

TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY MINCOVNÍCTVA BRATISLAVSKÉHO KELTSKÉHO OPPIDA*

A N D R E J V R T E L 

Technological Aspects of Coinage at the Bratislava Celtic Oppidum. The subject of the study is the method for preparing flans for Celtic Bratislava-type tetradrachms. The study of the issue is based on an evaluation of an assemblage of Late La Tène technical ceramics and an assessment of a sample of numismatic material with preserved production traces. The analysis of the technical ceramics from Bratislava leads to the conclusion that ceramic moulds were used for dosing metal – the production of ingots for the needs of coinage and jewellery production and perhaps for casting flans for small Celtic coins. Macroscopic observations of silver tetradrachms identified the presence of multiple types of defects in the shape and surface of castings (collapse, mechanical damage, protrusions, lumps, etc.). The results of the study provide a framework for a technological interpretation. Two methods for producing flans can be considered – casting in an open mould with the surface of the metal exposed (flan mould) and the lost-wax casting technique with a tree model (ceramic shell mould).

Keywords: Slovakia, Late La Tène period, Celtic coins, technical ceramics, production technology.

ÚVOD

Výroba mincí v dobe laténskej musela zodpovedať požiadavky presne stanovené vydavateľom, zahŕňajúce obsah drahého kovu, tvar, rozmery a hmotnosť mince, ako aj kvalitu razby zaručujúcu čitateľnosť mincového obrazu, a to všetko v podmienkach sériovej výroby (Gruel 2017, 82).

Razba kladivom nevyhnutne predpokladala predchádzajúcu prípravu polotovarov – mincových kotúčikov. Tieto kotúčiky sa u Keltovej mohli zhotovovať rôznymi pracovnými postupmi, od odlievania až po kovanie a odsekanie (Allen/Nash 1980, 34, 35; Dembski 1998, 18; Gruel 1989, 163, 164, 168; 2017, 82, obr. 73; Guillaumet 1996, 104; Nieto-Pelletier 2013, 21).

V prípade bratislavských keltských mincí sa presadil názor o príprave kotúčikov odlievaním do otvorenej formy, ktorý sa opiera o nálezy fragmentov tzv. dávkovacích platničiek (pozri napr. Kolníková 2011, 35, 36, 38, obr. 4; Pieta/Zachar 1993, 154, 168, obr. 83: 1–6). Ďalší výskum potom smeroval k experimentálnemu overovaniu spôsobu použitia týchto jednoduchých foriem (Bazovský/Gregor 2009, 135, 137, 140, pozn. 3; Ščasník a i. 1984, 131).

Podstata problému však spočíva v tom, že keramické platničky objavené v priestore Bratislavy umožňovali iba výrobu mincových kotúčikov veľkosti typov Simmering a Karlstein (Kolníková 1984, 34; 1991, 29). Pri formách z Devína ostáva ich funkcia – vzhľadom na nerovnomernosť obrysov dutín – značne problematická (porov. Kolníková/Petrík/Slaviček 2021, 1, 2, 7, obr. 1).

Cieľom predloženej štúdie je poskytnúť východiskový rámec pre rekonštruovanie technológie výroby polotovarov veľkých strieborných mincí – tetradrachmiem bratislavského typu. Metodický prístup je založený na dvoch úrovniach analýzy:

1. Posúdenie skladby a morfológie technickej keramiky z Panskej ul. 19–21 a ďalších relevantných súborov z Bratislavy, s odvolaním sa na výsledky spektrálnych analýz zvyškov kovu.
2. Vizuálne pozorovanie a identifikácia pracovných stôp, prípadne defektov výroby na samotných minciach a ich detailné zobrazenie pomocou makrofotografie.

Prezentovaná výskumná vzorka je výsledkom zámerného výberu mincí s rozpoznateľnými špecifickými stopami na povrchu kotúčikov, ktoré môžu poslúžiť k objasneniu technologických otázok. Mince poskytnuté na štúdium pochádzajú z hromadných nálezov na Žilinskej ul. (r. 1942) a na Námestí slobody (r. 1937).

Analýzu dopĺňa kontrolné porovnanie s ďalšími exemplármi s typickými znakmi výrobného postupu publikovanými v odbornej literatúre. V poslednej časti sú predstavené kritériá, ktoré mohli byť rozhodujúce pri výbere zlievarenskej technológie a diskutované osobitosti niektorých metód liatia.

VÝBER NÁLEZOV TECHNICKEJ KERAMIKY

S ohľadom na značný výskyt špecializovanej technickej keramiky na území Bratislavy (celkovo v 17 polohách; Vrtel 2012, obr. 241) upozorňujeme

* Štúdia vznikla v rámci výskumného projektu VEGA 1/0523/22.



Obr. 1. Bratislava, Panská ul. 19–21. Malé kužeľovité tégliky na tavenie striebra.

v nasledovnom prehľade iba na súbory pochádzajúce z dielenských priestorov alebo na nálezy preukázateľne súvisiace so spracovaním striebra.

Pokiaľ nie je uvedené inak, odvolávame sa na výsledky röntgeno-fluorescenčnej analýzy (RFA) zvyškov kovu, ktorej autormi sú J. Frána a M. Fikrle (Ústav jaderné fyziky Akademie věd České republiky).

Panská ul. 19–21

Poloha sa nachádza na južnom okraji historického jadra mesta, v dotyku s pôvodnou dunajskou nivou. Nálezová situácia bola sčasti zdevastovaná ešte pred začiatkom archeologického výskumu. V rokoch 1980–1986 sa v priestoroch Pálffyho paláca vytýčilo postupne 6 sond. Nálezy doteraz neboli kompletne publikované. S vykonávaním kovolejárskej činnosti súvisel objekt 1/85 odkrytý v sonde S 5 (Pieta/Zachar 1993, 168, 174, obr. 83; Rexa 1987, 64; Zachar/Rexa 1988, 34, 70, obr. 3; 6: A, B). V r. 2008 sa podarilo dodatočne identifikovať priebeh tohto objektu aj v SSZ profile sondy S 1 (Vrtel 2009, 78).

V literatúre sa objavujú rôzne skresľujúce údaje o škále a počte nálezov technickej keramiky. K spresneniu týchto informácií prispela podrobná revízia súboru.

Pokiaľ ide o taviace tégliky, z hľadiska morfológie možno vyčleniť tri základné typy:

1. *Malé tégliky kužeľovitého tvaru* (v. 37–62 mm, objem v pr. 10 cm³) s neúmerne zosilneným dnom, zvonka hrotitým, znútra plochým. Na vonkajšej strane použitých téglikov je povrch obvykle zošúverený a pokrytý sklovitou vrstvou, niekedy so stopami po uchopení kliešťami alebo s odtlačkami textúry uhlíkov (obr. 1). Z jednoduchého štatistického vyhodnotenia vyplýva minimálny počet 80 jedincov tohto typu téglikov, úplne zachovaných alebo aspoň kresbovo rekonštruovateľných je spolu 43. Séria RFA analýz stien a ústí týchto téglikov jednoznačne potvrdila ich použitie na odlievanie striebra.
2. *Ploché miskovité tégliky so zaobleným dnom*. V študovanej kolekcii sú zastúpené iba dvoma exemplármi (pr. ústia > 100 mm). Expertíza vnútorných stien potvrdila prítomnosť zlata, na jednom z fragmentov dokonca vidno i voľným okom kvapky drahého kovu (reguli).
3. *Vyššie tégliky kužeľovitého tvaru*. Vyskytol sa iba jeden v celosti zachovaný jedinec (v. 78 mm). Podľa predbežného posúdenia bol určený na tavbu zliatin na báze medi.

V kategórii keramických foriem sa opäť rozlišujú tri typy:

1. *Ploché dávkovacie platničky* pôvodne pravouhlého tvaru (pr. hr. 6 mm), s okrúhlymi, oválnymi alebo hranatými dutinami (pr. 5, 10–12 mm).



Obr. 2. Bratislava, Panská ul. 19–21. Výber fragmentov dávkovacích platničiek.

Pre formovací materiál je príznačný vysoký podiel kremičitého ostriva, zrnitosť keramickej hmoty je spravidla stredná až hrubšia (obr. 2). Jedna z platničiek je vymodelovaná z grafitovej hliny. Povrch niektorých exemplárov je účinkom vysokej teploty deformovaný, troskovito natavený a sklovite lesklý. Vysoký stupeň prepálenia znemožňuje zaujať akékoľvek stanovisko ku kvalite vyhotovenia. Zachovalo sa 23 fragmentov. Tavenie kovov v týchto otvorených jednostranných formách prebiehalo priamo v peci obsypaním rozžeravenými uhlíkmi. Charakteristika tavenín dvoch vzoriek preukázala stopy zlata, v piatich prípadoch striebra.

2. *Forma na odlievanie tyčinkovitých ingotov.* Forma bola zhotovená z okrajového črepu grafitovej nádoby. Analýza RFA zaznamenala vysoký signál striebra.
3. *Dvojdielna uzavretá odlievacia forma na drobný predmet s nalievacím otvorom a plynule sa zužujúcim hrdlom* (dĺ. 97 mm, š. 70 mm, hr. plášťa 17–20 mm). Ide o spodnú (?) polformu, v strede je vytvorený negatívny odtlačok odliatku, po stranách sú umiestnené vodiace kolíky – zámky na presné dosadnutie dvoch častí formy pri skladaní (obr. 3). Forma bola vymodelovaná z jemnozrnného materiálu. Spektrálnou analýzou sa zistili výrazné stopy olova.



Obr. 3. Bratislava, Panská ul. 19–21. Polforma dvojdielnej keramickej odlievacej formy.

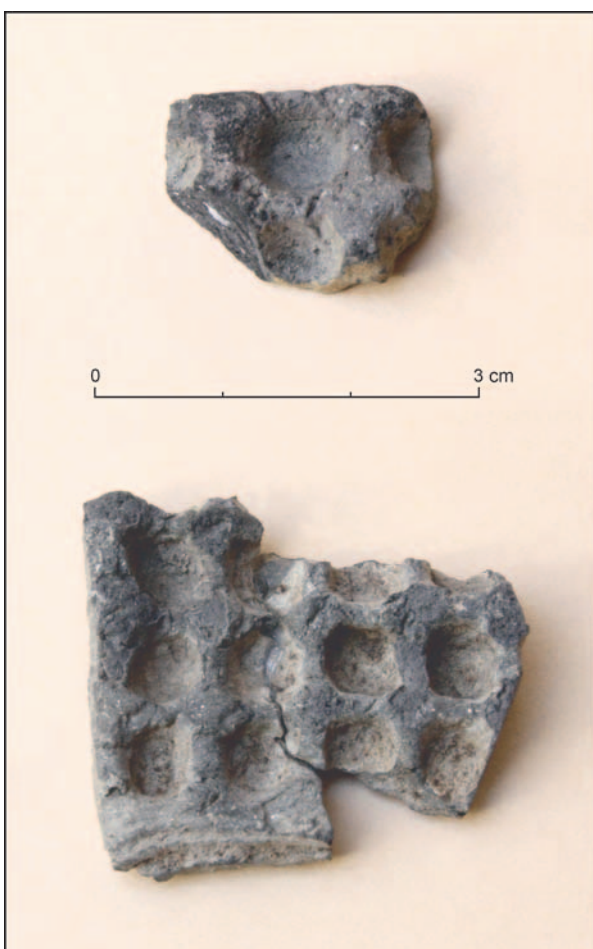
Pre doplnenie celkového obrazu o tejto viacúčelovej kovospracujúcej dielni treba spomenúť aj nálezy časti vyhne s natavenou troskou, medeného a mosadzného šrotu (421 g) a železnej nákovky.

Ventúrska ul. 12/Zelená ul. 10

Nálezisko je z pohľadu sídliskovej štruktúry situované vo východnom podhradí, v predpolí vonkajšieho opevnenia oppida. V objekte 1/94 sa na



Obr. 4. Bratislava, Ventúrska ul. 7. Ústie kovolejárskeho téglíka so zvyškami mosadze.



Obr. 5. Bratislava, Ventúrska ul. 7. Keramické dávkovacie platničky.

ploche 12 m² zachovali pozostatky po kovolejárskej výrobe, vrátane dvoch celých téglíkov s natavenými povlakmi farebných kovov, množstva zliatkov a trosky (Musilová/Lesák 1996, 209).

V nevelkej vzdialenosti od dielenského objektu sa vo výplni neskorolátenskej priekopy na Ventúrskej ul. 7 (k hlavným výsledkom výskumu pozri Lesák 2002, 112, 113) našiel malý kužeľovitý téglík (obr. 4) so široko roztvoreným ústím (v. 36 mm, pr. ústia 41 mm, objem cca 7 cm³) a fragmenty dvoch dávkovacích platničiek (obr. 5) s drobnými jamkami (pr. 4–5 mm). Vnútri a na okraji popraskaného téglíka ostalo niekoľko zelených škvŕn nataveniny, podľa rozboru ide o mosadz s veľkou prevahou zinku a so zreteľným podielom striebra. Formy z jemnej hliny boli v jednom prípade použité na dávkovanie striebra, v druhom mosadze (Vrtel 2006, 186, obr. 2; 2009, 85, tab. 7: 5, 6; 2012, 170, 171, obr. 252).

Michalská ul. 9

Tretím v poradí je súbor technickej keramiky z viacúčelového dielenského areálu, ktorý bol odkrytý vo dvore domu na Michalskej ul. 9. Počas záchranného výskumu v rokoch 2006–2008 sa tu preskúmalo viacero objektov a mohutné súvrstvie z neskoršej doby laténskej. Z technickej keramiky treba, okrem črepov deformovaných téglíkov s kvapkami bronzu, upozorniť najmä na dve jednorazové formy na liatie metódou vytaviteľných voskov, z ktorých sa zachovala neúplná vtoková sústava – vtoková jamka s časťou vtokového kanála (obr. 6). Jedna z týchto keramických, tzv. škrupinových foriem obsahovala viaczožkovú olovnatú mosadz. V nálezoch sú zastúpené aj viaceré exempláre dýzových tehál (Vrtel 2012, 171, obr. 251).

Partizánska ul.

V roku 1978 našiel L. Zachar v neskorolátenskej vrstve II na Partizánskej ul., asi 260 m severozápadne od hradu, zlomok taviacej platničky vyhotovenej z črepu grafitovej nádoby (Zachar 1981, 40, 54, pozn. 41, obr. 6: 1). Podľa rozmerov polguľovitých dutín (pr. 17 mm) usudzoval na zhotovovanie polotovarov mincí simmerinského typu. Stopy mincového kovu sa však nezistili (Ščasnár a i. 1984, 130).

Mudroňova ul. 3/B

Vo výraznej polohe pri vodojeme na Somárskom vrchu (kóta 225 m n. m.), ktorá leží približne 200 m na ZSZ od Viedenskej brány, bol v r. 2008 preskúmaný sídliskový objekt z neskoršej doby laténskej. Z jeho výplne sa podarilo vyzdvihnúť a následne čiastočne rekonštruovať dve keramické dávkovacie platničky s okrúhlymi dutinami (pr. 8 mm). Jeden z fragmentov sa použil na experimentálne odliatie strieborných kotúčikov (Bazovský/Gregor 2009).



Obr. 6. Bratislava, Michalská ul. 9. Fragmenty keramických škrupinových foriem.

Vydrlica

Nálezisko je situované priamo na južnom úpätí hradného brala. Počas záchranného výskumu P. Baxu a L. Zachara na parcele č. 554 v roku 1989 sa našiel kovolejársky téglík súdkovitého tvaru so zvyškami kovu (Vrtel 2009, 85). V rokoch 2007–2008 sa pri odkryve na Vydrici pod vedením T. Štefanovičovej získalo viacero fragmentov dávkovacích platničiek (Štefanovičová a i. 2008, 251, tab. 4: 1).

Hrad

Výpočet možno uzavrieť upozornením na doklady spracovania drahých kovov objavených v priebehu novších archeologických výskumov na Bratislavskom hrade. Nález časti kužeľovitého téglíka z objektu 115/09 bol podrobený RFA analýze, ktorá preukázala jeho použitie na tavbu striebra. Ďalším potvrdením kovospracujúcich aktivít v blízkom okolí nádvorja hradu sú fragment dýzy a viacero hrudiek trosky (Vrtel 2011, 269, 271, 273, obr. 9: 2).

Zhrnutie základných poznatkov o technickej keramike

Z výsledkov doterajšieho výskumu technickej keramiky z Bratislavy možno pre potreby tejto štúdie vyvodiť niekoľko dôležitých záverov:

1. Na prípravu striebra sa používali kónické téglíky s malým objemom (Panská ul. 19–21), ktoré po-

skytovali výhodu lepšej kontroly homogénnosti kovu a jednoduchej manipulácie pri liatí.

2. Kritické hodnotenie morfológie, metrických parametrov a kvality povrchu dutín na lícnej (funkčnej) strane dávkovacích platničiek nevedie k jednoznačnej interpretácii.

Prikláňame sa k názoru, že ide o formy na malé ingoty, t. j. kalibrované dávky kovu nízkej hmotnosti, určené na ďalšie spracovanie v rámci mincovníctva alebo šperkárstva. Rozličné odchýlky v tvare a rozmeroch dutín sú v zjavnom rozpore s účelom odlievania polotovarov mincí. V posudzovanom súbore sa nachádzajú aj formy s hranatými alebo mimoriadne drobnými jamkami (pr. 4–5 mm). Nevyhovujúcim je tiež nerovný či drsný povrch, ktorý je zdrojom chybného vzhľadu odliatku. Podľa zistení spektrálnych analýz dávkovacie platničky slúžili na tavbu a predformovanie nielen striebra a zlata, ale výnimočne i mosadze.

O mincových formičkách sa dá opodstatnene uvažovať iba za určitých podmienok, akými sú primeraný tvar a povrch dutín, rozmerová zhoda s kotúčikom konkrétneho typu mince a prítomnosť drahého kovu.

3. Škrupinové formy na odlievanie metódou vytaviteľných voskov sú v nálezoch zatiaľ len úplne ojedinele zastúpeným typom technickej keramiky, čo je však s prihliadnutím na vyššiu mieru fragmentarizácie netrvalých foriem a prevládajúci záchranný charakter terénnych výskumov na lokalite vcelku pochopiteľný stav. Súvislosť s využitím pri odlievaní striebra a zlata nie je doložená.



Obr. 7. Bratislava, Žilinská ul. Keltské tetradrachmy bratislavského typu. 1 – s nápisom COISA (a – averz, b – reverz); 2 – s nápisom BIATEC (a – averz, b – reverz, c – detail reverzu); 3 – s nápisom BIATEC (a – averz, b – reverz, c – detail hrany mince); 4 – s nápisom BIATEC (a – averz, b – reverz, c – detail averzu, d – detail reverzu); 5 – bez nápisu (a – averz, b – reverz, c – detail reverzu, d – detail hrany mince).

VÝROBNÉ STOPY NA MINCIACH

K priamym prameňom štúdia technológie patria aj stopy pracovných procesov alebo rôzne defekty výroby. Nižšie prezentovaná vzorka mincí je zámerným reprezentatívnym výberom tetradrachmiem bratislavského typu s najlepšie zachovanými znakmi použitej technológie. Z opisu jednotlivých exemplárov sú vynechané tie charakteristiky, ktoré sa týkajú vlastného procesu razby (napr. väzba razidiel).

Výber prezentovaných mincí

1. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom COISA (obr. 7: 1)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: Múzeum mesta Bratislavy (ďalej MMB), inv. č. 265.
Parametre: hm. 16,44 g; pr. 23–27,1 mm.
Typ Paulsen: 798–801.
Literatúra: Kolníková 1991, obr. 27; 28; Ondrouch 1958, tab. XXXVII: 245, obr. 20: 3.
2. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom BIATEC (obr. 7: 2)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: Slovenské národné múzeum (ďalej SNM), inv. č. M 12 706.
Parametre: hm. 17,04 g; pr. 24,5–27 mm.
Typ Paulsen: 718–744.
Literatúra: Ondrouch 1958, tab. X: 68.
3. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom BIATEC (obr. 7: 3)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: SNM, inv. č. M 12 702.
Parametre: hm. 16,56 g; pr. 24–24,8 mm.
Typ Paulsen: 718–744.
Literatúra: Ondrouch 1958, tab. XI: 72.
4. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom BIATEC (obr. 7: 4)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: SNM, inv. č. M 12 703.
Parametre: hm. 17,14 g; pr. 23,3–25,3 mm.
Typ Paulsen: 718–744.
Literatúra: Ondrouch 1958, tab. XI: 73.
5. Keltská tetradrachma bratislavského typu bez nápisu (obr. 7: 5)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: SNM, inv. č. M 12 724.
Parametre: hm. 17,00 g; pr. 24,6–27 mm.
Typ Paulsen: 826–828.
Literatúra: Kolníková 1991, obr. 30; 31; Ondrouch 1958, tab. XL: 259, obr. 23: 2.
6. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom BVSU (obr. 8: 1)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Nám. slobody, r. 1937.
Uloženie: MMB, inv. č. 13.
Parametre: hm. 17,13 g; pr. 23,7–28 mm.
Typ Paulsen: 785–789.
Literatúra: Kolníková 1991, obr. 19; 20; Ondrouch 1937, tab. III: 27.
7. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom DEVII (obr. 8: 2)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Nám. slobody, r. 1937.
Uloženie: MMB, inv. č. 250; 19.
Parametre: hm. 17,16 g; pr. 24,4–26,2 mm.
Typ Paulsen: 782–784.
Literatúra: Kolníková 1991, obr. 39; 40; Ondrouch 1937, tab. III: 35.
8. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom BIATEC (obr. 8: 3)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: SNM, inv. č. M 12 698.
Parametre: hm. 16,11 g; pr. 24,1–25,6 mm.
Typ Paulsen: 718–744.
Literatúra: Ondrouch 1958, tab. VI: 40.
9. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom EVOIVRIX (obr. 8: 4)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: SNM, inv. č. M 12 723.
Parametre: hm. 16,66 g; pr. 24,1–25,9 mm.
Typ Paulsen: 814–816.
Literatúra: Kolníková 1991, obr. 43; 44; Ondrouch 1958, tab. XXXIX: 254.
10. Keltská tetradrachma bratislavského typu s nápisom MACCIVS (obr. 8: 5)
Nálezové okolnosti: hromadný nález, Bratislava, Žilinská ul., r. 1942.
Uloženie: SNM, inv. č. M 12 726.
Parametre: hm. 16,80 g; pr. 26–27 mm.
Typ Göbl: XIII/1–22.
Literatúra: Kolníková 1991, obr. 51; 52; Ondrouch 1958, tab. XL: 262.

Výsledky a interpretácia makroskopického pozorovania

Na kotúčikoch vyššie uvedených mincí sú viditeľné viaceré druhy defektov výroby (triedenie chýb na odliatkoch podľa Vilčko 1983, tab. 13).

Prvú skupinu tvoria *chyby tvaru a rozmerov* odliatku. *Zbortenie* je čiastočnou alebo úplnou deformáciou (Vilčko 1983, 201), ktorá mohla byť spôsobená nepresnosťou pri výrobe formy, ale aj manipuláciou so zahriatym kotúčikom. Tieto tvarové odchýlky sú bežné, príkladom je defektný



Obr. 8. Bratislava. Keltské tetradrachmy bratislavského typu. 1 – Námestie slobody, s nápisom BVSV (a – averz, b – reverz); 2 – Námestie slobody, s nápisom DEVII (a – averz, b – reverz); 3 – Žilinská ul., s nápisom BIATEC (a – averz, b – reverz, c – detail hrany mince); 4 – Žilinská ul., s nápisom EVOIVRIX (a – averz, b – reverz, c – detail averzu, d – detail reverzu, e – detail hrany mince); 5 – Žilinská ul., s nápisom MACCIVS (a – averz, b – reverz, c – detail averzu, d – detail reverzu).

kotúčik mince 1 (obr. 7: 1). Niektoré deformácie zase pravdepodobne súvisia s odklonom razidla pri удere kladiva (obr. 8: 1).

Ďalej sa vyskytujú *mechanické poškodenia* (Vilčko 1983, 201), ktoré boli zapríčinené neopatrným zaobchádzaním s kotúčikom. Väčšie otlačenie hrany, badateľné na minci 2 (obr. 7: 2b), je najskôr dôsledkom nesprávneho uchopenia bezprostredne po vyrazení (obr. 7: 2a).

V skupine *chýb povrchu* sú pomerne dobre odlíšiteľné rôzne *výronky* a *nárasty* – vystupujúce útvary na hranách kotúčikov (obr. 7: 1, 3–5; 8: 1–3), ktoré vznikli zatečením kovu do štrbín popraskanej alebo iným spôsobom lokálne poškodennej formy (pozri Vilčko 1983, 202). Detailný záber hrany mince 3 názorne dokumentuje starostlivé opracovanie takéhoto skráteneho výronku pilovaním (obr. 7: 3c).

K vystupujúcim útvarom patria i výčnelky kruhového prierezu zodpovedajúce vtokovým zárezom pri odlievaní metódou vytaviteľných voskov zostavených do tvaru tzv. stromčeka. *Miesta vtokov* predstavujú pozostatky vyústení kanálov, ktoré privádzali prúd roztaveného kovu do dutiny netrvalej škrupinovej formy. Dutina pre odliatok mohla byť napojená na etážový vtokový kôl jedným alebo dvoma krátkymi vtokovými zárezmi. Pri opracovaní a povrchovej úprave odliatkov nebol prebytočný materiál zakaždým dôkladne odstránený. Oprávnenosť predpokladu zvyškov po vtokových zárezoch treba v budúcnosti kriticky preveriť, zvlášť v prípade výčnelku na okraji mince 9 (obr. 8: 4c–e).

Hrany mincových kotúčikov sú oblé a hladké, bez náznaku *zatečení* – pozostatkov po kove, ktorý vnikol do deliacej roviny zloženej (dvojdielnej) formy.

DISKUSIA A ZÁVERY

I medzi publikovanými mincami z Námestia slobody (r. 1937) a zo Žilinskej ul. (r. 1942), ktoré sme nemohli priamo vizuálne posúdiť a nanovo zdokumentovať, sa vyskytujú odliatky s veľmi nápadnými výčnelkami (pozri Ondrouch 1937, tab. I: 2; V: 57; 1958, tab. IV: 23; XVII: 114; XXXVII: 246, obr. 21: 1).

Na nedostatočne opracované odliatky kotúčikov upozornil ako jeden z prvých už J. Eisner (1925, 97) s poukázaním na „*různé čípky na jejich oblém obvode*“. Takto neupravený povrch a nepravidelnosti tvaru neskôr zmieňovali i ďalší bádatelia (napr. Kolníková 1991, 30). Frekvencia výskytu mincových kotúčikov s výčnelkami je celkom bežná, orientačne na úrovni cca 7 % (prepočet vychádzajúci zo súpisu Paulsen 1933, tab. 30–35). Potvrdením zvýšenej miery nepodarkovosti je skutočnosť, že chyby odliatkov

sú zaznamenané aj vo vyložene malých súboroch, napr. z Pezinka a Rače (Čambal/Budaj 2009, 197, 202, tab. I: 1a, b; II: 3a, b).

Z početných analógií v novšej literatúre si zasluhuje zvláštnu pozornosť tetradrachma s nápisom LATTV s ponechanými dvoma výraznými vystupujúcimi útvarmi („*am Rand zwei Schmelzstücke*“; Militký 2014, 27, 33, obr. 1: 1; 2021, obr. 3: 1). Z publikovaných fotografií sa zdá, že ukončenia výčnelkov sú zaoblené, bez zjavných stôp opracovania. Kotúčik pôsobí dojmom hrubého polotovaru a zostáva otvorenou otázkou, či nedostatočné zarovnanie výčnelkov vyplynulo z unáhleného úkonu pri sériovej výrobe alebo z vedomého rozhodnutia neznižovať viac hmotnosť mince (16,99 g).

Ďalej upozorníme na nepodarkové kotúčiky dvoch tetradrachmiem so zrkadlovo otočeným nápisom NONNOS z nálezového celku z neznámej lokality (r. 1995). Ich nepravidelný tvar sa zdôvodňoval razbou za tepla (Militký 2013, 101, 111, obr. 1: 13, 14), no prítomnosť výčnelkov podľa nášho názoru naznačuje skôr chybu v priebehu odlievania (poškodenie formy, zatečenie kovu mimo dutinu).

Na konci stručného exkurzu možno v klasifikácii chýb odliatkov doplniť ďalší druh nedostatku a to *nezabehnutie* – neúplný tvar odliatku spôsobený predčasným stuhnutím čela prúdu kovu pri zaplňovaní formy. Ako jedna z obvyklých príčin tejto chyby sa uvádza nízka teplota kovu pri liatí (Vilčko 1983, 201). Príkladom nezabehnutého odliatku by mohla byť tetradrachma s nápisom BIATEC z hromadného nálezu v Deutsch Jahrndorf (r. 1855) uložená v zbierkach Umeleckohistorického múzea vo Viedni. Chyba sa prejavuje zmenou tvaru a rozmerov kotúčika („*Schrötling stark deformiert*“; Dembski 1998, 80, tab. 30: 594; „*completely irregular shape*“; Militký/Torbágyi 2021, 249, 280, obr. 4d: 56).

Je pozoruhodné, že ani väčší rozsah chýb nevedol nutne k vyradeniu nepodarkov. Ich bližší opis a hodnotenie však v odbornej numizmatickej spisbe doposiaľ absentujú. Výskum by sa mal preto viac sústrediť na podrobné sledovanie mikromorfológie hrany kotúčikov a vystupujúcich útvarov s náležitým zdokumentovaním zásahov nástroja pri opracovaní odliatku. Jednou z úloh je zodpovedanie otázky, či sa výčnelky utvorili zatečením kovu do trhlín v dutine dávkovacej platničky, alebo škrupinovej formy, prípadne iným spôsobom.

Kotúčiky tetradrachmiem bratislavského typu bolo možné vyrábať rôznymi zlievarenskými technológiami. Pri výbere vhodnej výrobnnej metódy odlievania polotovarov sa zrejme zohľadňoval celý rad faktorov (porovnaj Vilčko/Michelko 1984, obr. 50; Vilčko/Slovák 1987, 232): 1. zlievarenské vlastnosti materiálu (striebra); 2. požiadavky na hmotnosť, tvar, rozmery a kvalitu povrchu odliatku; 3. možnosť sériovej

výroby; 4. dĺžka výrobného cyklu; 5. prácnosť opracovania; 6. využitie materiálu (roztaveného kovu); 7. nepodarkovosť; 8. technologická náročnosť; 9. výrobné náklady; 10. skúsenosti výrobcu.

Ak vychádzame z celkového prehľadu nálezov technickej keramiky na území Bratislavy a z predbežného vyhodnotenia výrobných stôp na vzorke vybraných veľkých strieborných mincí, je namieste zaoberať sa dvoma výrobnými postupmi.

1. Liatie do otvorenej formy s voľnou hladinou kovu

Pracovný postup odlievania v keramickej dávkovacej platničke (*lingotière, plaque à alvéoles*), teda do jednostrannej otvorenej formy (*coulée en moule ouvert*), tvorí niekoľko základných operácií.

Prvou je príprava telesa hlinenej platničky v drevenom ráme a modelovanie priehlbín – dutín na lícnej strane formy otláčaním jednoduchého formovacieho nástroja alebo modelu (pozri *Chevallier a i.* 1993, 80). Po vysušení a vypálení je platnička pripravená na použitie. Nasleduje plnenie dutín odváženým kovom, t. j. dávkovanie. Tavenie mincovej hmoty sa potom vykonáva v peci za prívodu stlačeného vzduchu cez dýzu (*Eluère* 1987, 196; *Ziegeaus* 1993, 223; 2010, 15). Druhým známym spôsobom je liatie roztaveného kovu do dutín dávkovacej platničky (*Gruel* 1989, 164). Pri tejto metóde odlievania je prínosom účelné spojenie nenáročného postupu s princípom sériovosti výroby. Priaznivou okolnosťou je úplné využitie tekutého kovu, bez potreby vytvárať vtokovú sústavu.

Najväčším nedostatkom pri odliatí v dávkovacej platničke je rozdielna kvalita povrchu dvoch strán kotúčika. Plocha odliatku, ktorá je v priebehu chladnutia a tuhnutia vystavená voľnému prístupu vzduchu, sa vyznačuje nerovným, drsnejším povrchom, pripomínajúcim vzhľad pomarančovej kôry (*Barral a i.* 1983, 430; *Mohen* 1990, 122).

Na druhej strane treba vziať do úvahy protiargument, že razba za tepla – v kombinácii s výtvarným riešením – v podstate počítala s úplným pretvorením povrchu mincového poľa. Náznornou ukážkou je vyobrazenie na reverze mince 10 – tetradrachmy s nápisom MACCIVS (obr. 8: 5b, d). Námet spracovaný v nízkom reliéfe tu vystupuje z kontrastnej, zámerne (!) zdrsnenej roviny pozadia. Raziaci nástroj nepôsobil na plochu kotúčika kolmo, ale inak sa razba vyznačuje veľmi dobrou čitateľnosťou detailov nápisu, figurálnej kompozície i ostatných častí mincového obrazu. Jemné prevedenie hlavy šelmy a profilovaného perlovca, ako aj olemovanie písmen priehlbínou poukazujú na odlatie pracovnej časti razidla pomocou metódy vytaviteľných

voskov. V tejto súvislosti je tiež preukazná štruktúra povrchu na pozadí jazdeckého motívu na reverze mince 2. Zaujímavou stopou je i nahromadená hmota okolo ťahov tvoriacich písmená nápisu BIATEC, napr. pri brvnách litery E (obr. 7: 2c).

K nevýhodám výrobného postupu sa ďalej radí nevyhnutnosť presného dávkovania kovu. V priebehu tavby sa treba vyvarovať i nepatrných otrasov, ktoré môžu privodiť zatečenie taveniny po obvode dutín (osobná komunikácia B. Vanko). Úprava surového odliatku zahŕňa zarovnanie hrúbky kotúčika (*Militký* 2015, 159) a potlačenie nežiaducich vlastností povrchu.

Využitie technológií odlievania na voľnú hladinu v neskorej dobe laténskej dokladajú okrem taviacich dávkovacích platničiek aj nálezy iných jednostranných foriem (*Pieta* 2002, 322, obr. 6: A; 2008, 156, obr. 71: 21).

2. Liatie metódou vytaviteľných voskov so zostavením tzv. stromčeka modelov

Sériová výroba týmto špeciálnym technologickým postupom (*moulage à la cire perdue*) predpokladá zostavenie stromčeka z voskových modelov kotúčikov (*arbre à cire*) a výrobu keramickej škrupinovej formy (*coque en céramique*). Z vosku formované kotúčiky sú napojené na centrálnu vtokovú sústavu, ktorá umožňuje vytavenie vosku a zaplnenie formy kovom. Voskový stromček sa najprv obleje jemnozrnnou keramikou brečkou, ktorá určí povrchovú kvalitu odliatku (tzv. lícny obal) a potom sa pokračuje nanášaním ďalších spevňujúcich vrstiev s hrubším ostrivom organického pôvodu (*Mohen* 1973, 33, 34; 1990, 123, 124; *Sejč/Vanko/Belanová* 2021, 205, 206, obr. 1.19; *Vilčko/Slovák* 1987, 239). Model sa odstráni vytavením. Dodatočné spálenie zvyškov voskovej hmoty a spevnenie formy sa zabezpečuje ohrevom na vysoké teploty, t. j. vyžíhaním (*Sejč/Vanko/Belanová* 2021, 206). Vyžíhaná keramická forma sa navyše vyznačuje chemickou odolnosťou voči odlievateľnému kovu, čo priaznivo vplýva na vzhľad povrchu odliatku (*Horáček* 1991, 18). Pred samotným liatím kovu je nevyhnutné formu predhriať, aby sa uľahčilo zabiehanie odlievateľného materiálu (*Stanček* 2006, 91). Téglik s vsádzkou striebra sa kvôli dokonalému roztaveniu celého objemu dostatočne dlho vystaví teplotám okolo 960 °C a tekutý kov sa naleje vtokovou jamkou do formy. Úlohou vtokovej sústavy je viesť kov kanálmi na určené miesta a vyplniť formu primeranou rýchlosťou (*Fiala* 1985, 38). Na pretlačenie taveniny do dutiny cez úzke prierezy sa môže využiť odstredivý spôsob liatia (*Schleuderguss*) pomocou ručného praku (*Pieta* 2008, 156; *Stanček* 2006, 21; *Täubel* 1976, 60). Po stuhnutí a vychladnutí

striebra sa škrupinová forma rozbije a hotové kotúčky sa zo stromčekovej vtokovej sústavy oddelia. K posledným úkonom patrí odstránenie nežiaducich zvyškov po vtokových zárezoch (*tenons de coulée*) na hranách surových odliatkov a zjemnenie povrchu cizelovaním.

Prednosť odlievania metódou vytaviteľných modelov zostavených do stromčeka spočíva hlavne v tom, že umožňuje vytvárať série odliatkov s presnými rozmermi a vyššou kvalitou povrchu (odtiaľ časté označenie „metóda presného liatia“: Horáček 1991, 18; Primus 1961, 34; Sejč/Vanko/Belanová 2021, 205, 207; Stanček 2006, 91; Vilčko/Michelko 1984, tab. 19), ktorá je zvyčajne dôležitá pre celkový vzhľad budúcej mince.

Pri hodnotení účelnosti metódy treba ďalej vziať do úvahy, že nevyžaduje samostatné odváženie dávky kovu pre každý jeden mincový kotúčik. Výhodou je i to, že surový odliatok už nekladie väčšie nároky na dokončovacie práce a úpravy. Spravidla sa preto uplatňuje na odlievanie finálnych výrobkov a nie polotovarov.

V neprospech použitia opísaného technologického postupu naopak hovorí vysoký počet vykonaných operácií a ich nesporná náročnosť (Sejč/Vanko/Belanová 2021, 208). Čo sa týka stránky hospodárnosti výroby, stuhnutá vtoková sústava sa opätovne používa ako vratný materiál do kovovej vsádzky na ďalšie tavenie (Vilčko/Slovák 1987, 271).

Oporou pri identifikovaní tejto technológie sú najmä kotúčky mincí s vtokovými zárezmi (*pièces à tenons*). Jednoznačné nespochybniteľné príklady nadbytočného materiálu zo zaústenia vtokovej sústavy nám nateraz nie sú známe. K výčnelkom na hrane kotúčika tetradrachmy s nápisom EVOIVRIX sa s konečnou platnosťou vyjadríme až po opakovanom posúdení za pomoci ďalších zobrazovacích metód.

Myšlienku alternatívneho spôsobu prípravy podporujú doklady skupinového odlievania kotúčikov v uzavretej forme z iných oblastí keltského mincovníctva (napr. Titelberg; Gruel 1989, 163).

Nálezy strieborných výliatkov kanálov tzv. stromčeka pochádzajú z Trenčianskych Bohuslavíc (Pieta 2008, 156, obr. 71: 5, 6).

Za limity štúdie možno považovať nízku početnosť vzorky (zámerný výber mincí s výrobnými stopami). Tento nedostatok je zapríčinený značne obmedzeným prístupom k numizmatickému materiálu.

Pre uspokojivé zodpovedanie okruhu otázok týkajúcich sa podmienok tavby a typu zlievarenskej formy by bolo potrebné rozšíriť pozorovania na viacero mincových súborov, využiť možnosti mikroskopickú analýzu pracovných stôp (traseológia), systematicky porovnávať zloženie kovu väčšieho počtu mincí a napokon pristúpiť k experimentálnemu odliatiu kotúčikov.

Podakovanie

Autor je zaviazaný vďakou Mgr. M. Budajovi, PhD. (Slovenské národné múzeum – Historické múzeum), a Mgr. A. Fialovi (Múzeum mesta Bratislavy) za umožnenie fotografickej dokumentácie vybraných mincí, Ing. B. Vankovi, PhD. (Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojárska fakulta, Ústav technológií a materiálov), za konzultácie k problematike zlievania a za prečítanie rukopisu.

LITERATÚRA

- Allen/Nash 1980 – D. F. Allen/D. Nash: *The Coins of the Ancient Celts*. Edinburgh 1980.
- Barral a i. 1983 – M. Barral/K. Gruel/J. Barralis/F. Widemann: Quelques éléments de métallurgie monétaire gauloise. In: *Journées de Paléoméallurgie. Université de Technologie de Compiègne. 22–23 février 1983. Compiègne 1983*, 429–443.
- Bazovský/Gregor 2009 – I. Bazovský/M. Gregor: Mincové dávkovacie platničky z Mudroňovej ulice v Bratislave. *Zborník SNM. Archeológia 19*, 2009, 131–152.
- Chevallier a i. 1993 – P. Chevallier/F. Legrand/K. Gruel/I. Brissaud/A. Tarrats-Saugnac: Étude par rayonnement synchrotron de moules à alvéoles de La Tène finale trouvés à Villeneuve-St-Germain et au Mont-Beuvray. *Revue d'Archéométrie 17*, 1993, 75–88.
- Čambal/Budaj 2009 – R. Čambal/M. Budaj: Keltské tetradrachmy z Pezinka a Bratislavy-Rače. *Zborník SNM. Archeológia 19*, 2009, 197–214.
- Dembski 1998 – G. Dembski: *Münzen der Kelten*. Wien 1998.
- Eisner 1925 – J. Eisner: Mince typu Biatec, nálezene v Bratislave r. 1923. *Numismatický časopis československý 1*, 1925, 87–120.
- Eluère 1987 – Chr. Eluère: *L'or des Celtes*. Fribourg 1987.
- Fiala 1985 – A. Fiala: *Teorie slévání*. Praha 1985.
- Göbl 1994 – R. Göbl: *Die Hexadrachmenprägung der Gross-Boier. Ablauf, Chronologie und historische Relevanz für Noricum und Nachbargebiete*. Wien 1994.
- Gruel 1989 – K. Gruel: *La monnaie chez les Gaulois. Collection des Hespérides*. Paris 1989.

- Gruel 2017 – K. Gruel: Du minerai à la monnaie. In: J. Ge-nechesi/L. Pernet (dir.): *Les Celtes et la monnaie. Des Grecs aux surréalistes*. Gollion 2017, 82, 83.
- Guillaumet 1996 – J.-P. Guillaumet: *L'artisanat chez les Gaulois*. Collection des Hespérides. Paris 1996.
- Horáček 1991 – M. Horáček: *Teorie slévání*. Brno 1991.
- Kolníková 1984 – E. Kolníková: Náčrt problematiky keltského mincovníctva na Slovensku. *Slovenská numizmatika* 8, 1984, 27–74.
- Kolníková 1991 – E. Kolníková: *Bratislavské keltské mince*. Bratislava 1991.
- Kolníková 2011 – E. Kolníková: K technike a technológii v keltskom mincovníctve – nálezy zo Slovenska. *Numismatický sborník* 26, 2011, 31–57.
- Kolníková/Petřík/Slaviček 2021 – E. Kolníková/J. Petřík/K. Slaviček: Hlinené formy na odlievanie kotúčikov na razbu keltských mincí a téglík z laténskej dielne v obci Devín – numizmatická a metalografická analýza. *Numizmatika* 30, 2021, 1–10.
- Lesák 2002 – B. Lesák: Predstihové archeologické výskumy na Ventúrskej ulici v Bratislave. *AVANS* 2001, 2002, 111–118.
- Militký 2013 – J. Militký: Hromadný nález hexadrachem typu Biatec a strieborného ingotu z neznámej lokality. K otázke pôvodu striebra u stredoevropských Keltů. *Numismatické listy* 68/3–4, 2013, 99–122.
- Militký 2014 – J. Militký: Ein neuer Hexadrachmentyp vom Typ Biatec mit der Aufschrift LATTV. *Mitteilungen der Österreichischen Numismatischen Gesellschaft* 54, 2014, 25–38.
- Militký 2015 – J. Militký: *Oppidum Hradiště u Stradonic*. Komentovaný katalog mincovných nálezů a dokladů mincovní výroby. Praha 2015.
- Militký 2021 – J. Militký: Keltské mince s nápisem LATVMARVS. Príspevok k poznání bratislavských tetradrachem skupiny Biatec. *Numismatický sborník* 35, 2021, 8–21.
- Militký/Torbágyi 2021 – J. Militký/M. Torbágyi: The Hoard of Celtic Coins from Deutsch Jahrndorf (Austria, 1855). *Památky archeologické* 112, 2021, 237–300.
- Mohen 1973 – J.-P. Mohen: Les moules en terre cuite des bronziers protohistoriques. *Antiquités Nationales* 5, 1973, 33–44.
- Mohen 1990 – J.-P. Mohen: *Métallurgie préhistorique. Introduction à la paléométallurgie*. Paris 1990.
- Musilová/Lesák 1996 – M. Musilová/B. Lesák: Mince z neskorolátenských objektov v Bratislave (archeologický výskum 1991–1995). *Slovenská numizmatika* 14, 1996, 207–213.
- Nieto-Pelletier 2013 – S. Nieto-Pelletier: La fabrication monétaire. *Dossiers d'Archéologie* 360, 2013, 20–23.
- Ondrouch 1937 – V. Ondrouch: Nové bratislavské biateky. Bratislava. *Časopis pro výzkum Slovenska a Podkarpatské Rusi* 11, 1937, 355–369.
- Ondrouch 1958 – V. Ondrouch: Keltské mince typu Biatec z Bratislavy. Poklad veľkých strieborných mincí z roku 1942. *Archaeologica et historica Bratislaviensia*. Monographiae 1. Bratislava 1958.
- Paulsen 1933 – R. Paulsen: *Die Münzprägungen der Boier. Mit Berücksichtigung der vorboiischen Prägungen*. Leipzig – Wien 1933.
- Pieta 2002 – K. Pieta: Wirtschaftliche Strukturen der spätlatènezeitlichen Siedlungen in der Slowakei. In: C. Dobiat/S. Sievers/Th. Stöllner (Hrsg.): *Dürrnberg und Manching. Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum. Akten des Internationalen Kolloquiums in Hallein/Bad Dürrnberg vom 7. bis 11. Oktober 1998*. Bonn 2002, 315–323.
- Pieta 2008 – K. Pieta: Keltské osídlenie Slovenska. Mladšia doba laténska. *Archaeologica Slovaca Monographiae*. Studia 11. Nitra 2008.
- Pieta/Zachar 1993 – K. Pieta/L. Zachar: Mladšia doba železná (laténska). In: T. Štefanovičová a kol.: *Najstaršie dejiny Bratislavy*. Bratislava 1993, 143–209.
- Primus 1961 – F. Primus: *Lití do trvalých forem a přesné odlévání*. Praha 1961.
- Rexa 1987 – D. Rexa: K lokalizácii mincovnej dielne na území Bratislavy v dobe laténskej. In: V. Horváth (zost.): *Najstaršie dejiny Bratislavy. Referáty zo sympózia 28.–30. októbra 1986*. Bratislava 1987, 63–67.
- Sejč/Vanko/Belanová 2021 – P. Sejč/B. Vanko/J. Belanová: *Výrobné technológie I*. Bratislava 2021.
- Stanček 2006 – L. Stanček: *Technológia 1. Zlievanie*. Bratislava 2006.
- Ščasnár a i. 1984 – V. Ščasnár/V. Kliment/M. Červeňanský/L. Zachar: Zlomky dávkovacích platničiek na výrobu keltských mincí – nálezy zo Šaštína-Stráží a Bratislavy. *Slovenská numizmatika* 8, 1984, 121–145.
- Štefanovičová a i. 2008 – T. Štefanovičová/P. Jelínek/B. Kovár/M. Hanuš/J. Stehlíková/P. Spišák/V. Plachá: Predbežná správa z archeologického výskumu bratislavského podhradia – Vydrice. *Zborník SNM* 102. *Archeológia* 18, 2008, 249–256.
- Täubl 1976 – K. Täubl: *Zlatnictví*. Praha 1976.
- Vilčko 1983 – J. Vilčko: *Zlievárenstvo II*. Bratislava 1983.
- Vilčko/Michelko 1984 – J. Vilčko/J. Michelko: *Výrobné postupy odliatkov*. Košice 1984.
- Vilčko/Slovák 1987 – J. Vilčko/S. Slovák: *Zlievárenská technológia*. Bratislava – Praha 1987.
- Vrtel 2006 – A. Vrtel: Das Münzwesen im Oppidum von Bratislava. In: F. Humer (Hrsg.): *Legionsadler und Druidenstab. Vom Legionslager zur Donaumetropole*. Textband. Bad Deutsch-Altenburg 2006, 184–189.
- Vrtel 2009 – A. Vrtel: *Neskorolátenske oppidum v Bratislave – remeselná výroba, výmena a obchod*. Dizertačná práca. Univerzita Komenského v Bratislave. Filozofická fakulta – Slovenská akadémia vied. Archeologický ústav v Nitre. Nitra 2009. Nepublikovaný rukopis.
- Vrtel 2011 – A. Vrtel: Neskorolátenský objekt 115/09 na nádvorí Bratislavského hradu. In: E. Droberjar (ed.): *Archeologie barbarů 2010. Hroby a pohřebiště Germánů mezi Labem a Dunajem*. Sborník příspěvků ze VI. Protohistorické konference, Hradec Králové, 6.–9. září 2010 – *Archäologie der Barbaren 2010. Die Gräber und Gräbarfelder der Germanen zwischen Elbe und Donau. Materialien der VI. Frühgeschichtlichen Konferenz Hradec Králové*, 6.–9. September 2010. *Studia archaeologica Suebica* 1. Olomouc 2011, 265–277.
- Vrtel 2012 – A. Vrtel: Keltské oppidum v Bratislave. In: J. Šedivý/T. Štefanovičová (zost.): *Dejiny Bratislavy 1. Od počiatkov do prelomu 12. a 13. storočia*. Brezalauspurc – na križovatke kultúr. Bratislava 2012, 164–180.

Zachar 1981 – L. Zachar: Neskorolaténske vrstvy na Partizánskej ulici v Bratislave. *Zborník SNM 75. História* 21, 1981, 35–57.

Zachar/Rexa 1988 – L. Zachar/D. Rexa: Beitrag zur Problematik der spätlatènezeitlichen Siedlungshorizonte innerhalb des Bratislavaer Oppidums. *Zborník SNM 82. História* 28, 1988, 27–72.

Ziegeus 1993 – B. Ziegeus: Das keltische Münzwesen. In: H. Dannheimer/R. Gebhard (Hrsg.): *Das keltische Jahrtausend*. Mainz am Rhein 1993, 220–227.

Ziegeus 2010 – B. Ziegeus: *Kelten Geld. Münzen der Kelten und angrenzender nichtgriechischer Völkerschaften. Sammlung Christian Flesche*. München 2010.

Rukopis prijatý 24. 5. 2022

Translated by David Gaul

Mgr. Andrej Vrtel, PhD.

Univerzita Komenského v Bratislave

Filozofická fakulta

Gondova 2

SK – 814 99 Bratislava

andrej.vrtel@uniba.sk

Technological Aspects of Coinage at the Bratislava Celtic Oppidum

Andrej Vrtel

SUMMARY

The prevailing view among scholars is that the coin flans for Celtic Bratislava-type tetradrachms were made using open mould casting in ceramic flan moulds. The problem with this opinion is that finds of these simple flan moulds in Bratislava are not designed for the preparation of flans of the corresponding size.

The objective of this study is therefore to provide a basic foundation for the reconstruction of production technology and to suggest other possibilities of interpretation. The methodology is based on two levels of analysis:

1. A critical evaluation of the composition and morphology of specialised technical ceramics from Panská St. 19–21 and other relevant assemblages from Bratislava, taking into account the results of spectral analyses of metal residues (Fig. 1–6).
2. A visual comparison and identification of working traces and production defects on Bratislava-type tetradrachms and their detailed depiction using macrophotography (Fig. 7; 8). The presented research sample is the result of the intentional selection of large silver coins with identified specific traces on the surface of the discs. The coins come from mass finds in Žilinská St. (1942) and Námestie slobody Square (1937).

An analysis of technical ceramics from Bratislava leads to the following conclusions:

1. Small conical crucibles (average volume of 10 cm³) with a reinforced bottom (Panská St. 19–21) providing the advantage of better control of metal homogeneity and easy handling during casting, were intended for the preparation of silver.

2. Dosing tablets (flan moulds) were used in metalworking as moulds for ingots, i.e. calibrated low-weight melting charges for further processing in minting or jewellery. They were also used to a certain extent for casting flans for small coins. Flan moulds have multiple round, oval or square cavities of various dimensions (diam. 4–5; 8; 10–12; 17 mm). The results of XRF analyses revealed the presence of silver, gold and exceptionally even brass (Ventúrska St. 7).

3. Shell moulds for lost-wax casting are represented in only rare cases in the finds (Michalská St. 9). Their use in casting precious metals is not documented.

In the following part, characteristic external qualities are observed – production traces and defects on a selected sample of Bratislava-type tetradrachms. Macroscopic observations identified the presence of multiple types of defects in the shape and surface of castings: collapse, mechanical damage, protrusions and gates from gating systems (?). Otherwise, the edges of the coin discs are round and smooth, with no indication of flashes from metal flowing into the parting plane of the (two-part) mould.

A wide range of factors were taken into consideration in the selection of casting technology: (1) casting properties of the material (silver); (2) demands on weight, shape, dimensions and the surface quality of the casting; (3) possibility for serial production; (4) production cycle duration; (5) labour demands on treatment; (6) use of the material (molten metal); (7) faulty pieces; (8) technological requirements; (9) production costs; (10) craftsman experience.

The final discussion therefore draws attention to an understanding of the reasons that may have been crucial for the choice of a particular casting technology. A comparison is made of the effectiveness of open mould casting (flan mould) and lost-wax casting with a tree model (ceramic shell mould).

The technological process of casting flans in open flan moulds is relatively simple. The full use of the molten metal is a benefit of this method, whereas disadvantages include the uneven and rougher top (free) surface of the casting, which is subjected to air during solidification and cooling. Another disadvantage is the effect of vibrations during melting on the leakage of the molten metal around the circumference of the mould cavities. Raw casting treatment includes evening out the thickness of the flans and removing undesirable surface qualities.

Lost-wax casting does not require weighing the doses of metal (melting charge) for each coin flan. The main benefit is that it makes it possible to produce castings with high dimensional accuracy and surface quality, thus reducing the demands on mechanical working and cleaning. The main disadvantage of this method is the high number and complexity of operations, and the need to recycle material from the solidified gating system should also be mentioned.

The conclusions of the study remain on the level of working hypotheses and the reliability of technological interpretation must be verified by further analyses, perhaps employing experimental archaeology. Research should focus on a detailed study of the micromorphology of disc edges and protruding formations. One task is to answer the question of whether the protrusions at the edges formed by metal flowing into cracks of an open (flan) mould or a shell mould, or in some other way.

Fig. 1. Bratislava, Panská St. 19–21. Small cylindrical crucibles for melting silver.

Fig. 2. Bratislava, Panská St. 19–21. Selection of fragments of open moulds.

Fig. 3. Bratislava, Panská St. 19–21. Half of two-part ceramic casting mould.

Fig. 4. Bratislava, Ventúrska St. 7. Mouth of a metal casting crucible with remnants of brass.

Fig. 5. Bratislava, Ventúrska St. 7. Ceramic open moulds.

Fig. 6. Bratislava, Michalská St. 9. Fragments of ceramic shell moulds.

Fig. 7. Bratislava, Žilinská St. Celtic Bratislava-type tetradrachms. 1 – with COISA inscription (a – obverse, b – reverse); 2 – with BIATEC inscription (a – obverse, b – reverse, c – detail of reverse); 3 – with BIATEC in-

scription (a – obverse, b – reverse, c – detail of coin edge); 4 – with BIATEC inscription (a – obverse, b – reverse, c – detail of obverse, d – detail of reverse); 5 – without inscription (a – obverse, b – reverse, c – detail of reverse, d – detail of coin edge).

Fig. 8. Bratislava. Celtic Bratislava-type tetradrachms. 1 – Námestie slobody Sq., with BVSV inscription (a – obverse, b – reverse); 2 – Námestie slobody Sq., with DEVII inscription (a – obverse, b – reverse); 3 – Žilinská St., with BIATEC inscription (a – obverse, b – reverse, c – detail of coin edge); 4 – Žilinská St., with EVOIVRIX inscription (a – obverse, b – reverse, c – detail of obverse, d – detail of reverse, e – detail of coin edge); 5 – Žilinská St., with MACCIVS inscription (a – obverse, b – reverse, c – detail of obverse, d – detail of reverse).