

Bočková, Zdeňka; Doležalová, Kateřina; Kochan, Šimon; Mazáčková, Jana;  
Slavíček, Karel; Těsnohlídek, Jakub

## Experimentální výroba keramiky v Panské Lhotě

*Archaeologia historica*. 2014, vol. 39, iss. 1, pp. 119-137

ISSN 0231-5823 (print); ISSN 2336-4386 (online)

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/130283>

Access Date: 16. 02. 2024

Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

## EXPERIMENTÁLNÍ VÝROBA KERAMIKY V PANSKÉ LHOTĚ

ZDEŇKA BOČKOVÁ – KATEŘINA DOLEŽALOVÁ – ŠIMON KOCHAN –  
JANA MAZÁČKOVÁ – KAREL SLAVÍČEK – JAKUB TĚSNOHLÍDEK

**Abstrakt:** Článek vychází z experimentů řešících otázku technologie výroby vrcholně středověké keramiky, které proběhly v letních měsících roku 2013 v centru FF MU pod záštitou Ústavu archeologie a muzeologie FF MU, od vyhledávání a testování jíllů, míchání hrnčířských hlín přes formování nádob, včetně formování nádob s keramickou značkou na dně, po výpal v replice středověké pece.

**Klíčová slova:** experiment – hrnčířství – hrnčířský kruh – hrnčířská hlína – ostřivo – reliéfní značky na dnech – výpal suroviny.

### *Experimental Manufacture of Pottery in Panská Lhota*

**Abstract:** This article is based on experiments exploring the production technology of pottery in the high Middle Ages that took place in the summer of 2013 at the Faculty of Arts of Masaryk University, under the auspices of the Institute of Archaeology and Museology. The experiments involved search for and testing of clays and their blending, the shaping of vessels (including those with a ceramic mark on the bottom) and their firing in a replica of a medieval kiln.

**Key words:** experiment – pottery – potter's wheel – clay – grog – relief marks on bottoms – firing.

### Úvod

Ústav archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity v Brně provedl experimenty s technologií výroby středověké keramiky v červenci a srpnu 2013 ve výzkumné stanici ÚAM FF MU v Panské Lhotě čp. 31. Část experimentů probíhala v rámci 4. workshopu k vrcholně a pozdně středověkým keramickým souborům pořádaného ve dnech 12.–15. 8. 2013. Experimenty obohatily program letní praxe studentů probíhající na hradě Rokštejně. Aktivně se jich účastnili členové dalších institucí. Rady ze současné hrnčířské praxe poskytl hrnčíř Petr Jurníček.

Během léta 2013 byla postavena hrnčířská pec vycházející z archeologického nálezu reliktu hrnčířské pece z Křížové ulice 14 v Jihlavě. Proběhlo pedologické vzorkování v okolí hradu Rokštejna za účelem nalezení vhodného materiálu pro výrobu keramiky. Formování nádob z testovaných jíllů s různými příměsemi se provádělo na rychle rotujícím hrnčířském kruhu, tzv. kopacím, a to i s přidavnou dřevěnou deskou s vyrytým negativem značky. Byly vytvořeny speciální formuláře pro jíly, namíchána hrnčířská hlína a připraveny jednotlivé vyrobené nádoby, které měly usnadnit vyhodnocení experimentu. V rámci experimentální části workshopu se vytáčely nádoby, které se následně vypálily v postavené replice středověké hrnčířské pece. Průběh výpalu se měřil a zaznamenával.

### Experiment v české archeologii: obecně

Využití experimentu v archeologii není ničím výjimečným, přesto se na použití této metody pohlíží často poměrně skepticky. Běžně spojuje hledání odpovědí na „vědecké otázky“ archeologie s prezentováním poznatků tohoto oboru o životě lidí v minulosti veřejnosti. Aplikování experimentu navíc naráží na požadavek exaktnosti vědeckých metod. S ohledem na to je vždy nutné předem stanovit výzkumné otázky a metody, které se použijí k jejich řešení. Experiment může probíhat v laboratorních i polních podmínkách.

Obecně se jeví jako vhodnější využít termínu „experiment v archeologii“ než často užívaného označení „experimentální archeologie“, které evokuje spíše experimentování se samou archeologií než použití určité metody pro posunutí poznatků získaných z archeologických pramenů.

V současnosti se experimentální archeologie definuje jako metoda archeologické analogie postavená na co nejpřesnější moderní rekonstrukci minulých výrobních postupů a sociokulturních situací za dobře kontrolovaných podmínek, která se používá k zajištění nebo rozšíření analogií pro archeologickou interpretaci a testování archeologických hypotéz. Využívá se také k testování nových metodických postupů v archeologii, ověřování výsledků přírodovědných analýz. Zároveň má edukativní a prezentační potenciál (Hložek 2008, 32).

Důležitým prvkem je dokumentování samého experimentu, záznam, případně měření jeho průběhu a výsledků. K tomu lze využít jak standardních metod pozorování okem, barevné škály, měřítka, fotografie, videozáznam, tak i moderních metod, které zastupují např. petrografické či chemické analýzy či 3D modely.

Rozhodně nelze ztotožnit minulou skutečnost s provedeným experimentem, byť by se jeho výsledek zdál sebezdařilejší. Postrádáme celé generace zkušeností, zručnost i rutinu, se kterou kdysi lidé řemesla jako hrnčířství provozovali. Je třeba si uvědomit, že se neexperimentuje se skutečnou minulostí, která je mrtvá, ale pouze s určitými modely minulé skutečnosti (Neustupný 2007, 23). V archeologii středověku tyto modely vytváří nejen archeologické nálezy, ale i písemné prameny či etnografické poznatky. Významem využití experimentu v archeologii je potvrzení či vyvrácení pravdivosti určitého modelu. Jeho výsledek tak může sloužit jako analogie, kterou lze využít k interpretaci, nikoliv přímo jako interpretace (Thér 2009, 234). Při využívání modelů se musí zohlednit tendence ke schematizaci a zúžení pohledu na daný problém. Model vztahující se k interpretaci technologického chování by měl vytvořit teoretický rámec pro zacílení prostorové a kvantitativní analýzy a definovat základní parametry pro experimentální replikaci (Thér 2009, 118).

### **Experiment v české archeologii: středověká hrnčířská produkce**

Na možný význam experimentu pro archeologii, včetně otázek spojených s výrobou keramiky, poukázal již na počátku 60. let 20. století R. Pleiner, když se pokusil metodicky vymezit rámec jeho využití (Pleiner 1961, 619–620). Českým archeologům byly známy experimenty s výrobou pravěkých nádob či s výpaly keramiky probíhající již v této době v Německu či Británii (Pleiner 1961, 619–620; Pavelčík–Kráal a kol. 1970, 26). Přesto se u nás přistoupilo k systematickému aplikování experimentu při výzkumu středověké keramiky až v 90. letech 20. století.

Předmětem experimentů se staly zpočátku výpaly keramiky v rekonstrukcích pecí a složení keramického těsta, a to především chování různých druhů příměsí. Pozornost se věnovala výpalům keramiky s obsahem grafitu či výpalům vlastní grafitové suroviny. V. Beránková provedla experimentální výpal drceného a nedrceného grafitu kvůli sledování vyhořívání této příměsi při oxidačních výpalech při různých teplotách. Výpal proběhl zčásti v laboratorních podmínkách v elektrické peci a zčásti v rekonstrukci hrnčířské pece v Mikulčicích (Beránková 1996, 50–68; Gregerová a kol. 2010, 105–114). Na keramických směsích z okolí Mikulčic provedla experimentální výpaly J. Dvorská. Jejím cílem bylo modelovat podmínky výpalu staré keramiky a ověřit předpokládané materiálové zdroje a technické postupy (Dvorská 2001, 45–58). Experimentu využily M. Gregerová a D. Hanuláková. Namíchané keramické směsi pálily na různé teploty včetně výpalů v rekonstrukcích pecí. Následně zjišťovaly vlastnosti minerálů ve vypálených keramických směsích či konstrukcích pecí pro porovnání s archeologickými nálezy keramiky (Gregerová–Hanuláková 2007, 108–110). Na Slovensku prováděli experimenty s výpalem různých keramických směsí G. Fusek a J. Spišiak. Testovali výpal směsí s příměsemi dřeva, celulózy, slámy a grafitu, a to jak v oxidačním, tak částečně redukčním prostředí (Fusek–Spišiak 2005, 291–292).

Využití experimentu v archeologii přispělo společně s přírodovědnými analýzami k vyřešení otázky technologie výroby loštických pohárů (Čopjaková–Goš–Gregerová–Hložek–Škoda 2008, 76–85; Gregerová–Hložek 2008, 86–89; Gregerová a kol. 2010, 153–159).

V posledních letech se experimenty týkající se středověké keramiky zaměřily i na technologii její výroby. T. Bernardt prokázal možnost výroby podsýpané keramiky na rychle rotujícím kruhu, včetně testování různých druhů podsýpky (Orna a kol. 2011, 67–75). M. Pták se soustředil na aplikování značek na dnech nádob a možnosti jejich významu (Pták 2012, 160–164).

Experimenty s technologií výroby pravěké keramiky se dlouhodobě zabývá R. Thér z Katedry archeologie na Univerzitě Hradec Králové. Věnuje se metodologii využití experimentu v archeologii či experimentálním výpalům keramiky v různých typech archeologicky či etnograficky doložených vypalovacích zařízení (Thér 2008, 129–142; 2009).

Obecně lze shrnout, že při řešení otázky středověké hrnčířské produkce je možné využít experimentu k objasnění znaků pozorovatelných na archeologických nálezech keramiky a určení možností jejich interpretace, dále k rekonstrukci celkového procesu výroby keramiky – od získávání a zpracování surovin přes tvarování nádob až po vlastní výpal zboží (s využitím etnografické tradice, historických pramenů), řešení otázek provenience keramiky (v kombinaci s geologickými analýzami, příp. i etnografickým bádáním). V rámci experimentu lze řešit otázky používání keramických nádob a jejich životnosti i otázky spojené s transformačními a postdepozicičními vlastnostmi keramického materiálu (např. Lis 2007, 57–66; Dain-Owens–Kibblewhite–Hann–Godwin 2013). Cílem experimentu se středověkou keramikou může být snaha o vyvrácení některých tradičních interpretací a tvrzení. Jako příklad uveďme experiment T. Bernardta s použitím podsýpky při výrobě keramiky na rychle rotujícím kruhu (Orna a kol. 2011, 67–75). Tento znak na archeologických nálezech keramiky býval dlouhou dobu jednoznačně spojován s keramikou vyráběnou na pomalu rotujícím kruhu (např. Nekuda–Reichertová 1968, 37; Procházková 2007, 245).

Vedle vědeckého významu experimentů nelze opominout jejich využití při popularizaci a prezentaci archeologie i hrnčířství jako tradičního řemesla veřejnosti a při výuce studentů archeologie, pro které je keramika nejběžnějším nálezem v terénní praxi.

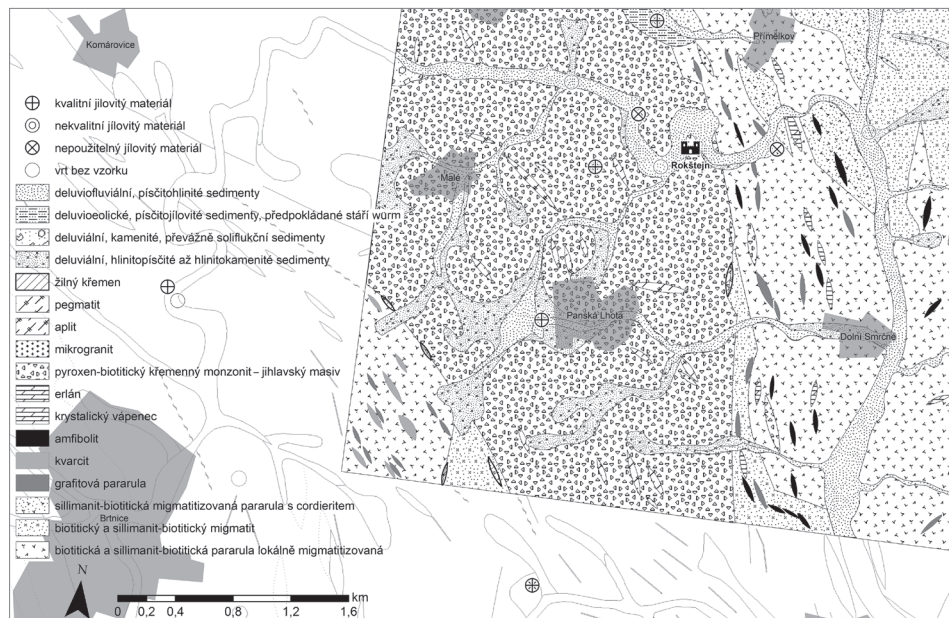
## Hledání surovin na výrobu keramiky

Pro účely experimentální výroby keramických nádob se po dvě sezóny těžil jílovitý materiál na břehu řeky Brtnice. Místo se nachází několik set metrů od hradu Rokštejna. Materiál se jevil jako nevyhovující i přes pokusy vylepšit jeho vlastnosti přidávkem drceného grafitu či slídy. O jeho nízké kvalitě svědčily problémy při formování nádob a drolivost vypálených výrobků. Při experimentech se využíval pro dostupnost a velké množství. Až termická analýza odhalila nevyhovující minerální složení suroviny (Bočková 2013, 25). Novým úkolem workshopu se stalo hledání vhodného lokálního zdroje suroviny použitelné pro další experimenty s výrobou vrcholně středověké keramiky. Za tímto účelem se sondovalo v okolí hradu Rokštejna (obr. 1). Průzkum se zaměřil na potenciální ložiska sedimentárních jílů zejména v údolí řeky Brtnice a jejích přítoků. Dále se zkoumaly lokality, kde těžba jílu probíhala v nedávné minulosti – zaniklá cihelna mezi obcemi Brtnice a Bransouze a těžební jáma menších rozměrů při cestě z Panské Lhoty směrem na Přímělkov a Střížov – zhruba 0,75 km vzdušnou čarou západně od Rokštejna. Tato místa reprezentují čochy třetihorních reziduálních jílů.

Sondování se provádělo pedologickým vrtákem, místy až do hloubky 2,5 m. V říčním údolí byly vrty provedeny za soutokem dvou toků, vždy na konci meandru, na jeho vnitřní straně. V těchto místech má proud řeky nejmenší sílu, umožňuje tedy sedimentaci jemnějších částic. Několik vrtů se umístilo před soutokem Brtnice s Jihlavou i za ním a v údolí Přímělkovského potoka. U vrtného jádra se přímo v terénu popisoval charakter a vzájemné vztahy jednotlivých vrstev (hloubka, přechod vrstev, barva dle Munsellovy škály), zrnitost a vytřídění sedimentu, příměsi, struktura a konzistence půdní matrix, obsah karbonátů (zkouška 10 % HCl). Z jílovitých vrstev byly odebrány vzorky, které byly podrobeny dalším zkouškám.

Metodika testování odebraných vzorků se inspirovala postupem badatelů při vyhledávání lokálních zdrojů jílů v okolí města Sekondi-Takoradi vhodných pro použití ve školství (Asante-Kyei–Acquah 2013, 56–63), část metodiky je zevrubně popsána v Technologii keramiky (Hanykýt–Kutzendörfer 2002, 257–271). Získané vzorky jílovitých vrstev se zvázily a nechaly uschnout v dobře větraném zastíněném prostoru. Suchý materiál se rozdrtil, rozdělal, schnul alespoň 24 hodin, přičemž se zaznamenávalo množství rozdělovací vody. Uleželé vzorky se pomocí formy vytvarovaly do zkušebních cihliček o rozměrech 100 × 50 × 25 mm (v případě nedostatku materiálu se dbalo na to, aby zkušební cihlička měla plnou délku a šířku,

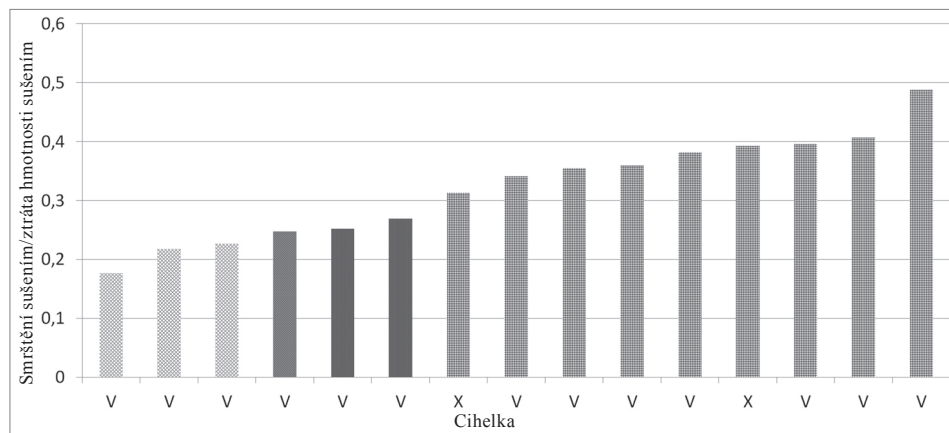
případně pouze šířku). Po zvážení vlhké zkušební cihličky se na horní podstavu narýsovaly dvě úhlopříčné úsečky ideálně o délce 80 mm. Zkušební cihličky byly uloženy ve stejných podmínkách jako čerstvé vzorky. Suché zkušební cihličky se zvážily a úsečky změřily. Poté se laboratorně vypálily na teplotu 800 °C při nárůstu 100 °C/h a osmihodinové izotermní výdrži. Vypálené zkušební cihličky se opět zvážily a úsečky změřily. Během procesu sušení a po výpalu se zaznamenávaly změny v barvě a charakteru povrchu a hran zkušební cihličky. Z výsledných hodnot se odpočítávaly následující parametry – smrštění a ztráta hmotnosti (sušením, pálením a celkem). Pro získání srovnávacích dat tímto způsobem se testovaly i dva druhy běžně dostupné hrnčířské hlíny (červená a světlá točířská hlína bez šamotu).



Obr. 1. Umístění vrtů s výsledky zkoušek kvality vzorků. Upraveno podle Krmíček 2011; využita služba WMS: [http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/rebilance/geocr50\\_wms/MapServer/WMServer](http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/rebilance/geocr50_wms/MapServer/WMServer).  
 Abb. 1. Lage der Bohrungen mit den Ergebnissen der Qualitätsprüfung der gezogenen Proben. Bearbeitet nach Krmíček 2011; verwendeter Webservice WMS: [http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/rebilance/geocr50\\_wms/MapServer/WMServer](http://ags1.geology.cz/ArcGIS/services/rebilance/geocr50_wms/MapServer/WMServer).

Při hledání vhodného kvantifikovatelného kritéria, které by korespondovalo s pozorováním chování těsta při tvarování, sušení a výpalu zkušebních cihliček, vyšel nejlépe poměr hodnoty průměrného smrštění sušením a ztráty hmotnosti sušením. Takto se vymezily tři kategorie jakosti materiálu – nepoužitelný, nekvalitní a kvalitní (graf 1). Z nepoužitelného materiálu nebylo možné zkušební cihličky vytvarovat, a pokud ano, tak nedošlo během výpalu ke slinutí. Zkušební cihličky z nekvalitního materiálu byly nápadně nespojitostmi a prasklinami, které se objevily již po vytvarování. Nekvalitní materiál během výpalu prošel procesem slinování, takže by se s příměsí, která by zlepšila jeho plasticitu, mohl na výrobu keramiky použít. V grafu (graf 1) je patrný skok mezi posledním vzorkem spadajícím do kategorie nekvalitní a prvním ze skupiny kvalitní. Tento představuje profesionální točířskou hlínu. U kvalitního jílového materiálu by měla hodnota poměru obou zmiňovaných hodnot přesahovat 0,3.

Zvolená metoda je obzvláště vhodná k rozpoznání tzv. fyzikálních jílu, které se projeví až po výpalu. Fyzikální jíl, ač zrnitostí jílové frakci odpovídá, se skládá převážně z křemenných zrn. Nedostatek jílových minerálů a převaha křemene způsobí, že se materiál při výpalu neslínuje, nýbrž se rozsype. Kvalitní jílovitý materiál, který byl nalezen v říčním údolí, se vyskytuje buď v málo mocných polohách (počátek údolí Brtnice), nebo v příliš velkých hloubkách (pod



Graf 1. Kvalita jílovitého materiálu získaná poměrem smrštění sušením a ztráty hmotnosti sušením. V – vzorek z vrtu; X – komerčně dostupná hrnčířská hlína.

Diagramm 1. Anhand des Verhältnisses zwischen Schrumpfen durch Trocknen und Massenverlust durch Trocknen ermittelte Qualität des Tonmaterials. V – Bohrpote; X – kommerziell erhältlicher Töpferlehm.

hrází Nového rybníka v Panské Lhotě a v údolí Přímělkovského potoka), takže není možné jej využít k těžbě. Jako vhodné tedy zůstaly lokality, kde již v minulosti těžba probíhala.

### Experimentální výroba keramiky

Při experimentální výrobě nádob se používala surovina tří druhů. Šlo o kupovanou točičskou hlínu a v terénu natěžený jílovitý materiál z dvou různých lokalit, první ze zdroje u řeky Brtnice v blízkosti hradu Rokštejna (viz výše) a druhý ze Stonařovského rybníka u Stonařova získaný v roce 2012. Oba materiály byly předmětem předchozích experimentů, ve kterých se jeví jako středně kvalitní jíly schopné vytvářet keramiku. Větší soudržnost vykazoval jíl stonařovský, brtnický jíl naopak jevil tendence se rozpadat. Natěžený materiál se zpracovával méně sofistikovanými způsoby doložitelnými pro ruční výrobu keramiky na základě etnografických a historických pramenů (Gregerová a kol. 2010, 21; Nekuda–Reichertová 1968, 31–33).

Materiál určený k výrobě keramiky prochází sérií procesů zlepšujících jeho technologické vlastnosti. Točičská hlína jakožto průmyslový produkt prošla procesy jako např. mletí, kalolisování, rozprašování či vymrazování, přičemž bylo cílem dosáhnout požadované velikosti a homogenizace částic. Její vlastnosti vyhovují požadavkům výroby pokročilé keramiky specifických chemických a fyzikálních vlastností (Hanykýř–Kutzendörfer 2000, 57–64). Nebylo potřeba ji před použitím nijak více upravovat. Hlína natěžená v Brtnici a u Stonařova se ponechala přes zimní období ve venkovních prostorách k přemrznutí, poté se plavila a vybraly se z ní nečistoty. Před vlastním vytáčením byla důkladně ručně prohnětena.

K uvedeným základním surovinám se přidávaly dva druhy ostřiv, a to grafit a písek s obsahem slídy (biotitu). Následně se sledovaly vlastnosti a chování materiálu při výrobě nádob a při výpalu. Z každého druhu se vytvořily tři hmoty, a to bez příměsí, s grafitem a s pískem, z nichž se posléze vytáčely nádoby. Grafit se použil z lokality Lubnice u Jemnice. Grafit prošel procesem drcení a přesívání, aby se získaly částice různé hrubosti. Na 5 kg jílu se ukázalo vhodné použít 30 g grafitového prášku (velikost zrn do 1 mm), aby se zvýšila plastičnost hmoty. Písčité ostřivo s přirozeným obsahem slídy se získalo ze zvětralého podloží hradu Rokštejna. Hrad stojí na skalním suku jihlavského masivu, jež tvoří převážně křemenný monzonit (Tonika 1967, 105). Po vyvětrání živců, pyroxenů a amfibolů na odkrytých polohách z horniny zůstává směs úlomků tvořená především slídou (biotitem) a v menší míře křemenem. Písčité ostřivo použité do keramiky bylo pomocí síta upraveno na zrnitost do 1 mm. Na 5 kg jílovité hlíny se aplikovalo 400 g tohoto ostřiva. Jeho význam spočíval při tvarování keramiky v lepší pevnosti keramického těsta.

U komerčně dostupné točírské hlíny dokázala přítomnost jemného písku redukovat vzduchové bubliny vznikající při točení, které při výpalu bývají příčinou poškození keramiky. Při výpalu měl písek zabránit deformaci jemné jílovité sekce.

Nejlepší vlastnosti při výrobě nádob vykazoval komerčně dostupný šedý točírský jíl, a to i s obsahem příměsí. Brtnický jíl se ukázal nevhodný pro výrobu keramiky – ani po přidání grafitu či písku nebylo možné vytočit větší nádoby, pouze nízké misky s tlustými stěnami. Především se však brtnický jíl ukázal jako nepoužitelný pro výrobu keramiky při výpalu, při kterém se tento na první pohled poměrně kvalitní jíl projevil jako fyzikální jíl obsahující velký podíl křemenných zrn (Bočková 2013, 25). Vypálené nádoby se vesměs rozdrojily již v peci nebo po vyjmutí z pece, stejně dopadly některé součásti pece postavené z tohoto jílu. Výpal proběhl v oxidačních podmínkách. Stonařovský jíl prošel stejným zpracováním, vykazoval jen o málo lepší vlastnosti než brtnický. Daly se z něj vytočit o něco vyšší nádoby. Nádoby se sice při výpalu samovolně nerozpadly, nicméně byly velmi křehké a drolivé. Otázkou zůstává, jak by se tento materiál choval při redukčním výpalu.

Grafit měl při výrobě keramiky vliv na plastičnost hmoty. Písčité ostřivo dokázalo u jemné komerčně dostupné šedé točírské hlíny redukovat vzduchové bubliny vznikající při točení, které při výpalu bývají příčinou poškození keramiky. U lokálních jílu nebyla tato vlastnost patrná pro jejich vyšší zrnitost.

Při výpalu předpokládáme vyhoření grafitu. Makroskopicky jej poté již nebylo možné identifikovat. Složení fragmentů po výpalu bude předmětem dalších analýz. Zvolené písčité ostřivo způsobilo oprýskání stěn nádob, jejich povrch popraskal a odlupovaly se z něj šupinky. Nejvýrazněji se odlupování projevilo na nádobách z šedé průmyslově vyráběné točírské hlíny. Struktura nádob byla natolik poškozená, že i když jinak proběhl výpal keramiky úspěšně, výrobky se vesměs nehodily k běžnému užívání. Defekt zapříčinila změna některého z obsažených minerálů způsobená vysokou teplotou a doprovázená změnou v objemu, pravděpodobně šlo o biotit. Toto ostřivo se tak ukázalo jako nevhodné.

Cílem dalších experimentů s keramickou surovinou bude především testování dalších lokálních zdrojů jílu a hledání vhodné suroviny, jejíž složení by bylo např. možné porovnat se složením archeologických nálezů keramiky z oblasti. Pokračovat se bude v testování jiných druhů ostřiv a jejich kvantit v hrnčírské hlíně s důrazem na lokální zdroje. Zároveň budou zkoušeny úpravy hlín jako způsob zimování a skladování, přesívání nebo plavení.

## **Výroba keramických nádob s reliéfními značkami na rovných dnech**

Čitelnost reliéfní značky na dně nádoby ovlivňuje několik faktorů – forma dna, kvalita hrnčírské hlíny, technologie sušení a výpalu, manipulace s nádobou v době jejího využívání, depoziční a postdepoziční procesy. Tvar dna nádoby je určující pro dochování kvalitního obrazu značky. Klenuté dno snižuje ohrožení kvality reliéfu abrazí při manipulaci s nádobou a lépe prokazuje kvalitu značky při výrobě. V případě rovného dna se značkou je zvýšená abraze značky závislá na kvalitě hrnčírské hlíny, sušení a výpalu. Výpal ovlivňuje tvrdost a zároveň snižuje, nebo naopak zvyšuje faktor abraze dna nádoby při běžném používání a její manipulaci na různých tvrdých materiálech při zvýšené hmotnosti o obsah nádoby, např. při skladování, vaření a jiných nutných úkonech s nádobou. Identická reliéfní značka na dně nádob předpokládá využití stejné matrice s negativem obrazu značky a její opakovanou aplikaci při formování nádoby s ohledem na stárnutí matrice (Varadzin 2007, 57; Pták 2012, 10–11).

Výroba nádob se značkou na dně je dávana do souvislosti s technikou obtáčení a ručním kruhem, který je brán jako jediný možný výrobní prostředek (Nekuda–Reichertová 1968, 37, 82, 86). Dalším předpokladem je, že někteří hrnčíři část své produkce značili. První výskyt reliéfních značek na dnech se klade do období druhé poloviny 8. století nebo na přelom 8. a 9. století, den značených reliéfním obrazem ubývá na konci 13. a v průběhu 14. a v 15. století se značky na dnech vytrácejí. Jednou z příčin, proč se již značky zpravidla od 16. století neobjevují, mohl být právě jejich výrobní postup. Na neslovanských územích se reliéfní značky na dnech objevují od 11. století. Značka na dně je automatickým pozůstatkem formování nádoby a poukazuje na

technologické postupy používané hrnčířem. Značky na dnech byly postupně nahrazeny značkami kolkovanými nebo rytými na těle nádoby (Nekuda 1965, 109; Nekuda–Reichertová 1968, 82, 86; Varadzin 2004, 165, 174, 180–181; 2007, 54; Fusek 2009, 99–106).

L. Varadzin v analýze a shrnutí o keramice s reliéfními značkami na dnech uvádí tři možné postupy modelování nádob při opakovaném použití matrice a vzniku identických značek na dnech, ale již neřeší značku ve vztahu k formě dna (ploché nebo vypouklé) a způsobu snímání nádoby z desky hrnčířského kruhu opatřeného negativem značky. Předkládá tři možnosti vzniku reliéfní značky na dně.

- Negativ značky byl vyryt do desky hrnčířského kruhu – tato situace předpokládá dva hrnčířské kruhy v hrnčířně.

- Aplikace nástavců na zakrytí osy hrnčířského kruhu v podobě rovného nebo vypouklého terče nebo kovových destiček opatřených popřípadě značkou. Upevněny byly k desce kruhu pomocí hřebů nebo čepů, nebo byly nasazeny na vrcholek pohyblivé osy kruhu.

- Použití tzv. nosiče negativu – jde o kovovou destičku se značkou upevněnou čtyřmi hřeby k desce kruhu. L. Varadzin se přiklání k první možnosti výroby nádob s reliéfní značkou, tj. předpokládá, že hrnčíř vlastnil dva hrnčířské kruhy. Problematickým případem je přetisk značek na dně, pak by musely být v hrnčířně tři hrnčířské kruhy. Metoda zpracování staroboleslavských značek na dnech nezohlednila formu dna a zjišťovala jen identičnost značek a surovinu matrice (Varadzin 2004, 166–167; 2007, 54, 57–60, pozn. 13–14).

Dna s reliéfní značkou vyrobená na ručním hrnčířském kruhu, která se vyskytla v souborech keramických nádob viditelně technologicky vyrobených na rychle rotujícím hrnčířském kruhu nebo jsou jejich tvarovou analogií – např. z Brna (poslední čtvrtina 15. století), Kroměříže (druhá polovina 14. století) nebo i z německého zaniklého Niederbucha (14. století), jsou brána jako intruze nebo jejich výskyt v souborech a souvislost s nimi není přímo vysvětlena (Nekuda 1963, 59–61, 72–78; Varadzin 2004, 175; Pták 2012, 7; Scherf 2013, 146–148, 152, Taf. 12:2).

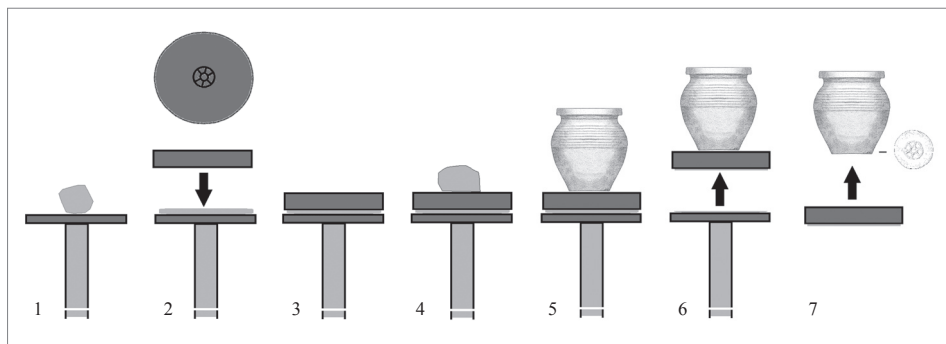
G. Fusek u klenutých den nádob z období 9.–12. století z Nitry – Šindolky poukázal na používání středového terčíku, který se pokládal na středovou část ploché desky ručního kruhu. Tento terčík mohl mít tvar plochý nebo mírně vyklenutý. Terčík mohl být také již pevnou součástí desky kruhu nebo podle Fusekových závěrů mohl být odnímatelný a opatřený značkami. Sám proces výroby nádoby formované na snímatelném terčíku opatřeném značkou spočíval v přilepení přečnávající hlíny k desce hrnčířského kruhu. Při domodelování nádoby odřízl hrnčíř prstencem dna přilepený k desce a sejmul nádobu i s destičkou, která při vysychání sama od nádoby odpadla. Profilování den vypovídá o síle terčíku pokládaného volně na desku kruhu, nebo naopak síle terčíku s částečným nebo úplným provrtáním, který je nasazený na osu hrnčířského kruhu. U modelování nádob s plochým dnem zavrhl autor výměnu desky kruhu a počítal s aplikací podsýpky; výskyt reliéfní značky na plochém dně podle něj nelze spojit s aplikací podsýpky, protože by vyplnila i negativ značky v desce. Nádoby s plochým dnem měly být formovány na ručním hrnčířském kruhu, u kterého neprocházela osa kruhu skrz desku (Fusek 2009, 99–106).

Další možností formování nádob s plochým dnem opatřeným značkou je připevnění další desky průměru většího než průměr dna nádoby na desku hrnčířského kruhu. Nejjednodušším spojovacím materiálem obou desek se stala sama hrnčířská hlína. U ručního kruhu patrně není nutné přilepit desku se značkou v celé ploše, ale v případě rychle rotujícího kruhu se hlína roztáhla rovnoměrně po celé ploše a dřevěná deska se značkou se na ni přilepila. Nádoba se modelovala přímo na této desce bez aplikace podsýpky nebo se mohla podsýpka v minimálním množství nasypat do negativu značky. Po dokončení nádoby se sejmula deska i s nádobou. Při sušení se nádoba od desky oddělila. Tato hypotéza o vzniku reliéfních značek se stala předlohou pro experiment, jehož výrobní postup nebyl přímo dodržen, ale prokázal výrobu nádob s reliéfní značkou na rychle rotujícím kruhu (obr. 2).

Jako základ pro výrobu matrice posloužily nálezy den s reliéfní značkou z archeologického výzkumu areálu hradu Rokštejna a hrádka Přímelkova – Spády. Z hradu Rokštejna v rámci větších souborů z jednotlivých částí hradu bylo zpracováno prozatím několik fragmentů den s reliéfními značkami, čtyři fragmenty se setřelou a nečitelnou značkou byly v nedávné době vyhodnoceny v rámci zpracování dolního paláce (Těsnohlídek 2013, 106). Reliéfní značka na frag-

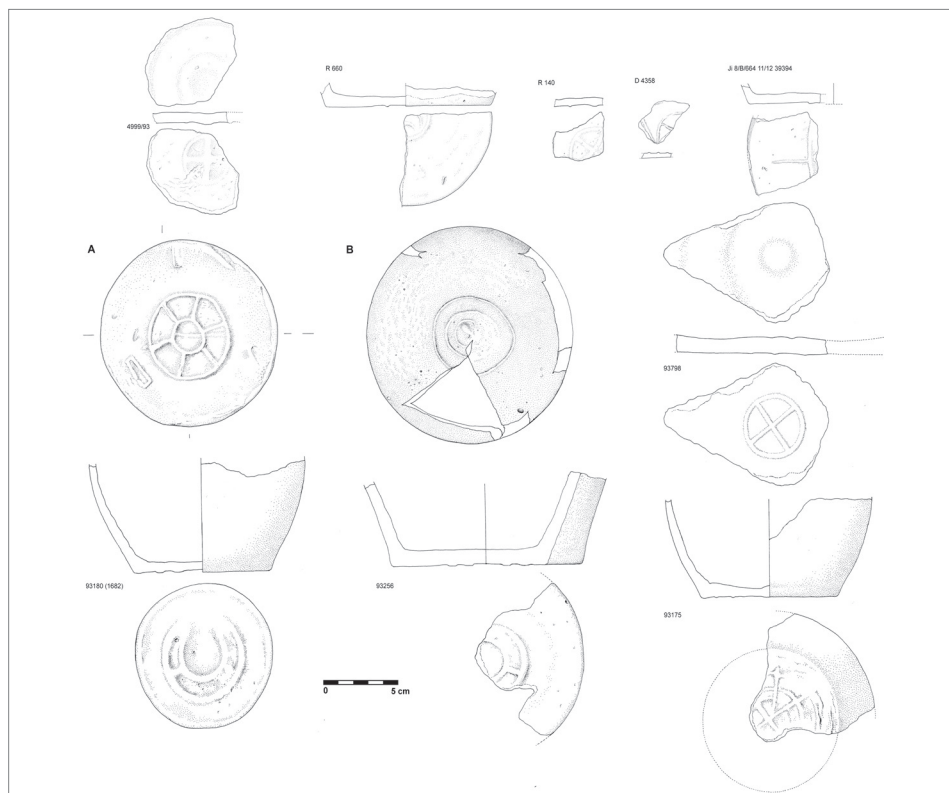


mentu rovného dna 4999/93 nebyla zohledněna v rámci vyhodnocení specifického úseku v areálu horního hradu (Dvořák 2012). Celkem bylo prozatím kresebně dokumentováno z hradu Rokštejna šest den opatřených značkou a z hrádku Přímělkova – Spády bylo zakresleno pět den (uloženo v Muzeu Vysočiny v Jihlavě a Moravském zemském muzeu v Brně; obr. 3). S. Vohryzek uvádí



Obr. 2. Postup výroby s aditivní dřevěnou deskou opatřenou ve středu negativem značky na hrnčářském kruhu. 1 – roztažení hrnčářské hlíny na plochu desky kruhu; 2–3 – přilepení desky se značkou; 4–5 – formování nádoby obtáčením nebo vytáčením podle typu hrnčářského kruhu; 6 – sejmutí desky s nádobou (odříznutí); 7 – v průběhu sušení se oddělí nádoba od desky.

Abb. 2. Produktionsablauf mit zusätzlicher, mit Negativmarke versehener Holzplatte auf der Töpferscheibe. 1 – Ausrollen des Töpfertons auf der Fläche der Drehscheibe; 2–3 – Ankleben der mit einer Marke versehenen Platte; 4–5 – Formen des Gefäßes durch Andrehen oder Herausdrehen je nach Art der Töpferscheibe; 6 – Abnahme der Platte mit dem Gefäß (Abschneiden); 7 – Während dem Trocknen löst sich das Gefäß von der Platte.



Obr. 3. Dna opatřená reliéfními značkami Rokštejn – 4999/93, R 660, R 140, A, B; Přímělkov – j8/B/664 11/12 39394, 93798, 93180, 93256, 93175. Kresba S. Plchová.

Abb. 3. Böden mit den Reliefmarken Rokštejn – 4999/93, R 660, R 140, A, B; Přímělkov – j8/B/664 11/12 39394, 93798, 93180, 93256, 93175. Zeichnung S. Plchová.

v analýze přímělkovského keramického souboru celkem šest zpracovaných den, ale v tabulce č. 31 uvádí deset den opatřených reliéfní značkou v návaznosti na určenou keramickou třídu (Vohryzek 2009, 51, 79, tab. 31).

Z velkého množství kuchyňské nebo stolní keramiky získané systematickým archeologickým výzkumem jsou prozatím z Rokštejna k dispozici tato nálezy: č. 98/029, D5240/021, D5240/018 pocházející z výplně recentního zásahu v dolním paláci, další D5420/002 opět z dolního paláce, ale z intaktní požárové vrstvy zánikového horizontu z konce druhé třetiny 15. století. Dno se značkou 3351 pochází ze čtverce 8/11 u paty vstupní brány do horního hradu, kam se fragment mohl dostat až po výstavbě věže v průběhu 14. století a postupným zanášením skalnatého svahu odpadem při provozu až do zániku hradu. Dno D4358 se našlo v prostoru západního parkánu a pochází z vrstvy spojitelné se zánikovým horizontem vzniklým před rokem 1306/1307. Z archeologického výzkumu B. Coufala z konce 50. a 60. let 20. století u tzv. bašty, tzn. u věže horního hradu Rokštejna, je k dispozici fragment dna se značkou R 140 a dále fragment se značkou R 660.

Motivy, které se objevily na reliéfních značkách, představují mezikruží rozdělené na šest segmentů, kříž v kruhu, tři soustředné kruhy, neznámý obrazec v kruhu a neznámý obrazec v kruhu rámovaný liniemi. Přímělkovská dna nesou motiv mezikruží patrně děleného na pět segmentů, kříž v kruhu a jen kříž (Vohryzek 2009, 51). Dalším přímělkovským motivem je reliéfní značka na dně 93175 kombinující mezikruží a kříž doplněný o linii překračující mezikruží ukončenou křížem a značka na rovném dně Ji8/B/664 11/1239394 znázorňující kruh, který radiálně překračuje. V případě značky v podobě mezikruží děleného na segmenty na dnech 93180 a 93256 z Přímělkova nejde o identickou značku, jen o shodný motiv. Reliéfní značka kříže v kruhu je identická na dnech z Rokštejna 4999/93 a R 140 (obr. 3: 4999/93, R 140). Téměř všechna dna jsou rovná, jen dno nádoby 93180 opatřené mezikružím děleným na pět segmentů má naznačený okrajový prstenec odpovídající Procházkově třídění den 03.01 (Procházka 2007, 264, obr. 33).



Obr. 4. 1–2 – vytočená nádoba s reliéfní značkou s motivem kříže v kruhu podle předlohy z hrádku Přímělkov – Spády; 2–3 – vytočená nádoba s reliéfní značkou s mezikružím děleným na šest segmentů podle předlohy z hradu Rokštejna.

Abb. 4. 1–2 – gedrehtes Gefäß mit einer Reliefmarke mit dem Motiv eines Kreuzkreises gemäß der Vorlage von Burg Přímělkov – Spády; 2–3 – gedrehtes Gefäß mit einer Reliefmarke mit dem Motiv eines in sechs Segmente unterteilten Kreisrings gemäß der Vorlage von Burg Rokštejn.

Pro experiment výroby nádob s rovným dnem a reliéfní značkou bylo vybráno dno z Rokštejna s motivem mezikruží rozděleného na šest segmentů (obr. 4:1, obr. 5:3–4) a dno zdobené křížem v kruhu z Přímělkova (obr. 4:1–2). Obraz byl v poměru 1:1 vyryt do středu předem připravené dřevěné desky ze smrkového dřeva o stejném průměru, jako má deska rychle rotujícího hrnčířského kruhu (obr. 5:1, 3–4). Hrnčířská hlína byla při rotaci hrnčířského kruhu roztažena po celé ploše jeho desky (obr. 5:2). Následně byla přilepena suchá deska s reliéfní značkou (obr. 5:3). Do značky byla nasypano malé množství písčité podsýpky (obr. 5:4). Poté byla nádoba formována tradičním způsobem na rychle rotujícím hrnčířském kruhu (obr. 5:5). Pro sejmutí nádoby bylo využito struny, zde došlo k odklonění od původní hypotézy. Nádoba byla po obvodu odříznuta strunou až směrem ke středu při snaze nepoškodit reliéfní značky (obr. 5:6). Podsýpka následně dovolila sejmut nádobu z desky. Při dalším experimentu se již pokusíme dodržet přesný postup a sejmut nádobu, nikoliv nádobu. Přesto lze na závěr uvést, že obtáčením na ručním hrnčířském kruhu i vytáčením na rychle rotujícím hrnčířském kruhu je možné vyrobit nádoby s rovným dnem opatřeným reliéfní značkou.



Obr. 5. Postup výroby nádoby s reliéfní značkou na dně při experimentu. 1 – tvorba značky ve středu dřevěné desky v poměru 1:1; 2 – roztažení hrnčířské hlíny na plochu desky rychle rotujícího kruhu; 3 – přilepení desky se značkou; 4 – nasypání písčité podsýpky do negativu značky; 5 – formování nádoby vytáčením; 6 – odříznutí nádoby z desky bez poškození středové části.

Abb. 5. Produktionsablauf für ein Gefäß mit Reliefmarke am Boden während des Experimentes. 1 – Erzeugung der Marke in der Mitte der Holzplatte im Verhältnis 1:1; 2 – Ausrollen des Töpfertons auf der Fläche einer schnell drehenden Töpferscheibe; 3 – Ankleben der mit der Marke versehenen Platte; 4 – Bestreuen des Markennegativs mit Sand; 5 – Formung des Gefäßes durch Drehen; 6 – Abschneiden des Gefäßes von der Platte ohne Beschädigung des Mittelteils.



Obr. 6. Jáma pro stavbu repliky středověké hrnčířské pece, s připojeným prostorem pro pohyb obsluhy.  
Abb. 6. Grube für den Nachbau des mittelalterlichen Töpferofens, mit Bedienungsraum.

### Stavba repliky hrnčířské pece

Experimentální stavba repliky středověké hrnčířské pece započala výběrem vhodného stavebního místa. Pro stavbu pece posloužila hrana údolní terasy, která se nachází na pozemku za stavením čp. 31 v Panské Lhotě (k. ú. Brtnice). Vzhledem k převládajícím jihovýchodním větrům byla pec postavena ve směru jihovýchod–severozápad, přičemž z důvodu absence svahu ve zvolené lokalitě vyvstala nutnost zapustit pec pod úroveň terénu, aby se dosáhlo hloubky srovnatelné s předlohou.

Během dvou pracovních dnů byla vykopána jáma oválného půdorysu, 180 cm dlouhá, 120 cm široká a 120 cm hluboká, s navazujícím předpecním otvorem pro obsluhu pece na jižní straně (obr. 6). Zároveň se natěžil v údolí Brtnice potoční jíl a vyhledávaly se vhodné kameny na stavbu soklu pece.

Další fázi výstavby představovalo zbudování kamenného dna pece, které imitovalo skalní podloží na lokalitě Křížová ulice v Jihlavě. Na dno jámy se nanasla 5–10 cm silná vrstva mazanice složené z jílu smíšeného s drcenou slámou a písčitou hlínou získanou v místě budoucí pece. Do této směsi se položily tři rozměrné ploché pararulové desky a vzniklé spáry se vyplnily směsí přebývajícího jílu a drobnějších úlomků pararuly a granitoidních hornin (obr. 7).



Obr. 7. Podkovovitě základy pece se středovým soklem a kamenným dnem jámy před nanesením povrchové vrstvy mazanice.  
Abb. 7. Hufeisenförmiges Fundament des Ofens mit Mittelsokkel und mit Steinen ausgelegter Grubenboden noch bevor die Oberflächenschicht der Lehmshmiere aufgetragen wurde.

Po zatuhnutí báze stavby se druhý den přikročilo k výstavbě podkovovité konstrukce základů pece se středovým soklem. Čtyři vrstvy kamenů o maximálních rozměrech  $20 \times 20 \times 5$  cm, lepených směsí jílu, písčité hlíny a drcené slámy, se postupně kladly do výšky 25–30 cm (obr. 7). Základy se následně omazaly jílovitou směsí a stavba se nechala schnout.

Paralelně s budováním základů pece se vyráběly cihly o rozměrech  $50 \times 12 \times 10$  cm, které měly posloužit jako překlady roštu pece oddělující topné kanály od peciště. K jejich výrobě se využila již zmiňovaná jílová směs o větším podílu drcené slámy a písčité hlíny, pěchovaná do dřevěné formy s kónickými stěnami. Forma se před každým plněním vysypávala jemným popelem. Cihly se vyklápěly na písčitou podsýpku a sušily 7–10 dnů ve stinném prostředí a poté i na slunci.

Následovala stavba česna topného otvoru. Jako báze posloužily oba konce podkovovitého základu pece, do kterých se zazdily kamenné patky pro budoucí kamenný oblouk. Patky se usadily tak, aby roznášely tlak do základů a do boků pecní jámy. Po zatuhnutí se vynesla klenba topného otvoru. Podpěrnou konstrukci klenutí topného otvoru tvořila konstrukce z dlaždic a dřevěných klínků. Klenutí se skládalo z pečlivě vybíraných klínovitých kamenů na sucho. Vzniklá klenba se otestovala, jestli pevně drží. Jednotlivé kameny klenby se označily a očíslovaly, aby během rozebrání a při zdění nedošlo k jejich záměně. Klenba se nakonec vyzdila za použití mazanice. Po dvoudenním tuhnutí se odstranila podpěrná konstrukce (obr. 8).

V průběhu tuhnutí klenby česna probíhala výroba roštu pece, na který se použilo dvanáct sušených cihel. Mezi nimi se ponechaly přibližně 1–2 cm široké průduchy. Cihly se ořezaly do tvaru kosodélníku a volně položily přes sokl, aby se mohly v případě poškození vyjmout otvorem v kupoli a nahradit jiným exemplářem (obr. 8).



Obr. 8. Rošt pece ze sušených mazaniceových cihel. V pravé části snímku kamenný oblouk česna topného otvoru s omazem.

Abb. 8. Ofenrost aus luftgetrockneten Lehmziegeln. Rechts im Bild der Steinbogen der Mündung der Heizöffnung mit Lehmwurf.

Po zhotovení roštu následovala výroba opěrné konstrukce kupole pece z lískových a vrbových prutů. Jako předloha kostry kupole posloužila vyplétaná konstrukce známá z prostředí severoamerických indiánů. Základ nosné konstrukce tvořilo šestnáct obloukovitě zahnutých prutů, které se vždy po dvojicích setkávaly v horní partii. Díky konstantní vzdálenosti dvojic prutů vznikl na vrcholu kruhový otvor (obr. 9). Celá tato polokoule se zpevnila horizontálními

proutěnými kruhy a svázala konopným provazem. Kruhový tvar konstrukce se upravil podle rozměru základů pece na oválný. V proutěné konstrukci se vystříhl oblouk, aby kupole dosedala na kamennou klenbu čelesna. Celý proutěný skelet se hustě vypletl úzkými vrbovými proutky. Po dokončení se kupole vsadila na zděný základ (obr. 9).



Obr. 9. Osazování základů pece proutěnou kostrou kupole.  
Abb. 9. Aufsetzen des Rutenskeletts der Kuppel auf das Ofenfundament.



Obr. 10. Čelní pohled na hotovou repliku středověké hrnčířské pece, s připojeným prostorem pro pohyb obsluhy.  
Abb. 10. Vorderansicht des fertigen Nachbaus des mittelalterlichen Töpferofens, mit Bedienungsraum.

Po zaschnutí čelesna a usazení proutěné kupole se začalo s jejím omazáváním mazanící ve vrstvě 25 cm ve spodní a 10 cm v horní části. Postupovalo se od základu směrem nahoru v souvislé jednodolitě vrstvě, nikoliv po tenkých vrstvách, aby nedošlo ke „zšupinatění“ klenby a následné destrukci při vysychání a výpalu. Omazávání probíhalo během dvou dní ve dvou fázích. Nedokončená spodní polovina kupole se druhý den narušila vrypy špachtlí a navlhčila vodou s octem, aby došlo k pevnému spojení obou fází. Ve vrcholu klenby byl ponechán kruhový otvor o průměru 30 cm, odpovídající otvoru v proutěné kostře.

Poslední úpravou bylo zmenšení topného otvoru na rozměr 20 × 23 cm kvůli omezení vnikání studeného vzduchu a položení kamenné předpeční desky pro manipulaci se dřevem (obr. 10). V tomto stavu se pec ponechala po dobu dvou týdnů volnému schnutí. V pozdějších fázích podpořilo schnutí vkládání žhavého popela do topeniště. V průběhu vysychání pece se po celém jejím povrchu objevovaly drobné praskliny, které se potíraly roztokem octa a zamazávaly se šlikrem.

Na stavbu repliky středověké pece se použilo celkem 1 000 litrů jílu 1/13 z údolí Brtnice, ostřeného přibližně 100 litry písčité hlíny

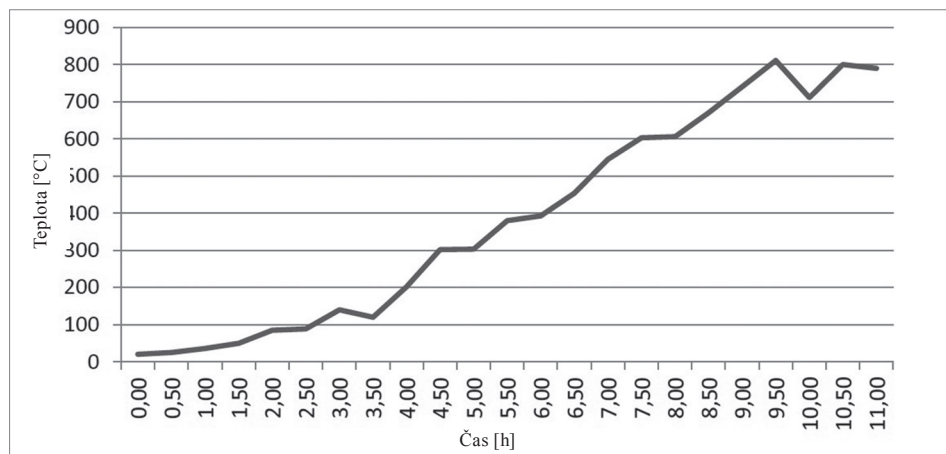
získané z výkopu stavební jámy. Tato směs se obohatila dvěma pytli drcené slámy. Do základů pece se použilo přibližně 200 kg pararulových a granitoidních hornin.

## Výpal v replice středověké hrnčířské pece

Výpal v rekonstrukci pece se uskutečnil ve dnech 13.–15. srpna 2013, přičemž vlastní výpal proběhl v noci z 13. na 14. srpna, poté uzavřená pec chladla. Pec nebyla předem vypálena. K jejímu vypálení došlo až s výpalem první vsádky keramiky.

Mezi základní faktory sledované při výpalu náleží délka výpalu, dosažená teplota, její kolísání a atmosférické podmínky uvnitř peciště (Thér 2009, 87). Teplota se manuálně zaznamenávala a měřila pomocí infračerveného teploměru s čidlem typu K. Šlo o přístroj Omega OS425-LS – Non contact infrared thermometer s již zmíněným termočlánkem typu K od výrobce Omega, s přesností v peci 2%. Termočlánek se zavedl do peciště skrze čelní stěnu pece, přibližně v polovině výšky kupole. Zároveň byla sledována teplota pláště pece v přední části (nad topným otvorem), uprostřed a v zadní části. Teplota se měřila a zaznamenávala v intervalu 0,5 hodiny, přičemž v peci se měřila častěji kvůli zaznamenávání výkyvů během hlavních fází výpalu. Díky možnosti sledovat aktuální teplotu uvnitř pece se mohlo okamžitě reagovat přidáním topného dřeva či regulací přívodu vzduchu do topeniště. Pro výpal se použilo suché smrkové dřevo o objemu asi 0,5–0,75 m<sup>3</sup>, dělené na štěpiny maximálních rozměrů 5 × 5 × 50 cm.

Vsádka pece byla vložena na rošt horním otvorem v kupoli. Vsádku tvořily keramické nádoby vytočené v průběhu léta během předcházejících experimentů a sušené ve stinném, dobře větraném prostoru. Z důvodu potřeby vyplnit zbytek peciště a zamezit zbytečným unikům tepla se přistoupilo k výrobě nádob z koupené průmyslově vyráběné hlíny. Nádoby se vytočily a sušily na slunci pouze několik hodin před výpalem. Svrchní partie peciště se vyplnily také recentní pálenou střešní krytinou.



Graf 2. Teplotní záznam výpalu keramiky do uzavření pece. V grafu je patrné postupné rozpalování pece během prvních čtyř hodin vypalovacího procesu, následně zvedání teploty a finální část výpalu v posledních dvou hodinách, kdy se teploty pohybovaly mezi 700 a 850 °C. Teplota byla měřena v půlhodinových intervalech.

Diagramm 2. Temperaturaufzeichnung des Keramikbrandes bis zum Verschluss des Ofens. Das Diagramm zeigt das allmähliche Aufheizen des Ofens in den ersten vier Stunden des Brennprozesses, den anschließenden Temperaturanstieg und die Schlussphase des Brandes in den letzten zwei Stunden, als sich die Temperaturen zwischen 700 und 850 °C bewegten. Die Temperaturmessungen erfolgten in halbstündigen Intervallen.

Výpal byl zahájen v 19.30. Vzhledem k tomu, že sama pec se vypalovala spolu se vsádkou nádob, a protože některé nádoby byly poměrně čerstvě vytočené, zvedala se teplota zpočátku velmi pomalu. Topilo se jen zkraje topného otvoru pece. Dala se pozorovat vodní pára stoupající ze stěn pece i z horního otvoru v kupoli. Zhruba po čtyřech hodinách se začal oheň přesouvat hlouběji do topeniště a teplota uvnitř peciště pozvolně stoupala nad 200 °C (graf 2). V rozmezí

teplot 400–600 °C se z pece ozývaly četné duté rány. Později se ukázalo, že nešlo o praskající nádoby, ale pukající kameny použité do základů pece a hliněné cihly naskládané pod nádobami jako rošt. Kolem druhé hodiny ráno bylo topným otvorem pozorováno rozpraskání středového soklu, způsobené pukajícími kameny v jeho hmotě. V průběhu výpalu byly zamazávány praskliny objevující se v plášti pece. Otvor v kupoli se postupně zmenšoval pomocí sušených cihel z hlíny, v návaznosti na potřebu redukovat či navyšovat tah pece a teplotu.



Obr. 11. Plamen vycházející z otvoru kupole pece při teplotách nad 800 °C po přiložení dřeva. Foto M. Pták.

Abb. 11. Flamme, die nach dem Holzauflegen bei Temperaturen über 800 °C aus der Kuppelöffnung des Ofens heraustritt. Foto M. Pták.



Obr. 12. Pec ve finální části výpalu. Na snímku patrné pukliny v přední části kupole zatřené směsí hlíny se slámou. Z komína pece šlehá jazyk červeného plamene typický pro tento stupeň výpalu.

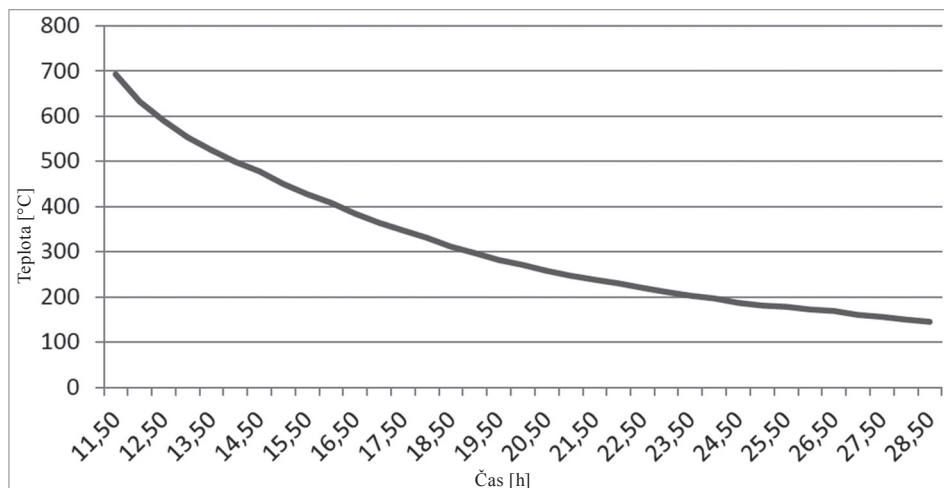
Abb. 12. Ofen in der Endphase des Brandes. Auf der Aufnahme sieht man im vorderen Teil der Kuppel die mit einem Lehm-Stroh-Gemenge bestrichenen Risse. Aus dem Ofen lodert eine für diese Brandstufe typische rote Flammzunge.

Po osmi hodinách se teplota výpalu již držela nad 600 °C, po deseti hodinách dosahovala 800 °C. Otvorem v kupoli vycházel konstantní plamen a vsádka se rozpálila doruda (obr. 11). Maximální teplota 853 °C se v peci naměřila po devíti hodinách (graf 3). Kolísání teploty při těchto nejvyšších teplotách bylo poměrně výrazné, z maxima padala teplota o 100 °C během každého přikládání a manipulace s topným otvorem. Do 06.30 byla teplota v peci udržována přibližně v rozmezí 700–850 °C. Poté byl topný otvor uzavřen hliněnými cihlami a mazanicí a otvor v kupoli se překryl. Tímto okamžikem skončila manipulace s pecí a následovalo chladnutí.

Chladnutí pece se zaznamenávalo rovněž po půl hodině (graf 3, obr. 13). Teploty 150 °C, tedy úrovně, při které již bylo bezpečné pec otevřít, se dosáhlo po 17,5 hodinách od ukončení výpalu, přičemž vsádka byla vyjmuta z pece po uplynutí dalších přibližně deseti

hodin. Plášť a základní konstrukce pece výpal vydržely. Problém způsobily puklé kameny, které poškodily rošt, a hliněné cihly, vyrobené z tzv. fyzikálního jilu z řeky Brtnice. Ty se oxidačním





Graf 3. Teplotní záznam chladnutí pece – od jejího uzavření po dosažení teploty 150 °C, při které bylo možné pec otevřít.  
Diagramm 3. Temperaturaufzeichnung beim Abkühlen des Ofens – ab seiner Schließung bis zur Erreichung einer Temperatur von 150 °C, bei welcher er geöffnet werden kann.



Obr. 13. Dýmíci pec k ránu těsně před dokončením výpalu a uzavřením topného otvoru i otvoru v kupoli.  
Abb. 13. Qualmender Ofen gegen Morgen kurz vor dem Ende des Brandes und der Schließung der Heiz- sowie der Kuppelöffnung.



Obr. 14. Pohled na vypálené nádoby uvnitř peciště. Na snímku patrně světlejší „pěkné“ nádoby z šedého hrncířského jílu i deformované a dročící se nádoby z lokálních surovin.  
Abb. 14. Blick auf die gebrannten Gefäße im Brennraum. Auf der Aufnahme erkennt man die „schönen“ helleren Gefäße aus grauem Töpferton und die deformierten und zerbröckelnden Gefäße aus örtlichen Rohstoffen.

výpalem z velké části rozdrolily, podobně jako nádoby vyrobené z tohoto jílu. U ostatních nádob proběhl výpal v pořádku. Výpal proběhl v oxidačních podmínkách (obr. 12, 14).

Pro sledování teploty výpalu se používal jeden dostupný termometr a jedno čidlo. Do budoucna by bylo vhodné umístit více čidel do všech částí peciště kvůli srovnání rozložení teplot. Pro měření by bylo vhodnější mít k dispozici termometr s pamětí, zaznamenávající hodnoty teplot v průběhu výpalu, aby se dalo lépe sledovat jejich kolísání. Topení v peci probíhalo postupně, vesměs nešlo využít střídavého způsobu zásobování pece palivem do topných kanálů. Postupné vsunování paliva do jednoho či do druhého kanálu by mělo zmírnit kolísání teplotních rozdílů

v peci, které by mohly poškodit vsádku nádob. Funkci kanálů, předpokládanou u těchto typů vypalovacích zařízení, se tak nepodařilo potvrdit. Experiment se bude opakovat se surovinami z jiných zdrojů a připojí se i pozorování vlivu paliva na vypalovací proces.

Pokud není uvedeno jinak, zdrojem fotografií je archiv ÚAM FF MU.

## Literatura

- ASANTE-KYEI, K.–ACQUAH, K. N., 2013: Prospecting And Testing Of Clay For Schools Offering Ceramics In Sekondi-Takoradi Metropolis, Ghana, *Journal of Education and Practice* 4, No. 4, 55–65.
- BERÁNKOVÁ, V., 1996: Grafitová keramika z jihozápadní Moravy. Magisterská diplomová práce uložená na Katedře mineralogie, petrografie a geochemie PřF MU, Brno.
- BOČKOVÁ, Z., 2013: Srovnání materiálu keramiky z hradu Rokštejna s místními surovinami. Bakalářská práce uložená v Ústavu geologických věd PřF MU, Brno.
- ČOPIJKOVÁ, R.–GOŠ, V.–GREGEROVÁ, M.–HLOŽEK, M.–ŠKODA, R., 2008: Chemické složení ložtických pohárů, Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 2007, 76–85.
- DAIN-OWENS, A.–KIBBLEWHITE, M.–HANN, M.–GODWIN, R., 2013: The risk of harm to archaeological artefacts in soil from dynamic subsurface pressures generated by agricultural operations: Experimental studies, *Archaeometry* 55, 1175–1186.
- DVORSKÁ, J., 2001: Experimentales Brennen von Keramik – eine naturwissenschaftliche Studie – Experimentální výpaly keramiky – přírodovědná studie, *AR LIII*, 45–58.
- DVOŘÁK, T., 2012: Vyhodnocení zahloubeného suterénu v areálu horního hradu Rokštejna. Bakalářská diplomová práce uložená v ÚAM FF MU, Brno.
- FUSEK, G., 2009: Odtlačky na dnách nádob v Nitře-Šindolce. In: *Archeologie doby hradištní v České a Slovenské republice. Sborník příspěvků přednesených na pracovním setkání Archeologie doby hradištní ve dnech 24.–26. 4. 2006*, 99–108. Brno.
- FUSEK, G.–SPIŠIAK, J., 2005: Vrcholnostředověká grafitová keramika z Nitry-Šindolky. *Archeológia a mineralógia, SI Arch LIII*, 265–336.
- GREGEROVÁ, M. a kol., 2010: Petroarcheologie keramiky v historické minulosti Moravy a Slezska. Brno.
- GREGEROVÁ, M.–HANULÁKOVÁ, D., 2007: Experimentální výpal vybraných minerálů a jeho aplikace při studiu materiálu dvou historických pecí, Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 2006, 108–110.
- GREGEROVÁ, M.–HLOŽEK, M., 2008: Keramická petrografie ložtické keramiky, Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku 2007, 86–89.
- HANYKÝŘ, V.–KUTZENDÖRFER, J., 2002: Technologie keramiky. Olomouc.
- HLOŽEK, M., 2008: Encyklopedie moderních metod v archeologii. Archeometrie. Praha.
- LIS, H., 2007: Słowiańska kuchnia – próba odtworzenia potraw i sposobów ich przygotowywania. In: *Archeologia doświadczalna w Muzeum Nadwiślańskim. Eksperymenty 2003–2006*, 57–66. Kazimierz Dolny.
- NEKUDA, V., 1963: Nálezy středověkých hrnčířských pecí na Moravě, *ČMMZ XLVIII*, 57–84.
- 1965: K otázce značek na středověké keramice na Moravě, *ČMMZ L*, 109–137.
- 2000: Mstěnice. Zaniklá středověká ves 3. Raně středověké sídliště. Brno.
- NEKUDA, V.–REICHERTOVÁ, K., 1968: Středověká keramika v Čechách a na Moravě. Brno.
- NEUSTUPNÝ, E., 2007: Metoda archeologie. Plzeň.
- ORNA, J. a kol., 2011: Keramická produkce města Plzně v období 14. a 15. století. Plzeň.
- PAVELČÍK, J.–KRÁL, J. a kol., 1970: II. seminář o středověké keramice konaný ve dnech 6.–9. dubna 1970. Opava.
- PLEINER, R., 1961: Experiment v archeologii, *PA LII*, 616–622.
- PROCHÁZKA, R., 2007: Deskripční systém brněnské keramiky. Příloha 1, *PV 48*, 234–270.
- PTÁK, M., 2012: Značky na dnech středověkých keramických nádob z jihozápadních Čechách. Nálezy v kontextu raně a vrcholně středověkého osídlení na okrese Klatovy. Magisterská diplomová práce uložená v Archeologickém ústavu FF JU, České Budějovice.
- SCHERF, D., 2013: „in inferiori Bucha“ – Drei Hauskomplexe aus der spätmittelalterlichen Wüstung Niederbucha, Saale-Holzland-Kreis, Neue Ausgrabungen und Funde in Thüringen 7/2012–2013, 140–162.
- ŠEDO, O.–ZATLOUKAL, R., 1994: Jihlava, Křížová ulice 14. Nálezová zpráva ÚAPP Brno, číslo akce 47/94, uložená v Muzeu Vysočiny, Jihlava.

- TĚSNOHLÍDEK, J., 2013: Vyhodnocení keramického souboru ze zánikového horizontu dolního paláce hradu Rokštejna. Magisterská diplomová práce uložená v ÚAM FF MU, Brno.
- THÉR, R., 2008: Příspěvek experimentu k identifikaci technologie výpalu keramiky: teplotní profil výpalu, *Ve službách archeologie* 2, 129–142.
- 2009: Technologie výpalu keramiky a její vztah k organizaci a specializaci ve výrobě keramiky v kontextu kultury popelnicových polí. Disertační práce uložená v Ústavu antropologie PřF MU, Brno.
- TONIKA, J., 1967: Geologie a petrografie jihlavského masivu. In: *Sborník geologických věd*, sv. 17, řada G, 105–123. Praha.
- VARADZIN, L., 2004: Značky na dnech keramických nádob ve středověku, *Studia mediaevalia pragensia* 5, 165–199.
- 2007: Značky na dnech keramických nádob ze Staré Boleslavi – Bodenmarken auf den Keramikgefäßen aus Stará Boleslav, *AR LIX*, 53–79.
- VOHRYZEK, S., 2009: Hrádek Přímělkov (okres Jihlava). Magisterská diplomová práce uložená v ÚAM FF MU, Brno.
- ZATLOUKAL, R., 1998: Středověké hrnčičské pece z Jihlavy a okolí, *Vlastivědný sborník Vysočiny, Oddíl věd společenských* 11, 26–44.
- 1999: Archeologické doklady hrnčičství ve 13. až první polovině 16. století na Moravě a ve Slezsku, *Archeologia technica* 11, 60–74.

## Zusammenfassung

### Experimentelle Herstellung von Keramik in Panská Lhota

Die vom Institut für Archäologie und Museologie der Philosophischen Fakultät der Masaryk-Universität durchgeführte Serie von mit einer Reihe Fragen zur Produktionstechnologie mittelalterlicher Keramik zusammenhängenden Experimenten hat dieses umfangreiche Thema nicht vollends erschöpft. Der vorliegende Beitrag hat nicht das Ziel, eine deutlich methodologische Arbeit für den Einsatz eines Experimentes bei der Klärung der Problematik der mittelalterlichen Töpferkunst zu sein. Es sollte eher eine Pilotstudie darstellen, die als Sprungbrett für dieses Thema und für daran anknüpfende Experimente dienen kann. Auf alte Fragen lieferten die Experimente einige neue Antworten, jedoch warfen sie gleichzeitig auch neue Fragen auf. In der Saison 2014 wird man mit neuen Experimenten und auch mit der Wiederholung von bereits durchgeführten Experimenten weitermachen.

Seit den neunziger Jahren des 20. Jahrhunderts arbeitet unsere Archäologie systematisch mit Experimenten. Ihre Popularität ist gegenwärtig am steigen, und zwar nicht nur wegen ihrer Bedeutung im Hinblick darauf, sie dazu zu verwenden, die Archäologie populärer zu machen, sondern auch bzgl. ihrer Einsetzung als wissenschaftliche Methode. Angefangen von der Gewinnung des Rohstoffes, seiner Bearbeitung, über die Formgebung der Gefäße bis hin zu ihrem Brand hängen die Themen vor allem mit den Produktionsverfahren von Keramik zusammen und können bei der Einsetzung eines Experimentes abgehandelt werden, ebenso wie sich das Experiment auch auf die Nutzung von Gefäßen anwenden lässt. Berücksichtigt werden muss das Ergebnis eines keine Interpretation einer archäologischen Situation darstellenden Experimentes selbst. Es dient als Analogie, die wir für eine Interpretation heranziehen (Thér 2009, 27).

Zwecks Suche einer örtlichen Tonlagerstätte in der Nähe von Burg Rokštejn wurde mit einem pedologischen Bohrer eine Geländeinspektion möglicher Quellen vorgenommen. An den gezogenen Tonmaterialproben wurden Qualitätsprüfungen durchgeführt, deren Ergebnisse ein für die Herstellung von Keramik unbrauchbares Material aufzeigten. Man fand zwar dafür geeignete Tone, jedoch ist ihr Abbau im Hinblick auf Menge und Tiefe ihres Vorkommens unmöglich.

Zur Herstellung von Gefäßen wurden mehrere verschiedene Arten Keramikteige erzeugt. Als Grundrohstoff dazu diente kommerziell erhältlicher grauer Töpferthon sowie Tonmaterial, das an zwei in der Nähe von Panská Lhota liegenden Fundstellen gefördert wurden, und zwar aus dem Fluss Brtnice in der Nähe der Burg Rokštejn und aus dem Stonařov-Fischteich. Nach einer Grundbearbeitung wurde aus jedem von ihnen drei Keramikteige erzeugt: einer ohne Beimischung, einer mit Graphitbeimischung und einer mit beigemischem Glimmersand. Die Eigenschaften dieser Massen wurden beim Drehen der Gefäße und beim Oxidationsbrand in einem nachgebauten Ofen miteinander verglichen. Die örtlichen Rohstoffe haben sich für die Herstellung von Keramik nicht

bewährt, und Ziel weiterer Experimente wird es sein, geeignetere örtliche Lehmressourcen auffindig zu machen.

Einige Gefäße wurden speziell auf einer Holzplatte mit Negativmarke gedreht, damit der erzeugte flache Gefäßboden mit einer Reliefmarke versehen wird. Die Holzplatte wurde durch den Töpferlehm an die Platte der Töpferscheibe angeklebt. In die Marke wurde eine dünne Sandschicht gestreut und das Gefäß selbst nach dem Drehen von der Scheibe mit einer Saite abgeschnitten, damit die Marke nicht beschädigt wird. Der hypothetische Produktionsablauf wurde nicht eingehalten, da man gemäß ihm die Holzplatte zusammen mit dem Gefäß herunternehmen und sich das Gefäß beim Trocknen von der Platte lösen sollte. Durch das Experiment wurde die Möglichkeit nachgewiesen, auf einer zusätzlichen, mit einer Marke versehenen Platte drehen zu können. Die gleiche Vorgehensweise mit einer zusätzlichen Platte mit Marke könnte auch auf einer Handscheibe durchführbar sein.

Die Keramik wurde in dem Nachbau eines mittelalterlichen Ofen gebrannt. Der Nachbau des hochmittelalterlichen Ofens wurde entsprechend dem in der Křížová-Straße in Jihlava gemachten Fund eines authentischen Ofentorsos gebaut. Durch Eintiefung einer Baugrube wurde das Versenken der ursprünglichen Vorlage in einen durch Steinplatten ersetzten Felsenuntergrund imitiert. Das Ofenfundament und der Bogen der Ofenmündung wurden ebenso wie in der Křížová-Straße aus örtlichen Gesteinen aufeinandergeschichtet und mit Lehm ausgeschmiert. Der in Jihlava nicht erhalten gebliebene Ofenrost wurde durch luftgetrocknete Lehmziegel ersetzt. Danach ging man zum Bau der mit Lehm ausgeschmierten Kuppel über, die zusammen mit dem Ofenfundament den Maßen der Vorlage entsprach.

Nachdem das Bauwerk ordentlich getrocknet war, ging man dazu über ihn zu brennen. Der Brand des Ofens erfolgte gleichzeitig mit dem Brand der ersten Ladung Gefäße. Der Brand zeigte gewisse Grenzen des zum Bau des Ofens verwendeten Materials auf. In der Außenwandkonstruktion und im Mittelsockel sind einige Steine leicht aufgeborsten. Teilweise wurden durch den Brand auch Fundament und Ofenwände beschädigt, und zwar wegen den Eigenschaften des zum Bau des Ofens verwendeten Tons aus der Brtnice. Die aus diesem Ton bestehenden Lehmziegel des Rostes sind völlig auseinandergefallen.

Der Brand selbst dauerte elf Stunden. Der Ofen wurde langsamer aufgeheizt, als es für einen bereits gebrannten Ofen nötig gewesen wäre. Die Höchsttemperaturen des Brandes lagen über 800 °C. Messungen ergaben relativ deutliche Temperaturschwankungen im Ofen in Abhängigkeit davon, wieviel Holz aufgelegt wurde. Der Ofen kühlte in 17,5 Stunden auf die zum Öffnen geeignete Temperatur von 150 °C ab. Man kann davon ausgehen, dass sich diese Zeitspanne bei einem bereits gebrannten Ofen und mit einer Bestückung von bereits ordentlich getrockneten Gefäßen entsprechend kürzer ausfallen würde. Hauptziel des nächsten Brandes wird es sein, im Brennraum eine Reduktionsumgebung hervorzurufen. Ein weiteres Problem ist das kontrollierte Auflegen, um heftige Temperaturabfälle oder -anstiege zu vermeiden. Darüberhinaus wird eine neue Lösung für die Konstruktion des die Heizkanäle vom Brennraum trennenden Rostes gesucht.

Fotos: Falls nicht anders angegeben Archiv des Instituts für Archäologie und Museologie der Philosophischen Fakultät der Masaryk-Universität.

Zdeňka **Bočková**, Čápkova 35/32, 602 00 Brno, [bockova.zdenka@gmail.com](mailto:bockova.zdenka@gmail.com)

Mgr. Kateřina **Doležalová**, Ústav archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity, Arna Nováka 1, 602 00 Brno, [katkadolezalova@seznam.cz](mailto:katkadolezalova@seznam.cz)

Bc. Šimon **Kochan**, Ústav archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity, Arna Nováka 1, 602 00 Brno, [263842@mail.muni.cz](mailto:263842@mail.muni.cz)

Mgr. Jana **Mazáčková**, Ph.D., Ústav archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity, Arna Nováka 1, 602 00 Brno, [jkrejsov@phil.muni.cz](mailto:jkrejsov@phil.muni.cz)

Bc. et Bc. Karel **Slaviček**, ČSA 1402, 539 01 Hlinsko, [slav.karel@gmail.com](mailto:slav.karel@gmail.com)

Mgr. Jakub **Těsnohlídek**, Ústav archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity, Arna Nováka 1, 602 00 Brno, [j.tesnohlidek@seznam.cz](mailto:j.tesnohlidek@seznam.cz)

