

ALGIRDAS ŽALNIERIUS, DAINIUS BALČIŪNAS

Pozostałości pieców ludwisarskich z XVII–XVIII wieku z Kowna

Remains of the 17th–18th century bellfounding kilns from Kaunas

Zarys treści. Z przekazów pisanych wiadomo, że w Kownie warsztaty ludwisarskie istniały już w 2. połowie XVI wieku. W trakcie badań archeologicznych odkryto dwa – na Placu Ratuszowym i na dziedzińcu gospodarczym klasztoru Bernardynów. Z pierwszego warsztatu zachowała się komora przypieczowa ze schodami, popielnik paleniska z kanałem wentylacyjnym i drewniany podnośnik dzwonów, datowane na przełom XVI i XVII wieku. W drugim odsłonięto popielnik, podłogę komory do topienia metali i glinianą formę do odlania dzwonu z lat 20.–30. XVIII wieku. Z analiz specjalistycznych znalezionych odpadów i fragmentów wyrobów wynika, że w piecach uzyskiwano wysokiej jakości brąz przeznaczony do odlewania luf armatnich i dzwonów.

Słowa kluczowe: archeologia, Kowno, ludwisarnia, piec, dzwon, XVI–XVII wiek.

Podczas licznych badań archeologicznych na Starym Mieście w Kownie częstymi znaleziskami były kawałki żużla, pochodzące z obróbki żelaza w kuźniach, w których wytwarzano oraz reperowano metalowe narzędzia niezbędne w życiu codziennym mieszczan. Wątpliwe jednak, czy w Kownie w XV–XVIII wieku działały kuźnice produkujące większe ilości surowca. W jedynym źródle historycznym informującym o zakładaniu w miastach warsztatów produkujących uzbrojenie i sprowadzaniu do nich mistrzów rusznikarzy – uchwale Sejmu Rzeczypospolitej z 1613 roku – także nie ma wzmianki o ich powstaniu i funkcjonowaniu w Kownie (Kiaupa 2010, s. 149). Z kolei żużle z topienia metali kolorowych znajdowane były rzadziej, chociaż ich obróbkę potwierdzają dane archeologiczne i historyczne. Podczas badań wykopaliskowych na dziedzińcu kowieńskiego zamku natrafiono na złożę przepalanej gliny, rudy bagiennej oraz kawałki żużli żelaznych i miedzianych. Na tej podstawie przypuszczano, że w XV–XVI wieku

działał tu warsztat odlewania dział, a może nawet mennica (Mekas 1993, s. 6). Podczas późniejszych badań dziedzińca ustalono, że były to pozostałości umocnień drewniano–glinianych, wybudowanych w 2. połowie XIV wieku, po zburzeniu pierwszego zamku (Žalnierius 2002, s. 8; Žalnierius 2004a, s. 205–227). Pewne jest natomiast, że już w XV wieku w Kownie pracowali złotnicy (Urbaitytė 2002, s. 270), w 2. połowie XVI wieku odlewano dzwony kościelne, a w XVII wieku być może także działa.

W latach 1986–1987, w czasie badań kościoła pw. św. Katarzyny w Wilnie, odnaleziono XVI-wieczne piece do wytopu żelaza i metali kolorowych (Daminaitis 2000, s. 53–56). Także w Wilnie w latach 1993, 1995–1996, 2012–2015 w trakcie badań wykopaliskowych na parcelach przy ulicy Didžioji (Wielkiej) 32 odnaleziono pozostałości pieców do wytopu, niestety brakuje informacji, czy znaleziono w nich kawałki metali kolorowych (Antropikaitė 2016, s. 303–311). Więcej danych historycznych odnosi się do ludwisarni produkującej działa, znajdującej się obok wileńskiego Dolnego Zamku, ulokowanej przy ulicy Tilty, obok kościoła św. Jerzego. Po raz pierwszy była ona wymieniona w źródłach z 1540 roku, gdy podczas uroczystości strzelano z armat odlanych w Wilnie (*Vilniaus miestas* 1968, s. 97). Kolejna wzmianka o tej odlewni pochodzi z lat 1546–1547, wówczas po porządkowaniu parceli podjęto jej przebudowę (*Vilniaus žemutinė* 2006, s. 81, 106). W 1563 roku do pracy w niej sprowadzono z Krakowa dwie grupy pracowników po 12 i 17 osób. Płacono im wysokie pensje, a za zasługi obdarowano ziemią. Swoją działalność odlewnia ta zakończyła około 1638 roku (*Vilniaus miestas* 1968, s. 98).

W Warszawie od roku 1634 działała królewska ludwisarnia, będąca głównym dostawcą uzbrojenia dla artylerii koronnej. Powstała ona w miedzymurzu obok Bramy Pobocznej, u wylotu Wąskiego Dunaju. W latach 1634–1635 stał w niej piec do topienia dużej ilości metalu, wystarczającej do odlania całej kartauny (około 65 cetnarów spiżu). W roku 1640 wybudowano jeszcze dwa mniejsze piece do topienia metalu na małe odlewy. Na budowę jednego z nich zużyto 2000, a na budowę drugiego 3000 cegieł (Nowak 1970, s. 184–188). Ludwisarnia ta działała do końca XVIII wieku.

Podczas badań na zamku w Malborku w latach 1998–2004 na dziedzińcu gospodarczym natrafiono na pozostałości fundamentów trzech budynków. W jednym z nich, stojącym obok murów obronnych, w XV wieku działał zakład ludwisarski wykonujący odlewy dział. Znaleziono tam blisko 300 ułamków glinianych form odlewniczych, 13 tysięcy fragmentów bryłek metalu, przepalonego drutu i cegieł z pieca odlewniczego. Nie odkryto jednak dołów do formowania, resztek pieców lub skupiska destruktywów z powodu zniszczeń powstałych przez późniejszą zabudowę (Dąbrowska 2009, s. 21–44). Ludwisarze (*glackenmeister*, *glogmeister*) często wymieniani są w XV-wiecznych inwentarzach zakonu krzyżackiego (*Das Grosse Ämterbuch* 1921, s. 14, 29, 89, 164, 618).

Odlewaniem dzwonów, dział, przedmiotów luksusowych oraz powszechnych w XVI–XVII wieku naczyń metalowych, poza nielicznymi wyjątkami zajmowali się ci sami mistrzowie (Brensztejn 1924, s. 15). W Królestwie Polskim należeli oni do cechów konwisarzy – producentów naczyń metalowych. Świadczy o tym pieczęć cechu krakowskiego z XVIII wieku z wielkim dzwonem w centrum, powyżej którego umieszczona jest lufa armatnia, po bokach zaś naczynie z cyny i miedziany dzbanek. Podobną kompozycję przedmiotów ma herb konwisarzy Lwówka Śląskiego (ryc. 1)¹. O wykonywaniu prac zarówno ludwisarskich, jak i konwisarskich w jednym warsztacie przekonuje także ilustracja z Kodeksu Baltazara Behema (ryc. 2). Jednak w Wilnie, prawdopodobnie też w Kownie ludwisarze i konwisarze pracowali oddzielnie, nie należąc do żadnego cechu (Brensztejn 1924, s. 16).

W Kownie do XVIII wieku wybudowano 10 kościołów katolickich i jeden protestancki. W połowie XVI wieku wymieniono jedną istniejącą cerkiew prawosławną (Oksas 1972). Wszystkie one miały chociaż jeden, a najczęściej po kilka dzwonów. Na wieży ratuszowej działał zegar, którego godziny także wybijał dzwon. Podczas stale powtarzających się w XVI–XVII wieku pożarów miasta (lata 1537, 1590, 1603, 1624, 1668, 1732 i później) ucierpiało wiele zabudowań, nie tylko kościołów (Oksas 1972). Szczególnie zaś wiele szkód poniosło Kowno podczas wojny z Rosją i Szwecją w połowie XVII wieku. Wojska moskiewskie dotarły tam w 1655 roku i okupacja miasta trwała ponad sześć lat (Tyla 1997, s. 43, 52). Większość mieszkańców uciekła do Prus albo części Wielkiego Księstwa Litewskiego zajętego przez Szwedów. Miasto zostało zrujnowane, kościoły obrabowane, archiwum klasztorów Bernardynów, Bernardynek i kościoła parafialnego wywiezione do Wilna i tam spalone (Tyla 1997, s. 43, 47–48). Prawdopodobnie zagrabiono także dzwony z kościołów, które traktowano jako cenną zdobycz wojenną. Wiadomo, że wojsko moskiewskie po nieudanym oblężeniu Rygi w 1656 roku, pospiesznie opuszczając miasto, zostawiło armaty, amunicję i prowiant, ale wywoziło dzwony i organy z kilku kościołów (Brensztejn 1924, s. 76–77). Sporo dzwonów przywieziono na Litwę podczas wojny z Moskwą w XVII wieku. Król Zygmunt III w 1611 roku po zajęciu Smoleńska darował katedrze w Wilnie i nowo budowanemu kościołowi św. Kazimierza „moskiewskie” dzwony. W 1620 roku bernardyński klasztor w Kretyndze dostał niewielki „moskiewski dzwonek”, w 1665 roku Krzysztof Zygmunt Pac przywiózł do klasztoru w Pażaislis (obecnie dzielnica Kowna) dzwon o wadze 12 pudów z odległego o około 800 km klasztoru prawosławnego koło Brińska (Brensztejn 1924, s. 112–113).

¹ Herb ten, zachowany do dzisiaj, znajduje się na cmentarzu komunalnym w Lwówku Śląskim, na nagrobnym epitafium pochowanego tam mistrza Johanna Gottfrieda Haselbacha (1765–1843). Epitafium drugiego lwóweckiego mistrza – Johanna Jeremiasa Rabe (1713–1807) – jest uszkodzone i nie ma szczytu z herbem. Niestety, budynek cechowy już nie istnieje. Autorzy artykułu dziękują za informacje i fotografię prezesowi Lwóweckiego Towarzystwa Regionalnego – panu Robertowi Zawadzkiemu.



Ryc. 1. Cmentarz Komunalny w Lwówku Śląskim. Herb cechu konwisarzy lwóweckich na epitafium J. G. Haselbacha (20.10.1765–25.3.1843) (fot. R. Zawadzki)

Fig. 1. The Municipal Cemetery in Lwówek Śląski. The coat of arms of the Lwówek tin and gunmetal founders on J. G. Haselbach's effigy (20.10.1765-25.3.1843) (photo by R. Zawadzki)

Według danych historycznych najstarsze dzwony w Wielkim Księstwie Litewskim datowane są na XIV wiek (Martinaitienė 2007, s. 1–15). W Kownie, w końcu XVI wieku, pracował mistrz ludwisarski Marcin Hofman. W jego lejni w 1583 roku odlano dzwon, który na pamiątkę swoich rodziców zamówił starosta Pałangi i Gargzdai, ciwun Užventis S. Voina (Brensztejn 1924, s. 41). Dzwon ten odwieziono do powiatu kobrzyńskiego i zawieszono w kaplicy we wsi Molodovo (obecnie Białoruś). Dzisiaj znajduje się on w Muzeum Dawnej Kultury Białorusi (*Belorusskaâ* 1981, s. 361). Drugi znany dzwon odlano w ludwisarni Marcina Hofmana w 1587 roku, miał on herby rodzin Szemiotów i Sapiechów i napis *civis caunensis*. Wisiał w kościele parafialnym w Šaukėnai na Żmudzi, ale w 1908 roku, na polecenie plebana, został przetopiony. W końcu XVI wieku Marcin Hofman przeprowadził się do Wilna, gdzie w 1597 roku odlał trzeci znany jego dzwon z napisem *civis vilmensis* (Brensztejn 1924, s. 41).

O odlewaniu dzwonów w Kownie w XVII–XVIII wieku nie mamy żadnych wiadomości. Można sądzić, że w tym czasie ich produkcja koncentrowała się w Wilnie, skąd znanych jest kilkunastu mistrzów. W Wilnie pracował też utalentowany mistrz francuskiego pochodzenia Jan Delamars, który odlał dwa dzwony dla kościoła Kamedułów w Pažaislis (Brensztejn 1924, s. 59, 72–88). Już w XVI wieku dzwony były spławiane na Litwę Niemnem z Królewca, Gdańska i Elbląga, w XVIII–XIX wieku konkurowały one skutecznie z wyrobami ludwisarzy



Ryc. 2. Ludwisarze – Kodeks Baltazara Bohema, 1505 rok (Biblioteka Jagiellońska, Codex Baltazara Bohema, Jagiellonian Digital Library, folium 281)

Fig. 2. Bell founders – Balhtasar Behem Codex, 1505 (Jagiellonian Library, Codex Baltazara Bohema, Jagiellonian Digital Library, folium 281)

wileńskich. Kilka odlanych w Królewcu egzemplarzy w XVIII wieku dotarło też do Kowna. W 1734 roku klasztor bernardyński zakupił dzwon odlany przez mistrza Andreasa Dörlinga, zaś w 1775 roku magistrat miasta dwa dzwony do zegara na wieży ratuszowej od Johanna Ch. Copinusa, dzwon w kościele parafialnym, odlany w 1791 roku, też pochodził z jego warsztatu. Mistrz Jan A. Bellman w 2. połowie XVIII w. odlał dzwony dla kowieńskiego kościoła Bernardynek, a w 1798 roku dla klasztoru Szarytek (Brenszejn 1924, s. 114–122). W XIX wieku wiele dzwonów przywieziono na Litwę z Polski i Rosji. Niemala ich część była przeznaczona dla cerkwi, w które zamieniono zamknięte kościoły katolickie. Dużą konkurencją, szczególnie dla warsztatów odlewniczych w Polsce, była Valdajska – odlewnia w guberni Nowogrodzkiej. Według przedstawiciela tej firmy w 1912 roku tylko w guberni Kowieńskiej w 33 kościołach znajdowały się odlane przez nich dzwony. Między nimi było 21 przywiezionych z Polski (Brenszejn 1924, s. 132–135). Popyt na dzwony dla kościołów zawsze był wielki, stare albo

uszkodzone przetapiano ponownie, a ich produkcja zajmowała poważne miejsce w życiu ekonomicznym Wielkiego Księstwa Litewskiego i Imperium Rosyjskiego.

Podczas badań archeologicznych na Placu Ratuszowym i na terenie byłego klasztoru Bernardynów w latach 1982 i 1997 odkryto dwa piece do topienia metali kolorowych (ryc. 3), datowane na koniec XVI–początek XVII wieku i na lata 20.–30. XVIII wieku (Navasaitis, Žalnierius 1994, s. 19–25; Žalnierius, Baliliūnaitė 1997; 1998, s. 436–439; Žalnierius 2004b, s. 229–246; Kiaupa 2010, s. 269). Odnaleziono w nich fragmenty wyrobów i ocieki metali kolorowych, zaś przy jednym pozostałości formy do odlania dzwonu. Znaleziska te wskazują, że w piecach topiono brąz².

Piec ludwisarski na Placu Ratuszowym

Najstarsze wiadomości o budynkach na Placu Ratuszowym 18–19, gdzie w 1982 roku odkryto piec, pochodzą z przełomu XVI i XVII wieku. W końcu XVI stulecia Kowno otrzymało prawo składu i wówczas na Rynku, na zapleczu Ratusza, wzniesiono dwa murowane spichlerze na zboże przeznaczone na eksport (ryc. 4). Podczas wojny z Moskwą w latach 1655–1661 oba częściowo uległy zniszczeniu. W 1667 roku wynajął je kowieński kupiec J. Kalav. Z późniejszych akt magistratu miasta wiadomo, że jeszcze w 1797 roku w budynkach tych znajdował się spichlerz miejski, w latach 1820–1826 dobudowano do niego stajnie, zmieniając przeznaczenie na stację poczty (Levandauskas, Levandauskienė, Simanavičius 1981, s. 99–104; Oksas 1982). Jak dotąd, nie natrafiono na żadne wiadomości o działalności rzemieślniczej w spichlerzach. Wiadomo tylko, że w pobliżu, w budynku na zachodnim krańcu Placu Ratuszowego, w latach 70. XVII wieku działała mennica Georga F. von Horna, w której wybijano słynące z niskiej wartości miedziane szelągi (Laucevičius 1961, s. 235–237).

Podczas badań archeologicznych we wschodnim narożniku podwórka posesji przy Placu Ratuszowym 18–19 odkryto pozostałości pieca do wytopu brązu – jego podziemną, wymurowaną z cegieł część (ryc. 5–7). Dobrze zachowała się okrągła, zwężająca się ku dołowi komora na popiół z otworami dla wentylacji i usuwania popiołu oraz komora przypieczowa ze schodami w zachodniej części, nie zachowała się natomiast komora paleniskowa i komora, w której topiono surowiec.

Podziemną część pieca wykonano w wykopie o głębokości 1,40–1,50 m. W pierwszym etapie wymurowano okrągły popielnik o zewnętrznej średnicy

² Brąz jest stopem miedzi i cyny, używanym do odlewania broni, ozdób, monet, posągów, luf armatnich i dzwonów. Od ilości cyny w stopie zależą możliwości użycia i przeznaczenie brązu, jako metalu. Im jest jej więcej, tym jest on twardszy, ale tym samym bardziej kruchy. W lufach udział cyny wynosi średnio 10–12%, a w dzwonach 18–22% masy stopu. Nie należy mylić brązu z mosiądzem, który jest stopem miedzi i cynku (informacja uzyskana od doc. Jonasa Navasaitis z Kowieńskiego Uniwersytetu Technologicznego).



Ryc. 3. Kowno. Miejsca znalezienia pozostałości pieców ludwisarskich: 1 – Plac Ratuszowy, 2 – podwórze klasztoru bernardyńskiego (wg bing.com/maps)

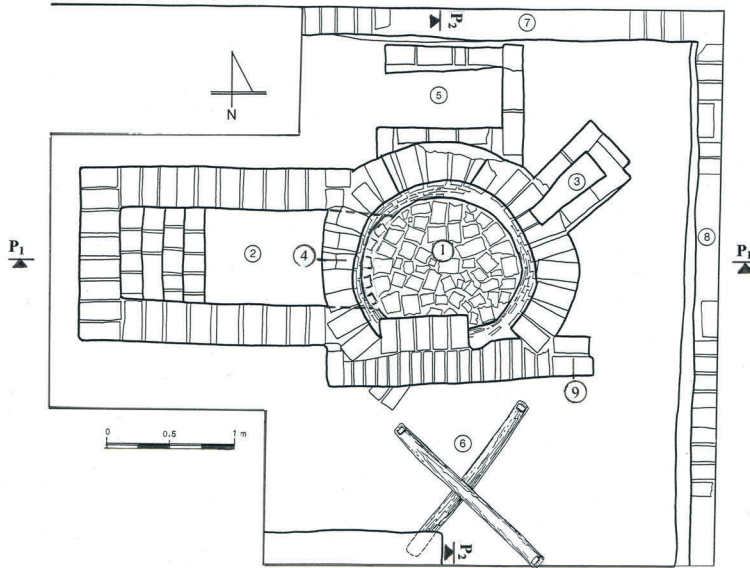
Fig. 3. Kaunas. Places of discoveries of the bellfounding kilns remains: 1 – Town Hall Square, 2 – Bernardine monastery yard (after bing.com/maps)

wynoszącej w górnej części 1,95–2,00 m, w zaś dolnej 1,65 m, wewnętrzna średnica miała odpowiednio 1,40 i 1,05 m (ryc. 5: 1). Głębokość popielnika (mierząc od góry zachowanej części) wynosiła 1,55 m, jego dno wyłożono cegłami lub ich połówkami, a ściany wygładzono zaprawą z gliny. W południowo-wschodniej części komory, 0,5 m powyżej podłogi, znajdował się kanał wentylacyjny (ryc. 5: 3), w zachodniej – otwór, przez który wygarniano popiół (ryc. 5: 4). Od zachodu do komory paleniskowej dostawiona była komora przypieczowa o długości 1,97 m, wysokości 1,32 m i szerokości około 0,7 m, z czterema stopniami do wyjścia na powierzchnię o wysokości 25–32 cm i szerokości 15–17,5 cm (ryc. 5: 2). Długość zachowanej części pieca na osi wschód–zachód wynosiła 3,8–3,9 m (ryc. 8, 9). Do północnej ściany pieca dobudowano łukowato sklepioną niszę, tzw. piecyk (ryc. 5: 5). Jej przeznaczenie jest niejasne, możliwe że suszono tu opał albo przygotowywano inne materiały używane w procesie odlewniczym (ryc. 10).

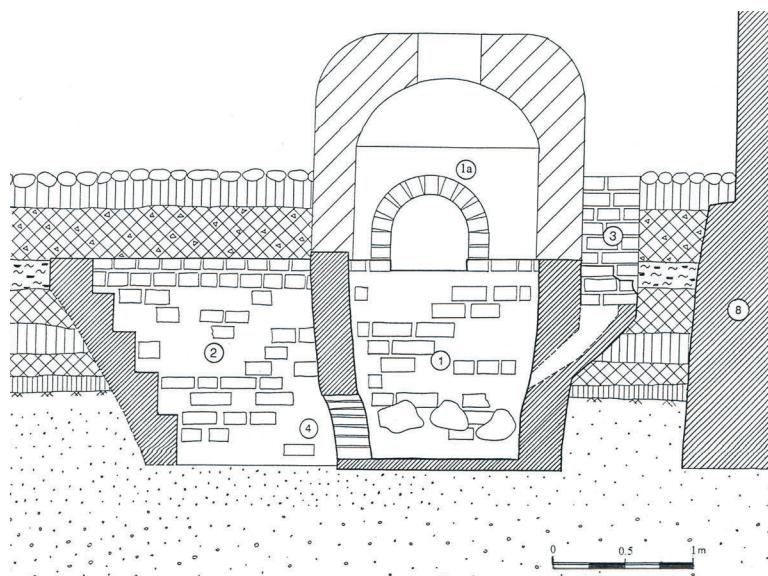
Na południe od pieca, w miejscu w którym stać musiała komora do topienia metalu, odsłonięto wkop o szerokości 1,6–1,7 m i głębokości 1,35 m, zasypany taką samą przemieszaną ziemią jak popielnik. Natrafiono w nim na ocieki brązu i inne znaleziska związane z funkcjonowaniem pieca. Na dnie wkopu zalegały dwie zbutwiałe, skrzyżowane belki o przekroju 0,12×0,12 m i długości 1,5–1,6 m (ryc. 5: 6, ryc. 11: 6). Na ich końcach znajdowały się otwory, w których zachowały się wbite żelazne pętle z klinami. Możliwe, że ta drewniana konstrukcja używana była do podnoszenia ciężkich przedmiotów; podobne urządzenia w XVI wieku stosowano jako podnośniki (*Hebevorrichtung*) przy odlewaniu dzwonów (ryc. 12).



Ryc. 4. Kowno. Byłe spichlerze miejskie (fot. D. Balčiūnas)
 Fig. 4. Kaunas. Former town granaries (photo by D. Balčiūnas)



Ryc. 5. Kowno, Plac Ratuszowy. Rzut pieca ludwisarskiego: 1 – popielnik, 2 – komora przypiecowa ze schodami, 3 – kanał wentylacyjny, 4 – otwór do czyszczenia popielnika, 5 – nisza, tzw. piecyk, 6 – podnośnik, 7 – fundament budynku Plac Ratuszowy 19, 8 – fundament płotu podwórza, 9 – ściana przeciwpożarowa, P1–P1, P2 – P2-przekroje pieca (oprac. A. Žalnierius)
 Fig. 5. Kaunas, Town Hall Square. Plan of bellfounding kiln: 1 – ash chamber, 2 – adjacent chamber with stairs, 3 – ventilation duct, 4 – opening for ash chamber cleaning, 5 – niche, so-called stove, 6 – lift, 7 – foundation of the building Town Hall Square 19, 8 – yard fence foundation, 9 – fire wall, P1–P1, P2–P2 – sections of the kiln (edited by A. Žalnierius)

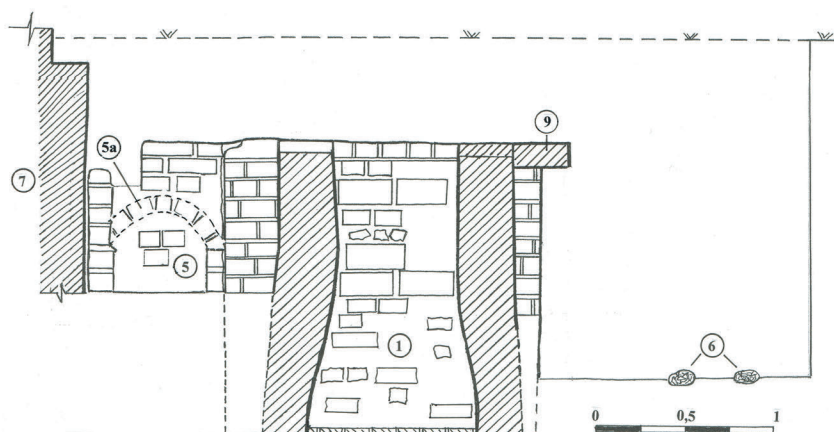


Ryc. 6. Kowno, Plac Ratuszowy. Przekrój pieca ludwisarskiego P1–P1: 1 – popielnik, 1a – zrekonstruowana komora ogniowa, 2 – schody, 3 – kanał wentylacyjny, 4 – otwór do czyszczenia popielnika, 8 – fundament płotu podwórza (oprac. A. Żalnierius)

Fig. 6. Kaunas, Town Hall Square. Section of bellfounding kiln P1–P1: 1 – ash chamber, 1a – reconstructed fire chamber, 2 – stairs, 3 – ventilation duct, 4 – opening for ash chamber cleaning, 8 – yard fence foundation (edited by A. Žalnierius)

Wspomniany wyżej wkop wykonano już po zakończeniu funkcjonowania pieca i rozebraniu komory do topienia. Nie znaleziono natomiast zagłębienia do przygotowywania form odlewniczych, które musiało znajdować się za komorą do topienia. W połowie XX wieku bowiem warstwy kulturowe w tym miejscu zostały zniszczone przez dół służący do magazynowania węgla.

Nad okrągłym popielnikiem wymurowano komorę paleniskową, przykrytą łukowatym sklepieniem (ryc. 6: 1a). Palono w niej drewnem wkładanym przez otwór w południowej ścianie, a popiół spadający do popielnika usuwany był przez łukowaty otwór i wnoszony schodami na górę (ryc. 6: 1, 4). Żar z paleniska przenikał do komory, w której topiono surowiec. Formę z gliny do odlania zamierzonego wyrobu umieszczano we wkopie, a roztopiony brąz ściekał do niej glinianym kanałem. Na podstawie pozostałości pieca i analogii historycznych wykonano rysunkową rekonstrukcję obiektu (ryc. 13). Piec zbudowano z cegieł wiązanych zaprawą glinianą. Do wymurowania komory i schodów użyto różnych cegieł o wymiarach: 270–300×125–140×70–90 mm, zaś do później przybudowanej niszy: 265×115–125×75–88 mm. Po śladach wapna na niektórych cegłach i różnych ich wymiarach można wnioskować, że pochodziły z rozbiórki



Ryc. 7. Kowno, Plac Ratuszowy. Przekrój pieca ludwisarskiego P2–P2: 1 – popielnik, 5 – nisza, tzw. piecyk, 5a – pozostałości sklepienia niszy, 6 – pozostałości podnośnika, 7 – fundamenty budynku Plac Ratuszowy 19, 9 – ściana przeciwpożarowa (oprac. A. Žalnierius)

Fig. 7. Kaunas, Town Hall Square. Section of bellfounding kiln P2–P2: 1 – ash chamber, 5 – niche, so-called stove, 5a – remains of niche vault, 6 – remains of lift, 7 – foundations of the building Town Hall Square 19, 9 – fire wall (edited by A. Žalnierius)

różnych budynków. Podczas budowania pieca konieczne było przystosowanie się do istniejącego już budynku spichlerza oraz postawionego przy nim ceglanego parkanu (Plac Ratuszowy 19).

Zapewne piec działał bardzo krótko. We wnętrzu komory cegły były opalone, żółtawego koloru, gliniany tynk miejscami odpadł, ale żadnych śladów jego naprawy nie odkryto. Z nieznanymi powodami popielnik i schody zasypano ziemią, a powierzchnię popielnika wyłożono połówkami cegieł (ryc. 11, 14). Przy jego południowej ścianie zachował się fundament przybudowanej ściany przeciwpożarowej (ryc. 14: 9). Być może pozostałości pieca przystosowano później do warzenia piwa. W czasie funkcjonowania pieca dookoła powstała warstwa szarej ziemi, grubości 15 cm, w której znaleziono fragment niewielkiego dzwonu, ocieki roztopionego brązu, kawałki żużla i liczne ułamki naczyń szklanych, niektóre stopione były z żużlem. Znaleziono także fragmenty polewanych naczyń ceramicznych i kafel z początku XVII wieku.

Bardzo interesujące są rezultaty badań chemicznych i mikrostrukturalnych znalezisk metalowych, które prowadzono pod kierownictwem doc. J. Navasaitis w Kowieńskim Uniwersytecie Technologicznym (Navasaitis, Žalnierius 1994, s. 18–25). Do tego celu przeznaczono pięć kawałków odlewów stopu brązu i ułamek dzwonu. W ich składzie chemicznym określono procentową zawartość miedzi, cyny, ołowiu, żelaza i niklu, stwierdzono też śladowe ilości aluminium, fosforu



Ryc. 8. Kowno, Plac Ratuszowy. Piec ludwisarski: widok od północy na niszę, popielnik pieca i komorę przypieczową ze schodami (fot. Š. Liaugaudas)

Fig. 8. Kaunas, Town Hall Square. Bellfounding kiln: view from the north to the niche, ash chamber and adjacent chamber with stairs (photo by Š. Liaugaudas)



Ryc. 9. Kowno, Plac Ratuszowy. Piec ludwisarski – widok od zachodu na komorę przypieczową ze schodami i popielnik (fot. Š. Liaugaudas)

Fig. 9. Kaunas, Town Hall Square. Bellfounding kiln – view from the west to the adjacent chamber with stairs and ash chamber (photo by Š. Liaugaudas)



Ryc. 10. Kowno, Plac Ratuszowy. Piec ludwisarski – widok od zachodu na niszę, tzw. piecyk (fot. Š. Liaugaudas)

Fig. 10. Kaunas, Town Hall Square. Bellfounding kiln – view from the west to the niche, so-called stove (photo by Š. Liaugaudas)

i krzemu (Navasaitis, Žalnierius 1994, s. 23, tabl. 1). Skład chemiczny dwóch prób (L4 i L5) wskazuje, że był to stop odpowiadający wszystkim wymogom dobrej jakości brązu używanego do produkcji luf armatnich. Optymalna zawartość ołowiu wynosi w nim około 10% masy stopu (Knabbe 1901, s. 214). Musi on być wystarczająco mocny, ale też sprężysty, żeby wytrzymał duże obciążenia powstające w momencie oddania strzału. Twardość badanych prób (HB=99–109) potwierdza, że wyroby były odlane właśnie z surowca o takiej jakości. Potwierdzają to też badania mikrostrukturalne odlewów. Zawartość cyny w próbach wynosiła 10,90% i 10,87%, a ołowiu 2,7% (Navasaitis, Žalnierius 1994, s. 23). Dodawanie ołowiu do brązu przeznaczonego na armaty zwiększała jego odporność do zacierania się, zmniejszała tarcie między lufą a pociskiem, zwiększała przepuszczalność ciepła oraz ułatwiała obróbkę stopu.

Zawartość cyny w brązie dzwonów sięgającą powyżej 18% stwierdzono w dwóch badanych próbach (L3S i L2). Stop taki charakteryzował się dużą



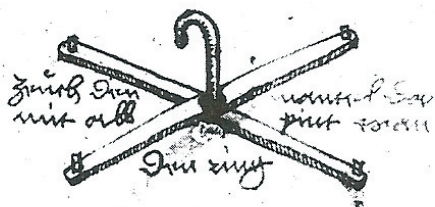
Ryc. 11. Kowno, Plac Ratuszowy. Piec ludwisarski – zasypany popielnik z wtórną ceglana podłoga; 6 – pozostałości podnośnika (fot. Š. Liaugaudas)

Fig. 11. Kaunas, Town Hall Square. Bellfounding kiln – backfilled ash chamber with secondary brick floor; 6 – remains of lift (photo by Š. Liaugaudas)

twierdzą i dobrym dźwiękiem. Zadziwiająca jest bardzo duża domieszka ołowiu (do 10,9%), gdyż w brązie używanym do wyrobu dzwonów przeważnie sięga ona jedynie 1–3% (Navasaitis, Žalnierius 1994, s. 24). Według niektórych danych domieszka większa niż 3% zmniejszała twardość dzwonu i przytłumiała jego dźwięk (Šaškina 1985, s. 247).

Dawniej mniemano, że dodatek srebra i złota do stopu brązu polepsza dźwięk dzwonu, dlatego też ich śladów szukano w znalezionych fragmentach dzwonów. Złota nie zidentyfikowano w ogóle, a ilość srebra wynosiła około 0,14%. Zdaniem specjalistów domieszki złota i srebra nie tylko nie polepszały dźwięku, ale były niepożądane. Zwiększając ich udział do 5% nieco podwyższano twardość stopu, ale zmniejszała się wówczas prędkość dźwięku (Šaškina 1983, s. 69–73; 1985, s. 246). Badając udział srebra w dzwonach ustalono, że jego domieszka najczęściej sięgała 0,03–0,16% (Potohin 1985, s. 214–215). Zatem przypuszczenia o wpływie drogich metali na jakość dźwięku nie znajdują potwierdzenia w wynikach badań

Das stehet in dem 8ten Buch. unternell nach
Das buch. hat zu dem 8ten Buch. so ist
in dem 8ten Buch. hat zu dem 8ten Buch.



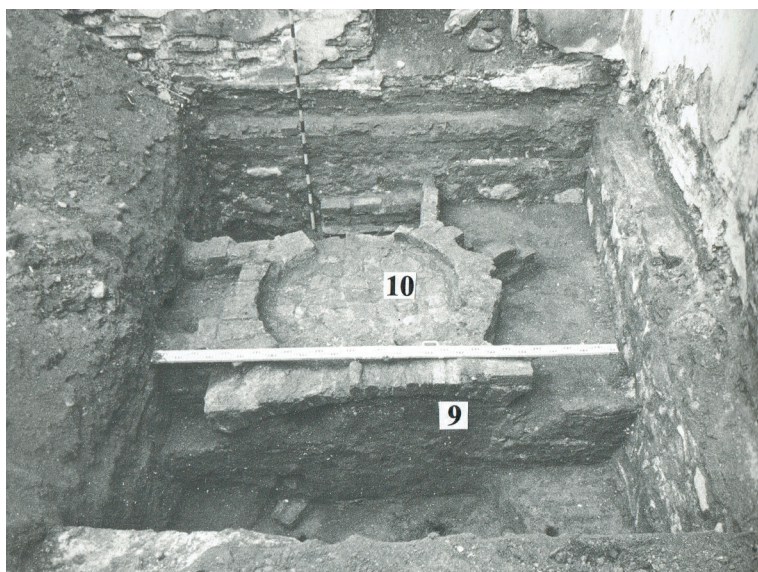
Ryc. 12. Podnošnik – Hebevorrchtung, XVI wiek (wg Schilling 1988)

Fig. 12. Lift – Hebevorrchtung, 16th century (after Schilling 1988)



Ryc. 13. Rekonstrukcja ludwisarni (oprac. J. Navasaitis, A. Žalnierius, rys. V. Tečiokienė)

Fig. 13. Reconstruction of the bellfounding workshop (edited by J. Navasaitis and A. Žalnierius, drawing by V. Tečiokienė)



Ryc. 14. Kowno, Plac Ratuszowy. Piec ludwisarski – widok od północy na zasypany popielnik, kanał wentylacyjny i niszę; 9 – pozostałości ściany przeciwpożarowej (fot. Š. Liaugaudas)

Fig. 14. Kaunas, Town Hall Square. Bellfounding kiln – view from the north to the backfilled ash chamber, ventilation duct and niche; 9 – fire wall remains (photo by Š. Liaugaudas)

specjalistycznych. Wszystkie inne domieszki metali i związków chemicznych w badanych próbach są niewielkie, sięgające około 1%. Pogarszają one brzmienie dzwonów, a zawartość aluminium nawet w setnych procenta jest szkodliwa (Šaškina 1985, s. 247). Bardzo dziwny jest skład ułamka małego dzwonka (V1), w którym stwierdzono tylko 6,3% cyny, co wskazuje, że nie był to brąz pożądaný do wyrobu dzwonów. W jego mikrostrukturze odnotowano dużo szlaku i pęcherzy gazów, potwierdzających złą jakość stopu i bardzo niską jego twardość (Navasaitis, Žalnierius 1994, s. 24–25). Możliwe, że był to fragment nieudanego dzwonu lub część do niego podobnego naczynia.

Na podstawie analizy składu chemicznego prób, można przypuszczać, że przy Placu Ratuszowym w Kownie natrafiono na pozostałości pieca przeznaczonego do odlewania dział oraz dzwonów albo próby ich produkcji. Można datować je na przełom XVI i XVII wieku. Być może budowa pieca wiązała się z ustawą sejmową z roku 1613 o założeniu w Kownie wytwórni broni. Co więcej, wzniesiono go przy budynkach publicznych, na gruncie miejskim. Wątpliwe jest natomiast wiązanie tego urządzenia z działalnością mistrza Marcina Hofmana w czasie jego pobytu w Kownie.



Ryc. 15. Kowno, Plac Ratuszowy. Ekspozycja pozostałości pieca ludwisarskiego (fot. A. Žalnierius)

Fig. 15. Kaunas, Town Hall Square. Exposition of the bellfounding kiln remains (photo by A. Žalnierius)

Odkryty piec po badaniach został zakonserwowany i wyeksponowany w 2001 roku na terenie Muzeum Łączności w specjalnie wybudowanym pawilonie zaprojektowanym w Kowieńskim Instytucie Konserwacji Zabytków (ryc. 15).

Warsztat ludwisarski na dziedzińcu gospodarczym klasztoru bernardyńskiego

Drugi piec do topienia brązu odkryto w 1997 roku w czasie badań podwórza gospodarczego byłego klasztoru Bernardynów, fundowanego w Kownie w 1468 roku przez S. Sūdvejaitisa (S. Sędziwojewskiego) – marszałka kowieńskiego i kasztelana grodzieńskiego (Žalnierius 1998; Žalnierius Baliliūnaitė 1998, s. 436–439). Klasztor znajdował się obok zamku, zajmował wielki obszar u zbiegu Niemna i Wilii (ryc. 3). Do początku XVI wieku wzniesiono budynek klasztorny i kościół pw. św. Jerzego. Oba w okresie od XVI do XIX wieku były wielokrotnie niszczone przez pożary i wojny, ale stale odbudowywane, aż do kasacji klasztoru w 1850 roku (Grinevičiūtė-Jankevičienė 1960, s. 216–217). Na podstawie planu klasztoru z 1776 roku wiadomo, że na podwórzu gospodarczym znajdowały się budynki spichlerza i browaru, a prawdopodobnie na miejscu odkrytego pieca ludwisarskiego stała drewniana stajnia.

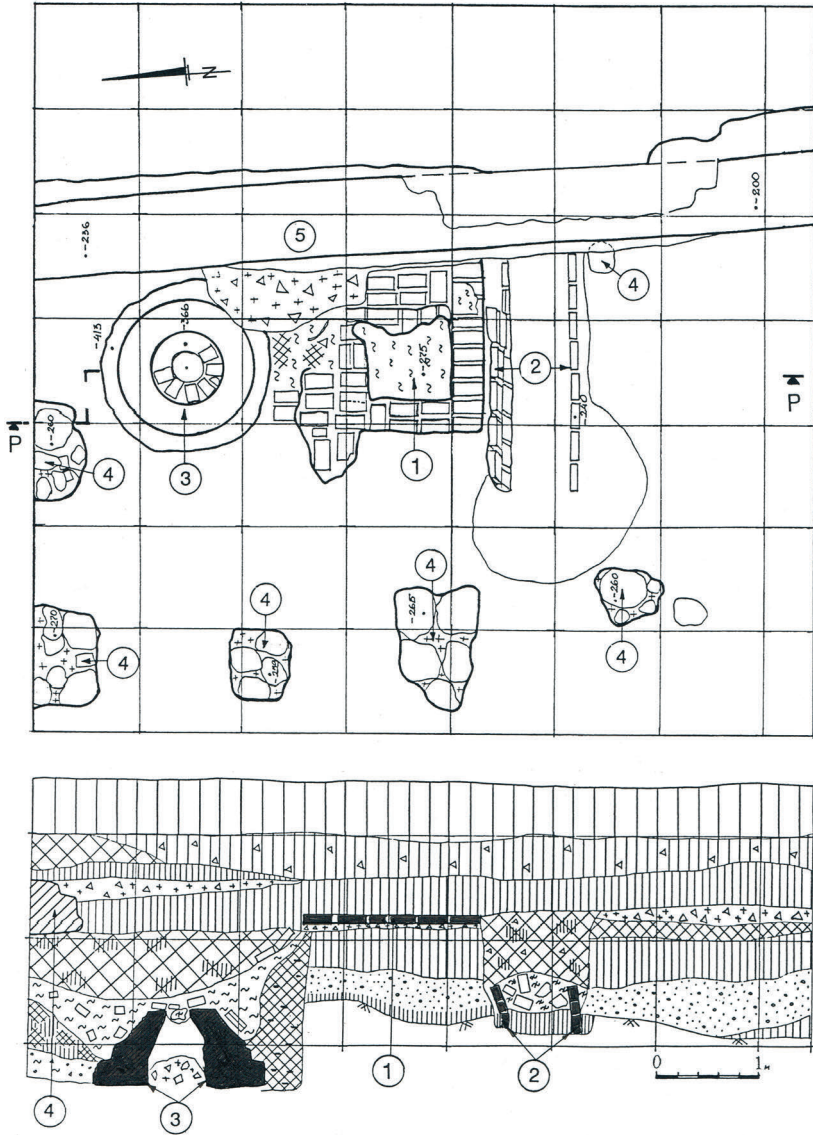


Ryc. 16. Kowno. Pozostałości warsztatu ludwisarskiego na dziedzińcu gospodarczym klasztoru bernardyńskiego (fot. A. Žalnierius)

Fig. 16. Kaunas. Remains of the bellfounding workshop in the economic yard of the Bernardine monastery (photo by A. Žalnierius)

Podobnie jak na Placu Ratuszowym odkryto tylko część pieca – całą jego zagłębioną w ziemi dolną część. Odkopano komorę do topienia brązu, popielnik i dół odlewniczy z formą do odlewania dzwonu (ryc. 16). Z komory do topienia zachowała się tylko podłoga ułożona z przypadkowo dobranych, różnych wymiarów cegieł i ich połówek, wiązanych glinianą zaprawą; jej powierzchnia została wyrównana warstwą gliny (ryc. 17). O tym, że w piecu topiono brąz, świadczy wypalenie gliny na podłodze, na której znaleziono też kawałki ocieków stopu brązu, a także warstwa spalenizny na dnie popielnika. Długość podłogi (2 m), wskazuje, że takiej samej wielkości musiała być znajdująca się powyżej, już nad powierzchnią ziemi, komora do topienia metalu. W XVIII–XIX wieku, podczas budowania ceglanego ogrodzenia klasztornego, zrujnowano wschodnią część podłogi, zatem jej szerokość jest niepewna, sądząc po zachowanych śladach wynosiła około 1,5 m. Po południowej stronie pieca, w prostokątnym wkopie o szerokości 1 m i głębokości 1,1 m, znajdował się popielnik. Zachowały się z niego ścianki przy południowej i północnej ścianie wkopu, wymurowane z cegieł, stawianych na węższym boku, wiązanych zaprawą z gliny (ryc. 17: 2). Szerokość wnętrza popielnika wynosiła 0,6 m, zachowana długość 2,3 m. Jego wschodnia część została zniszczona podczas budowy fundamentów ogrodzenia klasztoru. Po zachodniej stronie popielnika znajdowało się zagłębienie o skośnych ścianach, szerokości 1,2 m i głębokości 0,8 m, do którego wysypano popiół.

Przy północnej ścianie komory do topienia odsłonięto wkop o szerokości 3 m i głębokości 1,7 m, w którym odsłonięto formę do odlania dzwonu.



Ryc. 17. Kowno, dziedziniec gospodarczy byłego klasztoru bernardyńskiego. Rzut i przekrój pieca: 1 – komora topienia, 2 – popielnik, 3 – forma do odlania dzwonu, 4 – murowane pozostałości słupów, 5 – fundament ogrodzenia klasztornego z XIX wieku (oprac. A. Żalnierius)

Fig. 17. Kaunas, the economic yard of the former Bernardine monastery. Plan and section of the kiln: 1 – melting chamber, 2 – ash chamber, 3 – mould for bell casting, 4 – mortared remains of pillars, 5 – foundation of the monastery fence from the 19th century (edited by A. Żalnierius)



Ryc. 18. Kowno, dziedziniec gospodarczy byłego klasztoru bernardyńskiego. Forma odlewnicza dzwonu (fot. A. Żalnierius)

Fig. 18. Kaunas, the economic yard of the former Bernardine monastery. Mould for bell casting (photo by A. Žalnierius)

Na wyrównanym dnie dołu wymurowano z cegieł i gliny podstawę o grubości 0,20–0,25 m, na której wykonano ceglany rdzeń formy odlewniczej (ryc. 17: 3). Miała on kształt ściętego, pustego w środku stożka z otworem o średnicy 0,28 m u góry. Całość oblepiono warstwą gliny, powierzchnię wygładzono specjalnie przygotowaną chudą mieszanką gliny i drobnego piasku, formując w ten sposób tzw. rdzeń wewnętrzny i nadając formie zamierzony wygląd (ryc. 18). Pracy tej nie ukończono, brakuje bowiem jej górnej części, ponadto dokładnie wykończono ją tylko z jednej strony. Średnica formy wynosiła 13,2–13,4 m, a zachowana wysokość 0,47 m. Wagę odlanego w niej dzwonu można oszacować na około 800 kg.

Ostateczne wykończenie polegało na pokryciu wewnętrznego rdzenia mieszaniną gliny z węglem drzewnym, a być może i z woskiem, co tworzyło tzw. fałszywy model, najczęściej zdobiony inskrypcjami, ornamentem, herbami fundatorów itp. Następnie powierzchnię oblepiano warstwą specjalnie przygotowanej gliny, formując tzw. zewnętrzną płaszcz. Po usunięciu fałszywego modelu pustą przestrzeń wypełniano roztopionym brązem (Petričenko 1972, s. 50–53; *Teofil Prezbitier* 1998, s. 145–154). Były to czynności bardzo skomplikowane,



Ryc. 19. Transportowanie dzwonu dla karylionu w kościele pw. św. Jakuba w Wilnie (wg <http://diena.lt/naujienos/vilnius/menas-ir-pramogos/nauja-vilniaus-garsenybe>)

Fig. 19. Transport of a bell for the carillon in the church of St James in Vilnius (after <http://diena.lt/naujienos/vilnius/menas-ir-pramogos/nauja-vilniaus-garsenybe>)

wymagające wysokich umiejętności zawodowych, pełne ryzyka i niemałych nakładów finansowych.

Badania składu chemicznego znalezionych kawałków ocieków odlewniczych wykazały, że stop zawierał 69,8% miedzi, 20,97% cyny, 6,57% ołowiu, inne metale, jak nikiel, srebro, żelazo, cynk, stanowiły tylko dziesiąte i setne części procentów; nie znaleziono też złota³. Wyniki te wskazują, że brąz był wysokiej jakości, nadający się do odlewania dzwonów. Niektórzy badacze są zdania, że dodatek ołowiu wyższy niż 3% pogarszał jakość stopu używanego do tego celu (Šaškina 1985, s. 246). Zdaniem J. Navasaitis większa zawartość ołowiu polepsza jednak jego płynność, co było bardzo ważne w procesie napełnia formy ciekłą masą.

Palenisko i komora do topienia brązu znajdowały się nad powierzchnią gruntu, a popielnik i forma odlewnicza dzwonu w przygotowanych do tego celu dołach. Najprawdopodobniej nad piecem ludwisarskim znajdowało się jakieś nietrwale zabudowanie, gdyż obok odsłonięto murowane podstawy słupów (ryc. 16, ryc. 17: 4).

Porównując znalezione pozostałości pieców ludwisarskich w klasztorze i na Placu Ratuszowym, można przyjąć, że działały one na jednakowych zasadach, ale różniły się konstrukcją i budową poszczególnych części. Popielnik pieca na Placu Ratuszowym miał okrągły kształt, a z wymurowania schodów można wnioskować,

³ Badania przeprowadzono w Kowieńskim Uniwersytecie Technologicznym w 2001 roku. Autorzy serdecznie dziękują doc. J. Navasaitis za udostępnienie niepublikowanych wyników badań stopów oraz wyczerpujące konsultacje.

że zamierzano używać go przez dłuższy czas. Natomiast popielnik pieca na klasztorным podwórzu miał kształt prostokąta i ściany grubości jednej cegły, brakowało schodów, zaś ogólnie niestaranne wykonanie nasuwa przypuszczenie o czasowości całego przedsięwzięcia. Być może piec ten postawiono do odlania tylko jednego dzwonu, oszczędzono zatem na robociźnie i materiałach. Z nieznaných powodów prace te zostały przerwane, ale samą formę próbowano ochronić, zasypując ją warstwami gliny i czystego żwiru. W tym samym czasie rozebrano komorę do topienia brązu i częściowo zrujnowany popielnik. W jego zasypisku znaleziono fragmenty naczyń ceramicznych, charakterystycznych dla końca XVII i XVIII wieku oraz rosyjską miedzianą monetę „połówkę”, wybitą w latach 1718–1722. Na podstawie tych znalezisk zniszczenie pieca można datować na lata 20.–30. XVIII stulecia. Nie ma bezpośrednich informacji w źródłach historycznych o działalności gospodarczej w klasztorze Bernardynów, ani też o wydarzeniach, z którymi można by wiązać potrzebę odlania nowego dzwonu. Wiadomo natomiast, że 20 kwietnia 1732 roku w Kownie szalał wielki pożar, podczas którego spłonął ratusz, wiele kościołów i klasztorów (Oksas 1972). Nie wiadomo również, czy pożar ten uszkodził klasztor, ale w 1734 roku dla klasztornego kościoła pw. św. Jerzego mnisi kupili dzwon odlany w Królewcu przez mistrza A. Dörlinga (Brensztejn 1924, s. 117–119). Warto zwrócić uwagę, że dwa pokolenia Dörlingów w 1. połowie XVIII wieku dostarczyły na Litwę bardzo wiele dzwonów, natomiast w graniczących z nią Prusach nie jest znany ani jeden odlany w ich warsztatach (Brensztejn 1924, s. 118–119). Niewykluczone zatem, że ci królewieccy mistrzowie wykonywali dzwony w miejscu zamówienia. Opisana wyżej formy odlewnicza raczej nie może być wiązana z osobą A. Dörlinga, bowiem nie była ukończona, zaś dzwon nie został odlany.

*

Odkryte w Kownie ludwisarskie piece do topienia brązu i forma odlewnicza, datowane na XVII–XVIII wieku są jedynymi znalezionymi na Litwie, zaś w Europie Zachodniej znaleziska takie należą do rzadkości (König 2002, s. 143–163; Lammers 2002, s. 185–189; Pawlak, Krzepakowski 2003, s. 153–172). Trudno jest też jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, czy dzwony odlewano tam gdzie mieszkali mistrzowie i były ulokowane ich stałe warsztaty, a następnie transportowano do miejsca przeznaczenia, czy były one wykonywane w miejscu ich zamówienia.

Należy przypuszczać, że dzwony odlewano w stałych warsztatach, tam, gdzie mieszkali mistrzowie-ludwisarze, nie można jednak wykluczyć, że również w miejscu ich zamówienia. Sądząc, bowiem po odnalezionych w Kownie piecach, ich budowa nie była zbyt skomplikowana i wymagająca dużych nakładów finansowych i materiałowych. Opał też nie był żadnym problemem, bo od czasów

najdawniejszych do XIX wieku służyło do tego drewno. Wydatki na transport polegały tylko na dostarczeniu do warsztatu surowca potrzebnego do topienia brązu i innych potrzebnych materiałów. Warto zwrócić uwagę, że brąz przeznaczony do produkcji dzwonów charakteryzował się znaczną kruchością, co w powiązaniu ze stanem dróg w średniowieczu i w czasach nowożytnych powodowało, że transportowanie tych wyrobów musiało być zajęciem trudnym i ryzykownym. Ze źródeł historycznych wiadomo, że dzwon o wadze około 30 kamieni (około 0,5 tony), odlany w 1620 roku w Wilnie dla oddalonego o przeszło 200 km klasztoru Bernardynów w Tytuvėnai, pod nadzorem mnichów, dotarł przez Kowno z wielkimi trudnościami do miejsca przeznaczenia na saniach zaprzęgniętych w kilka koni (Brensztejn 1924, s. 43). Z kolei wykonane w 1725 roku w Królewcu dzwony dla nowego zegara na ratuszu w Wilnie były spławione statkiem Niemnem i Wilią (Brensztejn 1924, s. 80). Dzisiaj jest to łatwiejsze przedsięwzięcie, jednak nadal wymaga ono dużego wysiłku (ryc. 19).

Używanie pieców w miastach było związane z ryzykiem powstawania pożarów, zatem należałoby ich szukać w miejscach oddalonych od zabudowy. Nie bez powodów piece garncarskie w Kownie już w XVI–XVII wieku sytuowano na obrzeżach miasta (Balčiūnas 1999, s. 205–220). Chociaż jedna z opisywanych ludwisarni stała w centrum miasta, to jednak na podwórzu otoczonym murowanym ogrodzeniem. Druga zaś znajdowała się w ustronnym miejscu, na gospodarczym podwórzu klasztornym i była oddalona od stojących tam budynków. Niemniej miejsca produkcji związane ze stale palonym ogniem, zatrutowaniem powietrza i groźbą pożarów lokowane w centrum miasta nie były rzadkością. W Kownie w 1. połowie XVI wieku działał w tym miejscu zespół woskobojni (Žalnierius 2009, s. 169–183), w XIV wieku w krakowskiej Wielkiej Wadze mieściła się topnia ołowiu i miedzi (Buško, Dereń, Garbacz-Klempka 2009, s. 7–20).

Odkryte w Kownie piece do topienia brązu nie tylko informują o różnorodnej działalności pracujących w mieście rzemieślników, ale powinny również zachęcić historyków, historyków sztuki i interesujących się historią obróbki metali do rozpoczęcia studiów nad ludwisarstwem, mało znanym litewskim dziedzictwem kulturowym.

Literatura

Wykaz skrótów

- Kau.ist. – Kauno istorijos metraštis, Kauno
- Antropikaitė D.
2016 *Didžioji 32*, [w:] *Archeologiniai tyrinėjimai Lietuvoje 2015 metais*, red. G. Zabiela i in., Vilnius, s. 303–311.
- Balčiūnas D.
1999 *Keramikos degimo krosnys Kaune XV–XVI a.*, Lietuvos archeologija, t. 18, s. 205–220.
- Belorusskaâ SSSR*
1981 *Belorusskaâ SSSR. Kratkaâ ènciklopediâ*, t. 4, red. I. P. Šemâkin i in., Minsk.
- Brensztejn M.
1924 *Zarys dziejów ludwisarstwa na ziemiach b. Wielkiego Księstwa Litewskiego*, Wilno.
- Buško C., Dereń M., Garbacz-Klempka A.
2009 *Konfekcjonowanie ołowiu i miedzi w krakowskiej Wielkiej Wadze*, *Archaeologia Historica Polona*, t. 18, s. 7–20.
- Daminaitis V.
2000 *Archeologiniai tyrimai Vilniaus Šv. Kotrynos bažnyčioje*, Kultūros paminklai, t. 7, s. 53–56.
- Das Grosse Ämterbuch*
1921 *Das Grosse Ämterbuch des Deutschen Ordens*, oprac. V. von Ziesemer, Danzig.
- Dąbrowska M.
2009 *Proces odlewania dział w lejni malborskiej w XV wieku*, *Archaeologia Historica Polona*, t. 18, s. 21–44.
- Grinevičiūtė-Jankevičienė A.
1960 *Trys halinės bažnyčios Lietuvoje*, Lietuvos TSR architektūros klausimai, t. 1, s. 204–235.
- Kiaupa Z.
2010 *Kauno istorija*, t. 1, Vilnius.
- Knabbe. V. S.
1901 *Liteinoe delo*, t. 6, Sankt-Peterburg.
- König S.
2002 *Untersuchungen zur Gusstechnik mittelalterlicher und neuzeitlicher Glocken aufgrund archäologischer Befunde in Europa*, [w:] *Mittelalterliche Öfen und Feuerungsanlagen. Beiträge des 3. Kolloquiums des Arbeitskreises zur archäologischen Erforschung des mittelalterlichen Handwerks*, red. R. Röber, Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 62, Stuttgart, s. 143–163.

- Lammers D.
 2002 *Eine Glockengussgrube aus Soest*, [w:] *Mittelalterliche Öfen und Feuerungsanlagen. Beiträge des 3. Kolloquiums des Arbeitskreises zur archäologischen Erforschung des mittelalterlichen Handwerks*, red. R. Röber, Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 62, Stuttgart, s. 185–189.
- Laucevičius E.
 1961 *Kauno pinigų kalykla*, Iš lietuvių kultūros istorijos, t. 3, s. 234–243.
- Levandauskas V., Levandauskienė R., Simanavičius Ž.
 1981 *Kauno Rotušės aikštė*, Vilnius.
- Martinaitienė G. M.
 2007 *XIV–XV a. LDK varpai*, Menotyra, t. 14, nr 3, s. 1–15.
- Mekas K.
 1993 *Kauno pilies archeologiniai tyrinėjimai jos architektūros raidai nušviesti*, Architektūros paminklai, t. 13, s. 3–13.
- Navasaitis J., Žalnierius A.
 1994 *Artillerijos pabūklų liejimas Kaune*, [w:] *Lietuvos karybos istorijos klausimai (tezės ir pranešimai)*, red. J. Jurevičius, Kaunas, s. 18–25.
- Nowak T.
 1970 *Polska technika wojenna XVI–XVIII w.*, Warszawa.
- Oksas J.
 1972 Kauno miesto istorijos bruožai, Paminklų restauravimo ir projektavimo instituto archyvas, Kaunas, F. 5S. b.S-684 (maszynopis).
 1982 Pastatai Kaune, Rotušės a. Nr 18–19, Istoriniai tyrimai, Paminklų restauravimo ir projektavimo archyvas, Vilnius–Kaunas, F.5. b.25 (maszynopis).
- Pawlak E., Krzepakowski M.
 2003 *Pracownia ludwisarska z XIII w. z Poznania-Śródki*, Wielkopolskie Sprawozdania Archeologiczne, t. 6, s. 153–172.
- Petričenko A. M.
 1972 *Kniga o lit'e*, Kiev.
- Potehin V. F.
 1985 *O soderžanii serebra v podužhyh kolokol'čukah*, [w:] *Kolokola. Istorîâ i sovremennost'*, red. B. V. Raušenbah i in., Moskva, s. 214–215.
- Schilling M.
 1988 *Glocken. Gesalt Klang und Zier*, Dresden.
- Šaškina T. B.
 1983 *Serebrânye kolokola*, Pripoda, nr 6, s. 69–73.
 1985 *Kolokol'naâ bronza*, [w:] *Kolokola. Istorîâ i sovremennost'*, red. B. V. Raušenbah i in., Moskva, s. 228–258.
- Teofil Prezbiter
 1998 *Diversarium Artium Schedula. Średniowieczny zbiór przepisów o sztukach rozmaitych*, tłum. S. Kobielus, Kraków.
- Tyla A.
 1997 *Kauno strateginė reikšmė ir išvadavimas XVIIa. vidurio karų metu*, Lietuvos istorijos metraštis. 1996 metai, s. 43–53.

Urbaitytė R.

2002 *Kauno amatininkų cechų susikūrimas XVI–XVIII a.*, Kau.ist., t. 3, s. 263–273.

Vilniaus miestas

1968 *Vilniaus miesto istorija*, red. J. Jurginis i in., Vilnius.

Vilniaus žemutinė

2006 *Vilniaus žemutinė pilis XIV a.–XIX a. pradžioje. 2002–2004 m. istorinių šaltinių paieškos*, red. R. Ragauskienė i in., Vilnius.

Žalnierius A.

2002 *Pirmoji Kauno pilis*, Kau.ist., t. 3, s. 7–36.

2004a *Kauno piliavietė*, Kau.ist., t. 5, s. 205–227.

2004b *Bronzos liejyklos Kaune XVII–XVIII a.*, Kau.ist., t. 5, s. 229–246.

2009 *Zespół woskobojni z Kowna z 1. połowy XVI wieku*, *Archaeologia Historica* Polona, t. 18, s. 7–20.

Žalnierius A., Balčiūnas D., Vaškelis A.

1983 XIV–XIX a. arch. pam. Kauno sen. 3 kv.pastatų Rotušės a. Nr.18–19 archeologinių tyrimų ataskaita, Paminklų restauravimo ir projektavimo instituto archyvas, Kaunas, F.5. b.145 (maszynopis).

Žalnierius A., Baliliūnaitė D.

1997 Kauno senamiestis. 3 kvartalas. Sklypas Muziejaus g-vė Nr. 11A. 1997 m. archeologinių tyrimų ataskaita, Lietuvos istorijos instituto rankraštynas, Kaunas, t. 1, F.1.b. 2990 (maszynopis).

1998 *1997 metų tyrinėjimai Kaune, Muziejaus gatvėje Nr. 11^a*, [w:] *Archeologiniai tyrinėjimai Lietuvoje 1996 ir 1997 metais*, red. R. Rimantienė, V. Vaitkevičius, G. Zabiela, Vilnius, s. 436–439.

REMAINS OF THE 17TH–18TH CENTURY BELLFOUNDING KILNS FROM KAUNAS

Summary

Based on archaeological and historical sources it is known that in the 15th century in Kaunas worked goldsmiths, and in the second half of the 16th century bells were cast by bell founders, and at the beginning of the 17th century probably also artillery guns. At the end of the 16th century, a bell founder Martin Hofman cast two church bells. During archaeological excavations on Town Hall Square and in the economic yard of the former Bernardine monastery, two kilns for non-ferrous metals melting were found. Pieces of these metals alloys, products fragments and a bell casting mould were found.

The bellfounding workshop unearthed on Town Hall Square stood in the yard of town granaries built at the end of the 16th or early 17th century. Only the underground part of the kiln was preserved – a circular made of bricks, narrowing downwards ash chamber with openings for ventilation and ash removal, as well as an adjacent chamber with stairs in the western part (figs. 5–7). The fire chamber and the chamber in which the raw material was melted did not survive. The outer diameter of the ash chamber was 1.95–2.00 m in the upper part, 1.65 m in the lower part, 1.40 and 1.05 m in the inner part respectively,

while the depth (measured from the top of the preserved part) was 1.55 m. The adjacent chamber measured 1.97×1.32×about 0.70 m, with four steps of height 0.25–0.32 m and width of 0.15–0.18 m to the exit to the surface. The length of the preserved part of the kiln along the east-west axis was 3.80–3.90 m (figs. 8, 9). The mould for casting the planned product was placed in a pit next to the melting chamber.

The remains of the bellfounding workshop, based on the the cultural layers stratification and the finds context can be dated to the turn of the 16th and 17th centuries. The results of the chemical composition and microstructure analysis of copper alloy fragments show that in the kiln a good quality bronze was melted, suitable for guns and bells production.

Remains of the second bellfounding workshop were discovered during archaeological excavations in the economic yard of the Bernardine monastery. As in the case of the first kiln, only its lower part was unearthed, but in this case, the floor of the melting chamber, the ash chamber and the pit with of the bell casting mould were found. On the levelled pit's bottom, a foundation made of bricks and clay with a thickness of 20–25 cm was reected, on which a brick core of the casting mould was made. It had the shape of a truncated, hollow cone with a hole with a diameter of 28 cm at the top. This mould was not completed, because it lacked the upper part, and only one side was carefully finished. The diameter of the mould was 132–134 cm and the preserved height was 47 cm. The weight of the bell cast in it can be estimated at about 800 kg.

The analysis of the chemical composition of the alloy fragments showed that in the kiln a good quality bronze was melted, suitable for bells production. For unknown reasons, the work aiming to cast the bell was stopped, the kiln was damaged, while the mould was saved by filling it with layers of clay. Judging from the find of a Russian coin dating from 1718–1722 in the backfill, the construction of the kiln can be dated to the 1720s–1730s.

Comparing the two objects can be seen that they have the same principle of operation, but differed in the construction of individual parts and quality of construction. The kiln on Town Hall Square was designed with the intention of multiple use, while the one in the Bernardine monastery only for casting a single bell.