čoupek ed., *Polešovice 1595–1995. 400 let od povýšení na městečko, Velehrad: Historická společnost Starý Velehrad*, 17–47.
- Stampfuß, R. 1959:* Siedlungsfunde der jüngeren Bronze- und älteren Eisenzeit im westlichen Ruhrgebiet. *Quellenschriften zur westdeutschen Vor- und Frühgeschichte* 7. Bonn: Rudolf Habelt Verlag.
- Stapel, A. 1999:* Bronzezeitliche Deponierungen im Siedlungsbereich: Altdorf-Römerfeld und Altheim, Landkreis Landshut. *Tübinger Schriften zur Ur- und Frühgeschichtlichen Archäologie* 3. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Stissi, V. V. 2002:* Pottery to the people. The production, distribution and consumption of decorated pottery in the Greek world in the Archaic period (650–480 BC). Ms. disertační práce, Universiteit van Amsterdam.
- Swan, V. G. 1984:* The Pottery Kilns of Roman Britain. *Royal Commission on Historical Monuments – Supplementary series* 5. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Szabó, M. ed. 2007:* L'habitat de l'époque de la Tène à Sajópetri – Hosszú-Dúlő. Budapest: Institut archéologique de l'université Eötvös Loránd.
- Szilasi, A. B. 2006:* Kelta település részele Sárvár határában. *Savaria* 30, 231–290.
- Šimek, E. 1958:* Poslední Keltové na Moravě. Brno: Universita v Brně.
- Tapert, C. 2012:* Der Beginn der Drehscheibenkeramik im östlichen Frühlatènekreis und ihre Entwicklung bis zum Ende der Stufe Lt A. In: A. Kern – J. Koch – I. Balzer – J. Fries-Knoblach – K. Kowarik – C. Later – P. C. Ramsel – P. Trebsche – J. Wiethold Hrsg., *Technologieentwicklung und -transfer in der Hallstatt- und Latènezeit. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas* 65, Langenweisbach: Beier & Beran, 121–138.
- Tauber, J. 1987:* Eine „Brandgrube“ der Frühlatènezeit in Sissach BL. Ein Arbeitsbericht. *Archäologie der Schweiz* 10, 102–111.

- Thér, R. 2004:* Experimentální výpaly keramiky v uzavřených vypalovacích zařízeních z období neolit–halšt. Živá archeologie. (Re)konstrukce a experiment v archeologii 5, 93–121.
- *2009a:* Požáry sídlišť v mladší době bronzové: nehody či záměrná lidská aktivita?. Rekonstrukce a experiment v archeologii (Živá archeologie), 17–20.
- *2009b:* Technologie výpalu keramiky a její vztah k organizaci a specializaci ve výrobě keramiky v kontextu kultur popelnicových polí. Ms. disertační práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno.
- *2014:* Identification of Pottery Firing Structures Using the Thermal Characteristics of Firing. Archaeometry 56 – Supplement S1, 78–99.
- Thér, R. – Mangel, T. 2014:* Inovace a specializace v hrnčířském řemesle v době laténské: model vývoje organizačních forem výroby. Archeologické rozhledy 66, 3–39.
- Thér, R. – Mangel, T. – Gregor, M. 2014:* Produkce laténských hrnčířských pecí na Chrudimsku: příspěvek k poznání organizace hrnčířského řemesla. Archeologické rozhledy 66, 415–452.
- Thiedmann, A. 2007:* Der „Keltenhof“ von Mackenzell. Vorgeschichtliche Siedlung „Am vorderen Haugraben“ und Rekonstruktion eines Gehöfts der Eisenzeit bei Hünfeld, Landkreis Fulda. Archäologische Denkmäler in Hessen 169. Wiesbaden: Abteilung Archäologie und Paläontologie im Landesamt für Denkmalpflege Hessen.
- Toepfer, V. 1953:* Ein Brennofen der Spätlatènezeit von Ermlitz-Oberthau im Kreise Merseburg. Festschrift des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz zur Feier seines hundertjährigen Bestehens 1952 – Band III, Mainz: Römisch-Germanische Zentralmuseum, 72–78.
- Torbrügge, W. 1981:* Vorzeit bis zum Ende des Keltenreiche. In: M. Spindler Hrsg., Handbuch der bayerischen Geschichte – Band I: Das Alte Bayern. Das Stammesherzogtum bis zum Ausgang des 12. Jahrhunderts, München: Verlag C. H. Beck, 3–64.
- Treffort, J.-M. – Veber, C. 2007:* La céramique de la fin de l'âge du Bronze et du début de l'âge du Fer (XIIe–VIIe s. av. J.–C.): avancées récentes. Bilan scientifique de la région Alsace. Hors série 1/2. Préhistoire et âges des métaux, Paris: Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'architecture et du patrimoine, Sous-Direction de l'archéologie, de l'ethnologie, de l'inventaire et du système d'information, 133–140.
- Uschmann, K.-U. 2006:* Kalkbrennöfen der Eisen- und römischen Kaiserzeit zwischen Weser und Weichsel: Befunde – Analysen – Experimente. Berliner Archäologische Forschungen – Band 3. Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf GmbH.
- Verpoorte, A. 2001:* Places of Art, Traces of Fire. A contextual approach to anthropomorphic figurines in the Pavlovian (Central Europe, 29–24 kyr BP). Archaeological Studies Leiden University 8. Leiden: Faculty of Archaeology, Leiden University.
- Verwers, G. J. 1972:* Das Kamps Veld in Haps in Neolithikum, Bronzezeit und Eisenzeit. Analecta Praehistorica Leidensia 5. Leiden: Leiden University Press.
- Vlasatíková, P. 2003:* Časně laténské osídlení lokality Polešovice – „Nivy“ (okr. Uherské Hradiště). Právěk – Nová řada 12 (2002), 153–186.
- Waldhauser, J. a kol. 1993:* Die Hallstatt- und Latènezeitliche Siedlung mit Gräberfeld bei Radovesice in Böhmen. Archeologický výzkum v severních Čechách 21. Praha.
- Weishaupt, J. 2003:* Urnen und Öfen überm Luch. Bronze- und eisenzeitliche Befunde aus Karwesse, Landkreis Ostprignitz-Ruppin. Archäologie in Berlin und Brandenburg 2002, 74–75.
- Welcker, R. 1913:* Ein hallstatt-Töpferofen im Elsass. Korrespondenzblatt des Gesamtvereins der deutschen Geschichts- und Altertumsvereine 61, 343–344.
- Willms, Ch. 1999:* Neolithische Töpferöfen in Mittel- und Osteuropa. In: F. R. Herrmann Hrsg., Festschrift für Günter Smolla II. Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen, Band 8, Wiesbaden: Landesamt für Denkmalpflege Hessen, 739–749.
- Woelcke, K. 1913:* Ein Töpferofen der Hallstattzeit in Rödelheim. Korrespondenzblatt des Gesamtvereins der deutschen Geschichts- und Altertumsvereine 61, 340–342.
- Wolff, G. 1913:* Die südliche Wetterau in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Frankfurt am Main: Römisch-Germanische Kommission.
- Zeiler, M. 2009:* Rekonstruktion von Töpfereien der jüngeren vorrömischen Eisenzeit (Ha D–Lt D). In: P. Trebsche – I. Balzer – Ch. Eggel – J. Fries-Knoblach – J. K. Koch – J. Wiethold Hrsg., Architektur: Interpretation und Rekonstruktion. Beiträge zur Sitzung der AG Eisenzeit während des 6. Deutschen Archäologie-Kongresses in Mannheim 2008, Langenweissbach: Beier & Beran, 263–280.
- Želízko, J. V. 1899:* O předhistorických tak zvaných tkalcovských závažích. Časopis vlasteneckého muzejního spolku v Olomouci XVI, 118.

## On the pottery kilns with perforated floors in the Ha C – LT A period in central Europe

In the context of central Europe, finds of devices equipped with a perforated floor are typically connected with the firing of pottery. In Europe they are first seen during the Neolithic and Eneolithic, where they appear in the environment of the Cucuteni-Trypillian culture extending into Romania, Moldavia and western Ukraine (Petrasch 1986, 42–44, 47–49, Abb. 8, 9, Karte 2; Willms 1999, 741–742, Abb. 3, 6). In transalpine Europe a genuine boom in the use of two-chambered vertical kilns did not occur until the La Tène period (Thér – Mangel 2014, with additional refs.). In contrast to the considerable expansion of these devices in the La Tène period is the weak representation of evidence of these devices linked with pottery from the preceding prehistoric epochs. Although a wide range of structures interpreted in various ways that utilise perforated floors in their construction (Romsauer 2003) are known from the Bronze Age, essentially only a single central European find, from the nearby German town of Elchingen, is connected with pottery production (Pressmar 1979, 26–34, Abb. 4, 5, Tab. 29, 30). There are also only a few finds of ‘pottery kilns’ from the Hallstatt period represented in literature, even if they are slightly more numerous than kilns from the Bronze Age. And yet, a closer look at their find context and the nature of the actual relics produces several signs that differ considerably from the pottery kilns of the La Tène period. Compared to finds of devices with perforated floors from other epochs and areas, the question of their use arises. From a general perspective, devices with perforated floors could serve many other purposes besides firing pottery (for a summary, see Mangel – Thér 2014, with additional references). Perforated floors that divide the chambers could be used in casting furnaces, lime kilns or in ovens for processing food. A heating function or the use of these devices in salt production has also been considered in the past. However, if attention is turned to published interpretations of individual central European Hallstatt period finds of devices with perforated floors, the selection possibilities narrows considerably. Connections with pottery or the thermal processing of foods are emphasised.

A total of twenty-two finds of devices with perforated floors from the Ha C – LT A period are recorded today in the studied area, with two distinct geographic concentrations in the Rhineland, and in south and central Bohemia (fig. 1).

A comparison of selected characteristics revealed significant differences in these devices compared to later pottery kilns from the La Tène period. Unlike the La Tène period pottery kilns, the vast majority of which are documented *in situ*, relics of these earlier devices most frequently come from a secondary deposition in other settlement structures. Moreover, they have relatively distinct ties to sunken houses (fig. 2, 7), where the remains of hearths or other forms of heating devices are often found. Pre-La Tène devices with perforated floors differ from La Tène devices in several metrical and formal characteristics (fig. 8). These primarily concern differences in the diameter of vents (between 1.6 and 3.5 cm in pre-La Tène devices) and the thickness of the floor (1.2–5.6 cm in pre-La Tène devices). Although the diameter of the inner plan of devices could be recorded in only a small number of cases (fig. 2), it is still possible to anticipate certain differences, as the acquired values range from approximately 24 to 100 cm. Also suggesting smaller device diameters is the frequent absence of imprints of support structures on the lower sides of the floor. Rare information concerning the device shells is likewise important for understanding the given type of pyrotechnological device. The low values for Bohemian finds range from 0.9 to 3.5 cm. Although thicker walls (8–12 cm) are listed for finds from the Rhineland, in these cases a direct connection with pyrotechnological devices is not fully verifiable (cf. Bernhardt 1990, 368; Simons 1992, 380).

The listed findings indicate that unlike two-chambered vertical kilns from La Tène period, those with perforated floors from the Ha C – LT A period were apparently usually originally installed on the level of the ground or on the floors of sunken houses. Devices of a portable nature cannot be ruled out. Differences in metrical characteristics are also striking: the majority of such finds point to a lower capacity and even a lower carrying capacity of the perforated floor. The only known exceptions are four sunken devices from the Hünfeld-Meckenzell site, which, however, have only appeared in preliminary publication reports (Müller – Kneipp – Kreuz 2001, 150; Thiedmann 2007, 9, 11, figs. on pages 6, 9 and 10).

Upon a closer look, significant differences can be found between the aforementioned geographically distinct groups. Finds (fig. 3; 4: 1–4) which are concentrated in the Lower Rhineland and also

stretch into the middle part of the Rhine, to the east and deeper into the Hessen region (see the Inventory/Soupis, item DU1-7), mostly date to Ha C or more generally to Ha C–D, with only a few possibly coming from later periods. Typical are larger dimensions of the inner plan, which corresponds to the standard for La Tène pottery kilns. More frequently mentioned in the context of these finds is the presence of defective pottery, which in the past served as an additional argument for the use of the device to fire ceramics. Due to the lack of published information, this interpretation cannot be fully ruled out for the German finds, even though in a large number of cases, based on an evaluation of metrical and formal traits, it appears at the very least problematic. The second group of devices (fig. 4: 5–11; 5; 6), which were found in south and central Bohemia (see the Inventory/Soupis, item CC1–7), is chronologically limited exclusively to the periods between Ha D2–3 and LT A. Also hypothetically belonging to this group are finds from Niedererlbach (see the Inventory/Soupis, item DU8), the dating of which, however, is broader. Fragments of combustion devices here are often linked to sunken house features with hearths or a different type of heating device. Therefore, it cannot be ruled out that the devices were part of their interior furnishings. Also conspicuous are the small dimensions of their internal plan, which in selected cases can be estimated at approximately 20–30 cm. These dimensions and other structural details such as the arrangement of vents and the connection of perforated floors to the walls of the shell are strongly reminiscent of the portable ‘pyraunoi’ known from the Bronze Age and the Hallstatt period from the Carpathian Basin and the Apennine Peninsula, which are traditionally connected with the processing of food (Romsauer 2003).

Convincing arguments for the actual interpretation then come from an analysis of the thermal alterations of grates of selected Bohemian finds of these devices conducted by means of X-ray powder diffraction analysis (fig. 9–11). Samples from Strakonice and Přední Poříčí indicate temperatures of up to 500 °C on the upper surfaces of the perforated floors. Such temperatures are not sufficient for firing pottery and instead suggest the use of these devices in the processing of food. A consistent use can be assumed in the case of samples with higher documented temperatures, as they have similar formal characteristics and find contexts. The higher temperatures in these cases do not rule out the use of the devices in the thermal processing of food.

The possibility of using the studied devices was also tested experimentally based on the find from Kapsova Lhota (fig. 12, 14; cf. Mangel – Thér 2014). The results show that the actual size of the device does not limit its utilisation from the perspective of effectively achieving the temperatures necessary for firing pottery (fig. 15, 16; cf. Thér 2014, 91–92). Problematic, though, was the thermal stress generated in the device shell at higher temperatures (over 500 °C), leading to cracks in the shell (fig. 14E). The problems are primarily the result of the thin walls of the device (10–20 mm). Therefore, while experiments did not rule out the use of similar devices for firing ceramics, they highlighted the problematic use of thin-walled shells as insulation for pottery kilns. It is evident that the construction of these devices was derived from a different type of use involving processes requiring temperatures up to 500 °C, i.e. it is highly probable that the devices were intended for using thermal energy in the processing of food or other organic materials.

Remaining unanswered is whether these types of devices are related to a significant La Tène technological innovation – the introduction of the two-chambered pottery kiln, as it represents the same technological concept of structurally separating the fuel from the processed material. Two scenarios emerge as possible explanations. The concept of dividing the fuel from the fired pottery could have been inspired by earlier devices used in the local cultural context for other purposes, with the construction being adapted for firing pottery. Another possibility is that the idea for a multi-chambered device came from the Antique Mediterranean environment (cf. Henning 1977, 193–195; 1978, 453–454). In this case, the design was however adopted entirely independently of the existence of local multi-chamber pyrotechnological devices used for purposes other than for firing pottery.

English by David J. Gaul