

EWELINA MIŚTA-JAKUBOWSKA, RENATA CZECH-BŁOŃSKA, WŁADYSŁAW DUCZKO,
OLGA ANTOWSKA-GORĄCZNIK, MARCIN SZELIGA, JAKUB KARASIŃSKI

Pochodzenie surowca wykorzystywanego w XI-wiecznym
warsztacie złotniczym w Rybitwach na stanowisku 12
k. Ostrowa Lednickiego. Badania wstępne

The Origin of Raw Material in the 11th-century Goldsmith's
Workshop in Rybitwy at the Site no. 12 near Ostrów Lednicki.
Preliminary Research

ABSTRAKT: Stanowisko 12 w Rybitwach k. Ostrowa Lednickiego zostało rozpoznane jako pracownia złotnicza. Badaniom proveniencji używanego w niej surowca z wykorzystaniem analizy stosunków izotopów ołowiu (MC-ICP-MS) poddano pięć wybranych fragmentów ceramiki złotniczej – tygli i płytek kupelacyjnych. Wstępne wyniki wskazują, że złotnicy z terenów państwa piastowskiego korzystali głównie z ołowiu pochodzącego z okolic Olkusza oraz z surowca pozyskanego z przetopu azjatyckich dirhemów, co jest zgodne z dotychczasowymi wynikami badań nad pochodzeniem surowca używanego do produkcji ozdób srebrnych w typie zachodniosłowiańskim.

SŁOWA KLUCZOWE: złotnictwo, tygle, wczesne średniowiecze, pochodzenie surowca

ABSTRACT: Site 12 at Rybitwy near Ostrów Lednicki has been identified as a goldsmith's workshop. To study the provenance of the raw materials used there, five selected fragments of goldsmithing ceramics – crucibles and cupellation plates – were analysed using lead isotope ratio analysis (MC-ICP-MS). Preliminary results indicate that goldsmiths from the Piast realm primarily used lead originating from the Olkusz region, as well as material obtained from remelting Asian dirhams. This is consistent with previous research on the provenance of raw materials used in the production of West Slavic-type silver ornaments.

KEYWORDS: goldsmithing, crucibles, Early Middle Ages; raw material provenance

Wstęp

Ozdoby stanowią jedną z najważniejszych kategorii znalezisk archeologicznych, pozwalających badać procesy społecznej stratyfikacji, formowania się elit oraz ich sposobów manifestowania prestiżu. W kontekście średniowiecznych społeczności przedmioty te nie tylko pełniły funkcje estetyczne i symboliczne, lecz także odgrywały kluczową rolę w rytuałach pogrzebowych, wymianie darów oraz gromadzeniu bogactwa w postaci skarbów. Ich forma, technologia wykonania, a przede wszystkim dostęp do surowców szlachetnych – takich jak złoto i srebro – były ściśle powiązane z pozycją społeczną jednostek i grup.

W Polsce wczesnośredniowiecznej srebrne ozdoby pojawiają się w skarbach, a od XI w. są elementem wyposażenia grobowego. Problematykę funkcji ozdób w świecie kształtujących się elit wczesnosłowiańskich szeroko opisano we wcześniejszej pracy [Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022], w której poruszono także aspekty związane z dyfuzją technologii złotniczej z terenu Czech w kierunku wschodnim, potwierdzając to wynikami analiz składu chemicznego.

W świetle tych zagadnień szczególnie istotne stają się badania nad nielicznymi, ale znaczącymi pozostałościami po warsztatach złotniczych, zlokalizowanymi w strategicznych punktach wczesnopiętowiecznej struktury osadniczej, m.in. w Kruszwicy, na Ostrowie Tumskim w Poznaniu i Wrocławiu oraz w Gnieźnie [m.in. Cofta-Broniewska 1962a: 234; Kóčka-Krenz 1993: 18-38, 2006, 2015, 2020; Sawicki 2018; Pankiewicz, Siemianowska, Sadowski 2018; Pankiewicz 2023: 203-211, 231-235; Sawicka 2023: 390-397]. Jednym z takich miejsc są także Rybitwy – stanowisko położone w bezpośrednim sąsiedztwie siedziby piastowskiej na zachodnim brzegu jeziora Lednica, które dostarczyło śladów obróbki metali szlachetnych, w tym fragmentów tygli i innych materiałów związanych z produkcją ozdób [Banaszak 2000]. Analiza tych znalezisk, prowadzona zarówno pod kątem technologii, jak i pochodzenia surowca, otwiera nowe perspektywy w badaniu funkcji lokalnych ośrodków złotniczych.

We wszystkich tych przypadkach powstaje pytanie o rzeczywiste przeznaczenie produkowanych ozdób: czy były one tworzone na potrzeby lokalnych elit i składane do grobów, czy też stanowiły element zasobów gromadzonych w formie skarbów, pełniąc funkcję rezerwy prestiżowej lub finansowej?

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wyników analiz technologicznych i surowcowych pozostałości po obróbce metali szlachetnych na podstawie materiałów z Rybitw. W szerszej perspektywie badania te wpisują się w dyskusję nad rolą warsztatów złotniczych w kształtowaniu struktur społecznych oraz w mechanizmy kontroli nad prestiżowymi dobrami w okresie formowania się wczesnych organizmów państwowych.

Materiał i analizy

Materiał archeologiczny

W trakcie badań archeologicznych przy przyczółku mostu poznańskiego (Rybitwy, stanowisko 12), prowadzonych w latach 1992-1995, natrafiono na relikty wskazujące na obecność wczesnośredniowiecznej pracowni złotniczej. Znaleziiska obejmowały m.in. tygle odlewnicze oraz blaszki z metali kolorowych (ołowiu, miedzi, brązu), a także złota, co sugeruje działalność związaną z obróbką metali szlachetnych [Szczapowa 1973: 33; Banaszak 2000].

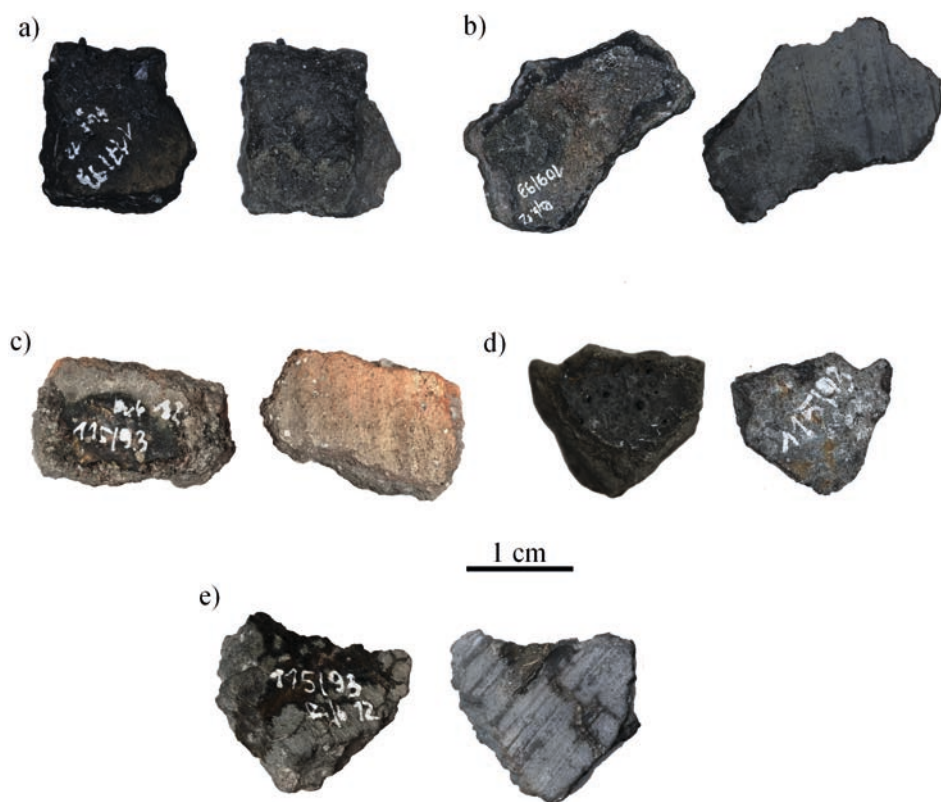
Spośród około 400 zabytków wydzielono blaszki z ołowiu, miedzi i brązu – często z widocznymi otworami, nitami lub ornamentyką [Banaszak 2000, ryc. 5-7]. Wiele z nich interpretowano jako odpady produkcyjne lub półprodukty. Złote blaszki miały formę niewielkich ścinków, co potwierdza hipotezę o lokalnej produkcji jubilerskiej. Znaleziiska te są porównywalne z materiałem z innych znanych ośrodków złotniczych, takich jak Czermino czy Wolin [Zbierski 1959, s. 110-114; Wojtasik 1978, s. 140-142]. Oprócz metalowych ścinków, wytopków i żużli natrafiono także na nieudane i niedokończone wyroby, takie jak fragmenty pierścionków, zapinek i zawieszek [Banaszak 2000, ryc. 8-9].

Zachowały się również gotowe wyroby – fragmenty okuć z brązu, żelaza i miedzi, kabłączki skroniowe, zawieszki oraz inne ozdoby [Banaszak 2000, ryc. 10]. Ich zróżnicowanie materiałowe i funkcjonalne świadczy o szerokim zakresie działalności warsztatu.

Chociaż nie zlokalizowano miejsca warsztatu, materiały odkryte przy moście sugerują jego bliskie sąsiedztwo. W warstwie II znaleziono ceramikę datowaną na drugą połowę X i pierwszą połowę XI w. [Łastowiecki 1996], co potwierdzają dane dendrochronologiczne z konstrukcji mostu. Obecność spalonego drewna w zagłębieniu z przedmiotami metalowymi może świadczyć o pożarze warsztatu, zapewne związanym ze zniszczeniem mostu. Zdarzenie to wyznaczałoby kres funkcjonowania pracowni w pierwszej połowie XI w.

Z okresu wczesnego średniowiecza znane są warsztaty łączące różne rzemiosła, np. Błonie – brązowniczo-kowalski, Czersk – złotniczo-kowalski [Cofta 1951: 1-51], Kruszwica i Kamionka Nadbużna – złotniczo-kowalsko-bursztyniarskie [Cofta-Broniewska 1962a: 234, 236-237; 1962b: 288-289; Rauhut 1959: 26], Wrocław – złotniczo-kowalsko-szklarski [Kaźmierczyk, Kramarek, Lasota 1975: 215, 218; 1976: 178-182]. Również znaleziiska z Rybitw mogą wskazywać na funkcjonowanie jednego warsztatu o złożonym profilu (kowalsko-złotniczo-szklarskim) lub współdziałających pracowni w sąsiedztwie ważnego ośrodka – Ostrowa Lednickiego.

Podjęmowane w niniejszej pracy pilotażowe badania koncentrują się na analizie pięciu wybranych fragmentów tzw. ceramiki technicznej (do odlewania i rafinacji metali nieżelaznych) z pracowni w Rybitwach k. Ostrowa Lednickiego (ryc. 1) w celu interpretacji ich funkcji oraz identyfikacji źródeł surowca.



RYC. 1. Badane fragmenty ceramiki użytkowej z warsztatu złotniczego w Rybitwach: a) 117/93, b) 109/93, c) 115/93, d-e) 115/93. Numery inwentarzowe odpowiadają kolejnym pozycjom z tabeli 1 i tabeli 2 umieszczonych poniżej. Oprac. E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska

FIG 1. Examined fragments of utilitarian ceramics from the goldsmith workshop in Rybitwy: a) 117/93, b) 109/93, c) 115/93, d-e) 115/93. The inventory numbers correspond respectively to the entries in Tables 1 and 2 below. Prepared by E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska

Uzyskane wyniki proveniencji badanych fragmentów ceramiki złotniczej z Rybitw odniesiono do danych ustalonych dla ceramiki użytkowej z XI-wiecznej pracowni złotniczo-mennicznej ze szwedzkiej Sigtuny [Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 245-248, Duczko 2016; Wikström 2008, 2011] oraz z Ostrowa Tumskiego w Poznaniu [Antowska-Gorączniak i in. w przygotowaniu].

Metodologia badań

Badania technologiczne

Zbiór zaprezentowanych artefaktów został poddany analizie mikroskopowej na Wydziale Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego. Celem badań było zidentyfikowanie śladów mogących wskazywać na funkcję przedmiotów poddanych analizie. Obserwacje przeprowadzono przy użyciu cyfrowego mikroskopu Keyence VHS-7000.

Dla opisanych powyżej fragmentów ceramiki z Rybitw przeprowadzono badanie składu pierwiastkowego (analizę jakościową) w Pracowni Archeometalurgii i Konserwacji Zabytków Archeologicznych Instytutu Archeologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Celem analizy było określenie prawdopodobnej funkcji badanego materiału archeologicznego poprzez identyfikację metalu przetwarzanego w ceramice, co stanowi uzupełnienie wyników badań mikroskopowych.

Do wstępnego oznaczenia zawartości pierwiastków metalicznych zastosowano technikę fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Analizy przeprowadzono przy użyciu stołowego spektrometru fluorescencji rentgenowskiej do mikroanaliz Spectro Midex (MID03), przeznaczonego do badania stopów metali. Parametry pomiaru XRF obejmowały: analizę punktową (plamka o średnicy 3,3 mm), wewnętrzną kalibrację bezwzorcową, czas pomiaru 90 s, napięcie 40 kV, źródło promieniowania – lampa molibdenowa (Mo).

Uzyskane wyniki zostały zweryfikowane za pomocą jakościowej analizy rozmieszczenia pierwiastków na powierzchni (mapowanie), przeprowadzonej w Laboratorium Archeometrycznym Instytutu Archeologii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. W tym celu wykorzystano spektrometr mikrofluorescencji rentgenowskiej (μ XRF) Bruker M4 Tornado, wyposażony w mikroogniskową lampę rentgenowską z anodą rodową (Rh) o mocy 30 W, maksymalnym napięciu 50 kV, oraz soczewkową optykę polikapilarną. Wszystkie pomiary wykonano w warunkach próżniowych.

Proweniencja surowca

Oznaczenie izotopów ołowiu zostało przeprowadzone w Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego według opisanych szczegółowo procedur w pracy [Karasiński i in. 2023]. Próbkę poddano rozkładowi wspomaganemu mikrofalowo w systemie zamkniętym (Milestone, Ethos Up). Otrzymane roztwory rozcieńczano wodą dejonizowaną (Millipore, system MilliQ Q Pod). Potencjalne interferencje spektralne, szczególnie ze strony talu (Tl) i rtęci (Hg), oceniano za pomocą spektrometru masowego z plazmą wzbudzaną indukcyjnie i analizatorem kwadrupolowym (PerkinElmer NexIon 300D). Ze względu na wysokie stężenie ołowiu w materiale uznano, że chromatografia jonowymienna nie jest konieczna.

Stosunki izotopowe ołowiu określono przy użyciu spektrometru masowego z plazmą wzbudzaną indukcyjnie i kolektorem wielokanałowym (MC-ICP-MS), konkretnie systemu Nu Instruments Plasma 3, wyposażonego w 16 kubków Faradaya. Aparatura pracowała w trybie suchej plazmy, z wykorzystaniem rozpylacza z systemem osuszania Cetac Aridus 3 (100 µL/min). Dla izotopu ^{208}Pb czułość wynosiła około 1,0 V na 1 µg/L Pb, dlatego analizowano roztwory próbek zawierające około 50 µg/L Pb. Każdy roztwór został wzbogacony o materiał odniesienia NIST 997 Tl (25–30 µg/L). Do wszystkich pomiarów zastosowano wzorzec wewnętrzny Tl, bez oddzielenia ołowiu od matrycy, zgodnie ze stosowanymi procedurami [Karasiński i in. 2023]. Każdy pomiar obejmował 20 integracji o stałym interwale 15 s, a do korekcji tła zastosowano metodę „Zero by ESA” (polegającą na automatycznym wyznaczeniu i odjęciu sygnału tła zgodnie z instrukcją producenta spektrometru). Monitorowano izotop ^{202}Hg , a interferencję ^{204}Hg z izotopem ^{204}Pb korygowano matematycznie.

W trakcie sesji pięciokrotnie analizowano materiał odniesienia NIST SRM 981 wzbogacony talem (NIST SRM 997). Uzyskane stosunki izotopowe zostały skorygowane na podstawie odchylen od wartości zalecanych wewnętrznie [Karasiński i in. 2023] oraz średnich wyników dla NIST SRM 981. Ostateczne wartości średnie ($n=5$) z niepewnościami $2 \cdot \text{SD}$ były następujące: $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 36.699 ± 0.001 ; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 15.492 ± 0.0004 ; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 16.938 ± 0.001 ; $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2.1666 ± 0.0001 ; $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 0.91463 ± 0.00003 . Tabela 2 przedstawia wyniki badań MC-ICP-MS zabytków z Rybitw.

Wyniki badań i dyskusja

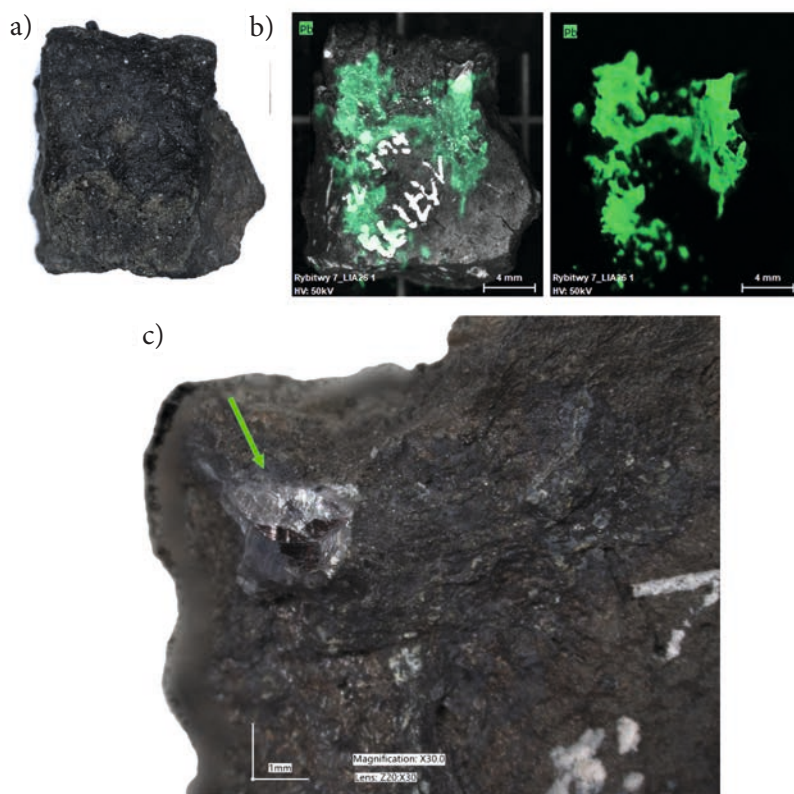
Technologia złotnicza

Badane przedmioty na podstawie wyglądu rozpoznano jako fragmenty zeszklwionych tygli oraz naczyń z nalotem metalu, zidentyfikowanego w niektórych przypadkach jako brąz lub ołów [Banaszak 2000, ryc. 3, 4]. Tabela 1 oraz ryciny 2-6 przedstawiają wyniki analizy składu pierwiastkowego, jednoznacznie wskazujące na funkcję analizowanych zabytków.

Przedmiot nr 1 (117/93) to fragment glinianego tygla, jednoznacznie zidentyfikowany jako narzędzie służące do przetapiania ołowiu, z zachowanymi jego resztkami w obrębie wylewu. Obie strony obiektu noszą wyraźne ślady działania temperatury – tu nadtopień (ryc. 1), choć brak na nich typowych zeszkleń, charakterystycznych dla tygli długo eksploatowanych w warunkach paleniskowych. Może to sugerować, że jest to górna część tygla, albo że był on używany jedynie sporadycznie – do przetapiania niskotopliwego ołowiu (ryc. 2).

TABELA 1. Wykaz analizowanych zabytków ze stanowiska 12 w Rybitwach wraz z ich opisem technologicznym, wynikającym z jakościowo oznaczonych pierwiastków. Oprac. E. Miśta-Jakubowska
TABLE 1. List of analysed artifacts from site 12 in Rybitwy, along with their technological descriptions based on qualitatively identified elements. Prepared by E. Miśta-Jakubowska

Lp.	Nr inw.	Pozostałość metali	Prawdopodobna funkcja
1.	117/93	Pb	fragment tygla z pozostałościami ołowiu
2.	109/93	Cu, Au, Pb	fragment płytki kupelacyjnej z kroplami złota, miedzi i ołowiu
3.	115/93	Pb, Cu, As (ślady)	fragment płytki kupelacyjnej
4.	115/93	Ag, Pb, Cu, Au (ślady)	fragment tygla
5.	115/93	Pb, Ag, Cu	fragment płytki kupelacyjnej



RYC. 2. Wyniki badań fragmentu tygla 1 (nr inw. 117/93): a – zdjęcie obiektu, b – obrazowanie rozmieszczenia (XRF) ołowiu (Pb) na matrycy glinianej, c – zdjęcie mikroskopowe z widocznymi pozostałościami metalicznego ołowiu (zielona strzałka). Oprac. E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

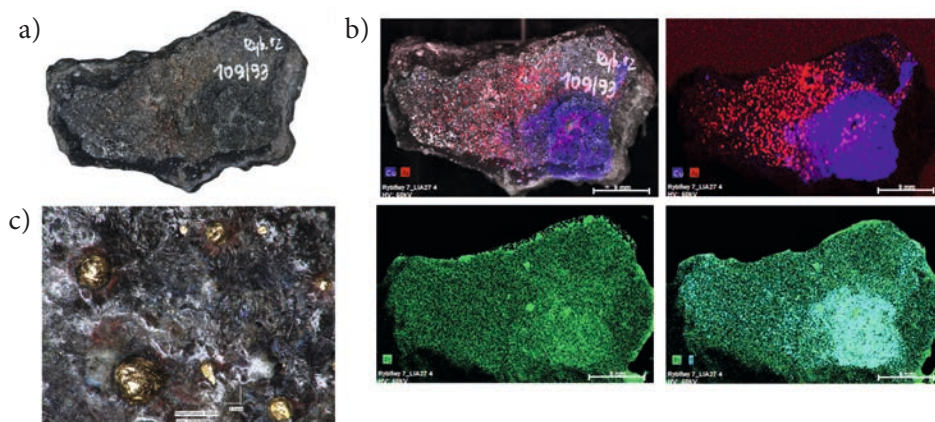
FIG. 2. Results of the analysis of crucible fragment 1 (inventory no. 117/93): a – photo of the object, b – XRF mapping of lead (Pb) distribution on the clay matrix, c – microscopic image showing residues of metallic lead (green arrow). Prepared by E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

W warsztatach złotniczych wczesnego średniowiecza powszechnie stosowano tygły gliniane, przeznaczone do topienia metali. Cechami charakterystycznymi tygli używanych w złotnictwie są: niewielkie rozmiary, pogrubione ścianki, obecność pozostałości metali szlachetnych (np. złota lub srebra) oraz szklistych nacieków wewnętrznych [np. Rozmus 2014: 203, ryc. 179]. Podczas przetapiania surowców, takich jak ołów, miedź czy srebro, w wysokich temperaturach dochodziło do reakcji chemicznych pomiędzy materiałem tygla a metalem, czego efektem były osady szklistożużłowe na ściankach tygla. Szklistość ta zwykle wynikała z miejscowej interakcji topionego żużlu czy tlenków metali z ceramiką, co potwierdzają obserwacje warstw szklawa w metalurgicznych kontekstach archeologicznych [Rozmus 2014: 203, ryc. 179; Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 245-248; Duczko 2016; Wikström 2008, 2011]. Z tego względu fragmenty zeszkliwionych tygli złotniczych bywają niekiedy mylnie interpretowane jako półprodukty warsztatów szklarskich (na podstawie rozmowy z J. Sawicką). Jednakże nie można całkowicie wykluczyć, że pewne zeszklenia i przetopy powstały w związku z procesami wytwarzania choćby szkła ołowiowego, które we wczesnym średniowieczu mogło być przygotowywane w relatywnie niskich temperaturach [Pankiewicz i in. 2025]. Ostateczne rozstrzygnięcie tej kwestii wymaga dalszych badań technologicznych.

Trzy z pięciu analizowanych zabytków (nr 2, 3 i 5) można w świetle wyników analiz (ryc. 3-6) zinterpretować jako fragmenty płytek kupelacyjnych.

Kupelacja to jedna z najstarszych technik metalurgicznych stosowanych w złotnictwie, służąca do oczyszczania metali szlachetnych – zwłaszcza srebra i złota – z domieszek metali nieszlachetnych, głównie ołowiu (Pb), miedzi (Cu) i cyny. Proces ten, znany już w starożytności, w średniowieczu odgrywał kluczową rolę w warsztatach złotniczych i mennicznych, gdzie czystość surowca była warunkiem wykonania wyrobów wysokiej jakości. Kupelacja polegała na przetopieniu stopu metali (najczęściej srebra z domieszką ołowiu) w wysokiej temperaturze w specjalnym naczyniu – kupeli – wykonanym z porowatego materiału, np. popiołu kostnego lub gliny z domieszką wapna. W trakcie procesu ołów utleniał się do tlenku (PbO – litargiru) i był wchłaniany przez ścianki naczynia, natomiast metal szlachetny, nieutleniający się, pozostawał w postaci czystej kropli na dnie. Dzięki temu możliwe było skuteczne oddzielenie srebra i złota od zanieczyszczeń bez strat cennego surowca [Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 119-120].

W przypadku produkcji ozdób srebrnych w technikach takich jak granulacja czy filigran, niezbędne było uzyskanie możliwie najczystszej srebra. Oznaczało to konieczność usunięcia nie tylko ołowiu, ale także innych składników stopowych, zwłaszcza miedzi. Często w produkcji ozdób srebrnych we wczesnym średniowieczu wykorzystywano dirhemy – srebrne monety masowo sprowadzane od VIII do początku XI w. z obszarów Azji w wyniku intensywnych kontaktów handlowych, głównie za sprawą kupców skandynawskich [Miśta-Jakubowska i in. 2024].



RYC. 3. Wyniki badań fragmentu płytki 2 (nr inv. 109/93): a – zdjęcie obiektu, b – obrazowanie rozmieszczenia (XRF) pierwiastków metalicznych, tj. miedzi (Cu) i złota (Au) oraz ołowiu (Pb) w matrycy, c – zdjęcie mikroskopowe z kulkami złota w zeszkłonej matrycy. Jak wynika z ryc. 3b, obecność Cu i S wskazuje na ich pochodzenie z jednego związku – Cu_2S , którego hipotetyczne zastosowanie w złotnictwie zostało szerzej omówione w pracy [Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 166-172]. Oprac. E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

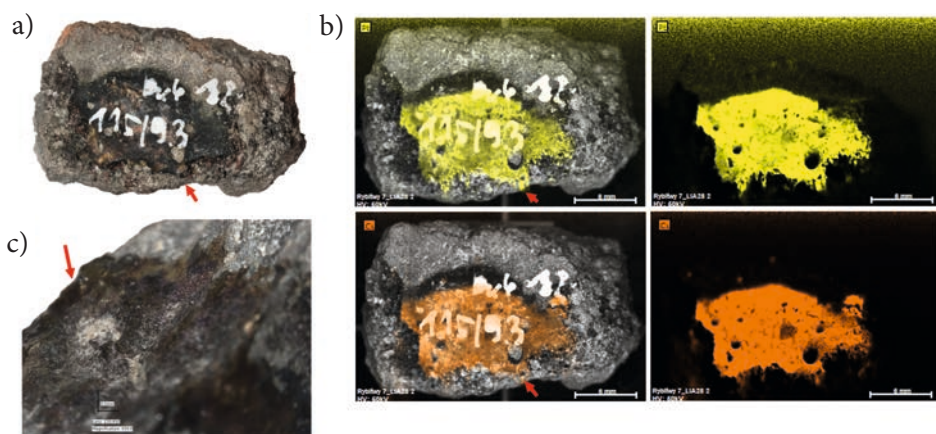
FIG. 3. Results of the analysis of plate fragment 2 (inv. no. 109/93): a – photo of the object, b – XRF mapping of metallic elements such as copper (Cu), gold (Au), and lead (Pb) in the matrix, c – microscopic image showing gold granules in the glazed matrix. As shown in Figure 3b, the presence of Cu and S indicates their origin from a single compound – Cu_2S , whose hypothetical application in goldsmithing is discussed in detail in [Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 166-172]. Prepared by E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

W przypadku materiału z Rybitw ceramika do kupelacji przyjęła formy wtórnie wykorzystanych fragmentów ceramiki użytkowej – najprawdopodobniej potłuczonych garnków (tzw. płytki kupelacyjne). Strony tych fragmentów, nieużytkowane podczas przetapiania metali, zachowały ornamentykę charakterystyczną dla naczyń codziennego użytku (ryc. 2). Co istotne, nie noszą one śladów zeszkliwień ani żadnej obróbki cieplnej, co wskazuje, że jedynie ich wybrane powierzchnie mogły być poddane działaniu wysokiej temperatury w procesie kupelacji.

Znane są różne typy tygli kupelacyjnych, różniące się formą, materiałem i przeznaczeniem – od wyspecjalizowanych naczyń ceramicznych [Söderberg 2006: 98] po proste, improwizowane formy. Przykłady z Rybitw ukazują tę drugą, prostszą kategorię: sposób przeprowadzania kupelacji polegający na wtórnym wykorzystaniu dostępnej ceramiki, bez konieczności wykonywania specjalistycznych naczyń.

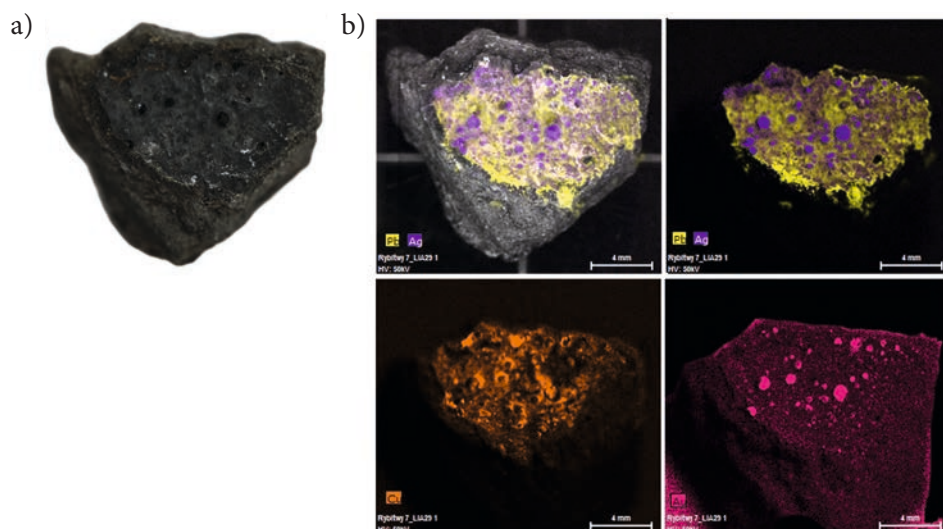
Powyższa forma (nr inv. 109/93) mogła służyć nie tylko jako płytka kupelacyjna, o czym świadczy zawartość ołowiu w matrycy, lecz także jako podkładka do mieszania złota z miedzią. Dodatek miedzi do złota zwiększa twardość i wytrzymałość stopu oraz nadaje mu ciepły, różowawy odcień.

Brak metali szlachetnych we fragmencie ceramiki użytkowej nr 3 (115/93) może wskazywać, że jest to fragment formy służącej do stapiania ołowiu i miedzi, ponieważ właśnie pozostałości tych metali są widoczne na mapie XRF. Niemniej jednak obecność spływania metalicznej zawartości na przekroju (ryc. 4c) świadczy o tym, że forma ta nie była zamknięta jak typowy tygiel. Wobec tego mogła służyć jako forma do kupelacji, gdzie zawartość usuwanego ołowiu jest śladowa, co potwierdzają wyniki analizy stosunków izotopowych ołowiu (ryc. 7). Wskazują one, że w przedmiocie stapiano monety azjatyckie – dirhemy, pozyskując z nich srebro, które następnie wykorzystywano do wykonania ozdób [Miśta-Jakubowska i in. 2024; Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 219-252]. Nie ma dowodów na to, iż ołów czy miedź były sprowadzane ze Wschodu; raczej wydaje się to bezcelowe, zważywszy na fakt, że surowiec pozyskiwano na terenach Europy na dużą skalę.



Ryc. 4. Wyniki badań fragmentu płytki 3 (115/93): a – zdjęcie obiektu, b – obrazowanie rozmieszczenia pierwiastków metalicznych (XRF), tj. ołowiu (Pb) i miedzi (Cu) w matrycy, c – zdjęcie mikroskopowe fragmentu przekroju z widocznym ściekaniem stopu metalu po przekroju obiektu (obszar obrazu oznaczony strzałką na a). Oprac. E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

FIG. 4. Results of the analysis of plate fragment 3 (inv. No 115/93): a – photo of the object, b – XRF mapping of metallic elements, namely lead (Pb) and copper (Cu), in the matrix, c – microscopic image of the cross-section fragment showing metal alloy flow along the object's cross-section (area indicated by the arrow in a). Prepared by E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

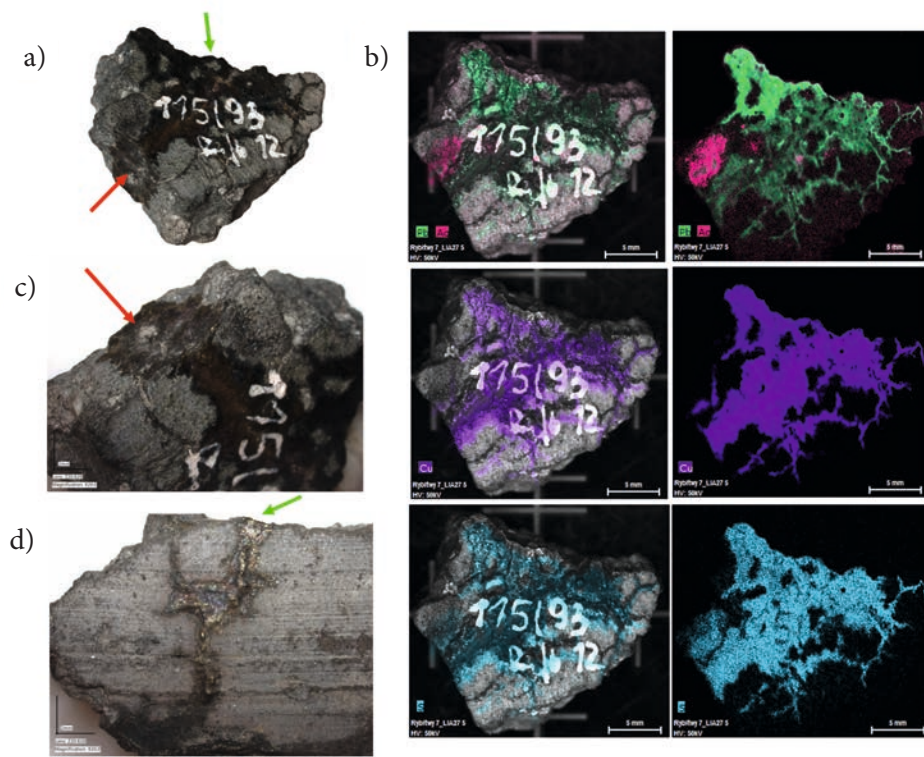


RYC. 5. Wyniki badań fragmentu tygla 4 (nr inw. 115/93): a – zdjęcie obiektu, b – obrazowanie roz-mieszczenia (XRF) pierwiastków metalicznych: ołowiu (Pb) i srebra (Ag) oraz miedzi (Cu) i złota (Au). Oprac. E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

FIG. 5. Results of the analysis of crucible fragment 4 (inv. no. 115/93): a – photograph of the object, b – elemental distribution mapping (XRF) of metallic: lead (Pb), silver (Ag), copper (Cu) and gold (Au). Prepzed by E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

Kształt (zaokrąglony) i warstwowa struktura obiektu nr 4 wskazują na jego funkcję jako tygielka. Na podstawie mapowania XRF można przypuszczać, że służył do przygotowywania stopu na bazie złota z domieszką srebra i miedzi (ryc. 5). Znaczna zawartość ołowiu w ściankach warstwy roboczej, obejmującej całą objętość, może natomiast wskazywać, że najpierw wykonywano w nim topienie ołowiu lub kupelację, podobnie jak w przypadku obiektu nr 1.

Obiekt nr 5 (nr inw. 115/93) został rozpoznany w opracowaniu D. Banaszak jako naczynie z nalotem brązu [Banaszak 2000: ryc. IV, 4]. Jak jednak wynika z rycin 6, jest to płytką kupelacyjną z naciekami ołowiu i srebra (ryc. 6a; 6c-d) – pierwiastków typowych dla procesu kupelacji – oraz, podobnie jak w przypadku obiektu nr 2, z obecnością siarczków miedzi (ryc. 6b, dwa dolne wiersze). Od strony pracującej widoczne są spękania termiczne matrycy (ryc. 6a), w których przestrzenie zostały wypełnione stopionym metalem.



RYC. 6. Wyniki badań fragmentu płytki 5 (115/93): a – zdjęcie obiektu, b – obrazowanie rozmieszczenia pierwiastków metalicznych (XRF), tj. ołowiu (Pb), srebra (Ag), miedzi (Cu) oraz siarki (S) w matrycy, c – zdjęcie mikroskopowe fragmentu przekroju z widocznym ściekaniem stopu metalu (obszar obrazu oznaczony czerwoną strzałką), d – zdjęcie strony zewnętrznej (niepracującej) płytki z naciekami stopu (zielona strzałka). Oprac. E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

FIG. 6. Results of the study of fragment of plate 5 (inv. no. 115/93): a – photograph of the object, b – elemental distribution mapping (XRF) of metallic elements, i.e. lead (Pb), silver (Ag), copper (Cu), and sulphur (S) in the matrix, c – microscopic image of the cross-section fragment showing metal alloy flow (area marked with a red arrow), d – image of the external (non-working) side of the plate with metal alloy deposits (green arrow). Prepared by E. Miśta-Jakubowska, R. Czech-Błońska, M. Szeliga

Analogie do ceramiki warsztatowej związanej z przetwarzaniem metali oraz złotnictwem, jaką odkryto w Rybitwach, odnaleźć można na Ostrowie Tumskim w Poznaniu. Podczas badań archeologicznych prowadzonych w latach 2002-2003 w części książęcej grodu zidentyfikowano pracownię złotniczą. Był to drewniany budynek o wymiarach około 3×5 m, dostawiony do zachodniej ściany przedromańskiego palatium, datowany na 2. połowę X i 1. połowę XI w. Ustalono, że głównym przedmiotem obróbki w tej pracowni było złoto.

W kontekście warsztatu odkryto m.in. fragmenty złotych ozdób, blaszki, wytopki, paciorki szklane oraz kamienie szlachetne, a także sześć fragmentów tygli

odlewniczych. Poza jednym przypadkiem wszystkie wykazują silne zeszkliwienie powierzchni zewnętrznych, a na jednym z fragmentów stwierdzono obecność kropli złota. Dla dwóch tygli zrekonstruowano średnicę wylewu na ok. 3,5 cm [Kóčka-Krenz 2006].

Dodatkowo, na północ od palatium, pozyskano liczne fragmenty ceramiki z wyraźnymi śladami zeszkliwień i spieków, wśród których wyróżniono kolejne fragmenty tygli. Na wybranych próbkach przeprowadzono badania specjalistyczne (XRF, SEM-EDS, oznaczenia izotopów ołowiu), które wykazały obecność nie tylko złota, ale i srebra oraz miedzi [Antowska-Gorączniak i in., w przygotowaniu].

Wśród analizowanych fragmentów wyróżniono zarówno tygle odlewnicze, jak i ceramikę zeszkliwioną, która – podobnie jak egzemplarze z Rybitw koło Ostrowa Lednickiego – mogła pełnić funkcję płytek kupelacyjnych, służących do oczyszczania srebra z domieszek ołowiu.

Proweniencja surowca

W okresie wikingim (VIII-XII w.) źródła ołowiu docierające na obszar dzisiejszej Polski najprawdopodobniej obejmowały kopalnie zarówno w Europie Zachodniej, jak i Środkowej [Duczek, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 199-218]. Wśród potencjalnych regionów pochodzenia tego surowca wymienia się m.in. Wyspy Brytyjskie, tereny dzisiejszych Niemiec oraz obszary położone w granicach współczesnej Polski. Istnieją również dowody, że już w VI w. wykorzystywano złoża polimetaliczne na obszarze dzisiejszej Słowacji – najprawdopodobniej przez Awarów [Mozgai i in. 2024], jak również w ramach horyzontu kultury słowiańskiej [Saprykina i in. 2017; Szmoniewski i in., w przygotowaniu].

Na terenie dzisiejszych Niemiec trwałym ośrodkiem wydobywania ołowiu i srebra były Góry Harzu, eksploatowane co najmniej od III w. n.e. [np. Klappauf 1989; Steuer 2004]. W Wielkiej Brytanii wczesnośredniowieczne górnictwo było najlepiej rozpoznane w rejonach Derbyshire i Mendip Hills [Tylecote 1986], choć nowsze badania wskazują na większą rolę North Pennines jako znaczącego ośrodka wydobywania. Zarówno dane archeologiczne, jak i analizy izotopowe sugerują, że metal pochodzący z tego regionu mógł być rozprowadzany w ramach szerszych sieci handlowych sięgających Skandynawii [Kershaw, Merkel 2023; Mathur i in. 2024]. Kolejne ślady działalności górniczej z okresu anglosaskiego zidentyfikowano w Kornwalii, co potwierdzają wyniki oznaczeń izotopów ołowiu przeprowadzonych na strukturach kościelnych z wczesnego średniowiecza [Pankiewicz i in. 2025].

Na południu Polski datowania radiowęglowe wskazują na aktywność górniczą w rejonie Górnego Śląska i Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej od XI do początku XIII w. (1039-1211 n.e.) [Rozmus 2014: 87], przy czym najstarsza znana data – 915 ± 79 lat n.e. – pochodzi z Dąbrowy Górniczej-Strzemieszyc

[Rogaczewska 2005]. Analizy izotopowe z rejonu Olkusza sugerują jednak obecność działalności metalurgicznej już w VI w. p.n.e. [Miśta-Jakubowska i in. 2024a].

Nie można wykluczyć, że ołów importowano również z terenów dzisiejszej Rumunii, Serbii czy Turcji, choć brak bezpośrednich dowodów w tym względzie. Analiza pierwiastkowa szkła zawierającego arsen, odkrytego na elitarnej wczesnośredniowiecznej nekropoli w Bodzi (środkowa Polska), wskazuje Rumunię jako prawdopodobne źródło surowca [Czech-Błońska i in. 2023]. Z kolei badania nad pochodzeniem cyny w kontekście wczesnośredniowiecznej Polski [Mathur i in. 2024] oraz nad obiegiem i rafinacją srebrnych dirhemów [Miśta-Jakubowska i in. 2024] potwierdzają istnienie rozległych szlaków handlowych sięgających południowo-wschodniej Europy i Bliskiego Wschodu.

TABELA 2. Dane izotopowe ołowiu (MC-ICP-MS) uzyskane z próbek fragmentów tygli i płytek kupelacyjnych z pracowni złotniczej w Rybitwach wraz z identyfikacją pochodzenia przetwarzanego w nich surowca. Oprac. E. Miśta-Jakubowska

TABLE 2. Lead isotope data (MC-ICP-MS) obtained from samples of crucible and cupellation plate fragments from the goldsmith's workshop in Rybitwy, along with the identification of the provenance of the processed raw material. Prepared by E. Miśta-Jakubowska

Lp.	208Pb/ 204Pb	207Pb/ 204Pb	206Pb/ 204Pb	208Pb/ 206Pb	207Pb/ 206Pb	Prawdopodobne pochodzenie
1.	38,409 ±0,008	15,618 ±0,002	18,425 ±0,005	2,0846 ±0,0004	0,8477 ±0,0001	złoża okołoolkuskie (Pb)
2.	38,362 ±0,008	15,603 ±0,002	18,413 ±0,005	2,0835 ±0,0004	0,8474 ±0,0001	złoża okołoolkuskie (Pb)
3.	38,315 ±0,008	15,630 ±0,002	18,342 ±0,005	2,0889 ±0,0004	0,8521 ±0,0001	kupelacja dirhemów
4.	38,410 ±0,008	15,622 ±0,002	18,423 ±0,005	2,0849 ±0,0004	0,8480 ±0,0001	złoża okołoolkuskie (Pb)
5.	38,404 ±0,008	15,628 ±0,002	18,416 ±0,005	2,0854 ±0,0004	0,8486 ±0,0001	złoża okołoolkuskie (Pb)

Analiza pochodzenia surowca na podstawie składu izotopowego ołowiu w materiałach polimetalicznych, takich jak tygle złotnicze z Rybitw (choć nie tylko), nie należy do łatwych. Na zjawisko mieszania ołowiu pochodzącego z różnych źródeł zwrócono już wcześniej uwagę [Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 224]. W przypadku analizowanych zabytków z Rybitw mamy jednak do czynienia z materiałem zawierającym dominującą domieszkę ołowiu, co pozwala na bardziej miarodajną identyfikację jego pochodzenia.

Rycina 7 przedstawia wybrane dane dotyczące złóż rud, których proporcje izotopowe (Pb) wykazują istotne podobieństwo do wartości zmierzonych w próbkach z przedmiotów odkrytych w Rybitwach (por. tab. 2). Uwzględniono również dane porównawcze uzyskane z innych znalezisk archeologicznych, zgodnie z opisem zawartym w podpisie pod ryciną.

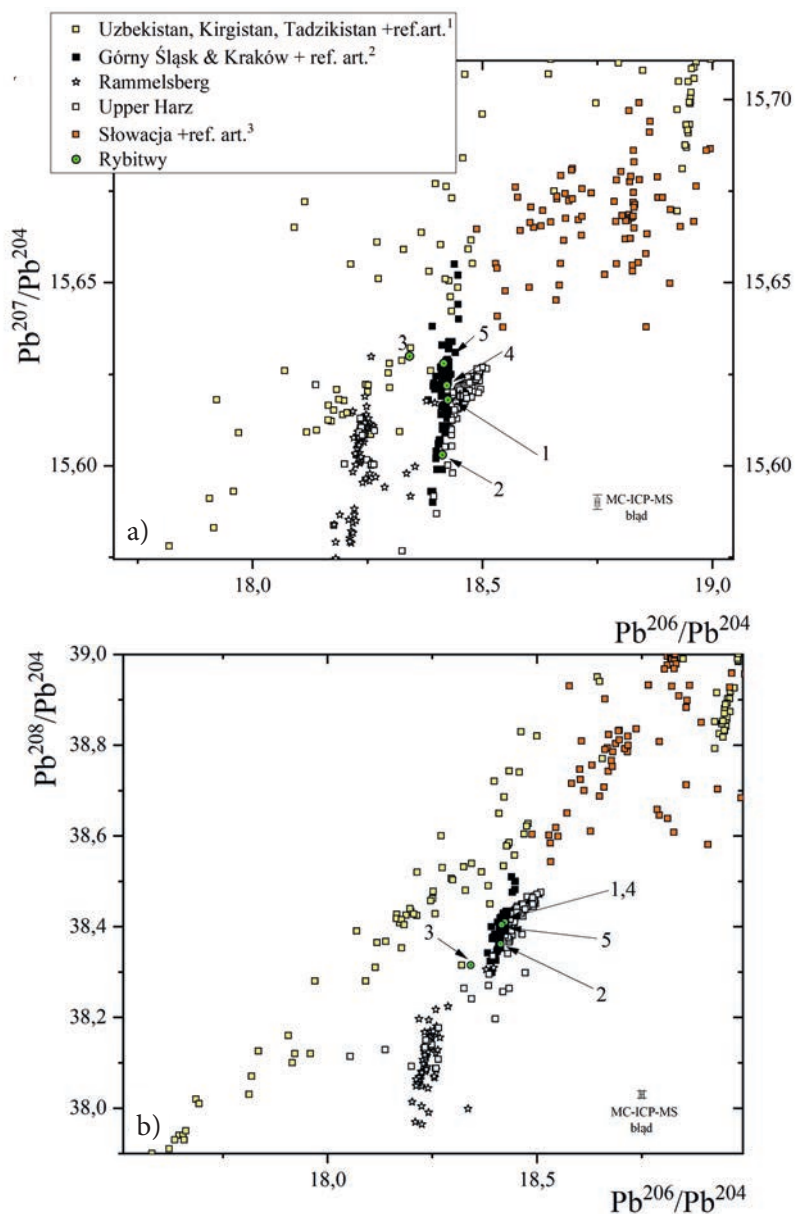
Jak pokazuje zestawienie przedstawione na ryc. 7, uzyskane dane izotopowe ołowiu dla zabytków z Rybitw mieszczą się w zakresie charakterystycznym dla złóż z Górnego Śląska i Wyżyny Krakowskiej (zielone kółka nr 12, 4, 5 na ryc. 7). Wskazuje to z dużym prawdopodobieństwem na wykorzystanie lokalnego surowca w procesie produkcji. W przypadku tygla nr 3 mamy natomiast do czynienia ze srebrem pozyskanym w wyniku przetopu dirhemów.

Mieszanie surowca lokalnego, pochodzącego z okolic Olkusza, z metalem uzyskanym z przetopu monet arabskich (dirhemów) było typową praktyką przy produkcji ozdób w typie zachodniosłowiańskim [Miśta-Jakubowska i in. 2024; Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 219-252]. Surowiec z rejonu Olkusza rozpoznano również na ceramice użytkowej pochodzącej z pracowni złotniczej na Ostrowie Tumskim w Poznaniu (porównawcze dane przedstawiono na rycinie 8).

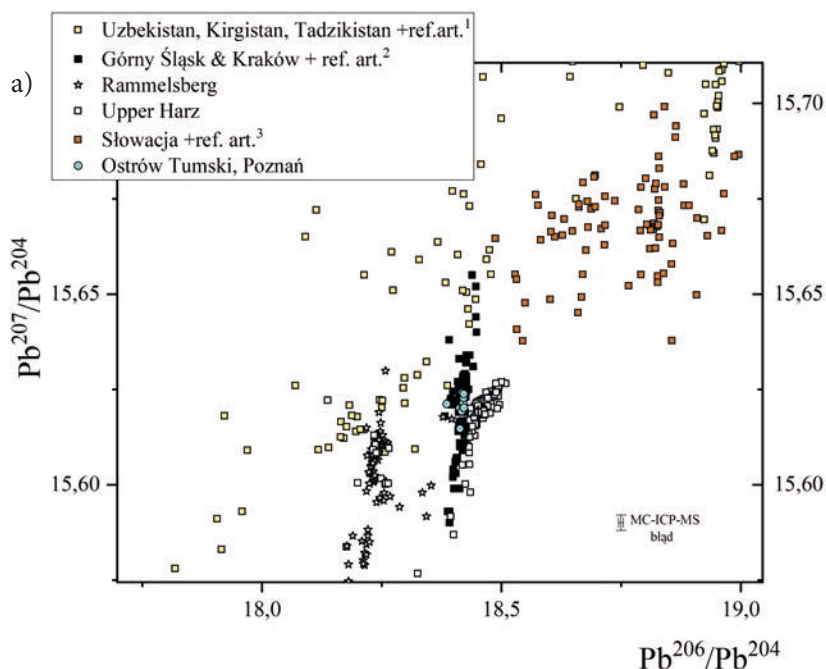
Odm inną sytuację ujawniono w przypadku szwedzkiej Sigtuny, gdzie dominującym surowcem był ołów pochodzący z terenów zachodnich, przede wszystkim z obszaru Wysp Brytyjskich. Jednocześnie również tam srebro pozyskiwano poprzez przetop dirhemów. Wyniki dotychczasowych analiz wskazują ponadto na wykorzystywanie surowca pochodzącego z rejonu Olkusza [Duczko, Miśta-Jakubowska, Czech-Błońska 2022: 244-248]. Badania w tym zakresie, podobnie jak w przypadku materiałów z Ostrowa Tumskiego w Poznaniu, są obecnie prowadzone przez autorów.

Wnioski

Wyniki analiz technologicznych, obejmujących spektrometrię fluorescencji rentgenowskiej (XRF), obserwacje mikroskopowe oraz badania izotopowe ołowiu, pozwalają stwierdzić, że fragmenty ceramiki odkryte w Rybitwach, pierwotnie klasyfikowane jako naczynia użytkowe, pełniły w rzeczywistości wyspecjalizowane funkcje związane z obróbką metali szlachetnych. Co najmniej trzy z pięciu przebadanych zabytków zidentyfikowano jako fragmenty płytek kupelacyjnych, natomiast pozostałe to najprawdopodobniej tygły złotnicze. Obecność śladów ołowiu, srebra, a także w niektórych przypadkach złota i miedzi w strukturze ceramicznej, jak również charakterystyczne zeszkliwienia i nacieki metalu, jednoznacznie wskazują na stosowanie techniki kupelacji, czyli procesu służącego do oddzielania srebra od ołowiu. Takie rozpoznanie dowodzi wysokiego stopnia specjalizacji lokalnego warsztatu oraz znajomości zaawansowanych metod metalurgicznych.



Ryc. 7. Dane izotopowe ołowiu (LIA) dla ceramiki złotniczej z Rybitw (zob. tab. 2) zostały przedstawione na wykresach wraz z zestawami danych geologicznych odniesienia [Lehmann, 2011; Zartman i in. 1979; Church i Vaughn 1992; Bielicki i Tischendorf 1991; Schreiner 2007; Dolgopola i in. 2017; Chernyshev i in. 2017; Pavlova, Borisenko 2009). Wykresy obejmują również dane porównawcze dotyczące zabytków archeologicznych, które w literaturze zostały zidentyfikowane jako wykonane z ołowiu i srebra pochodzących z Górnego Śląska i Wyżyny Krakowskiej [Stos-Gale 1993; Miśta-Jakubowska i in. 2024, 2024a; Wajda i in. 2023; Merkel i in. 2024; Pankiewicz i in. 2025] oraz [Saprykina i in. 2017]. Oprac. E. Miśta-Jakubowska



RYC. 8. Dane izotopowe ołowiu (LIA) przedstawione jako stosunki Pb^{206}/Pb^{204} vs Pb^{207}/Pb^{204} dla ceramiki złotniczej z Ostrowa Tumskiego w Poznaniu [Antowska-Gorączniak i in., w przygotowaniu]; dane odniesienia jak na ryc. 7. Oprac. E. Miśta-Jakubowska

FIG. 8. Lead isotope data (LIA) presented as Pb^{206}/Pb^{204} vs Pb^{207}/Pb^{204} ratios for goldsmithing ceramics from Ostrów Tumski in Poznań [Antowska-Gorączniak et al., in preparation]; reference data as in Fig. 7. Prepared by E. Miśta-Jakubowska

←

FIG. 7. Lead isotope data (LIA) for the goldsmithing ceramics from Rybitwy (see Table 2) are presented alongside geological reference datasets [Lehmann 2011; Zartman et al. 1979; Church & Vaughn 1992; Bielicki & Tischedorf 1991; Schreiner 2007; Dolgoplova et al. 2017; Chernyshev et al. 2017; Pavlova & Borisenko 2009]. The plots also include comparative data from archaeological artefacts identified in the literature as having been produced from lead and silver sourced from Upper Silesia and the Kraków Upland [Stos-Gale 1993; Miśta-Jakubowska et al. 2024, 2024a; Wajda et al. 2023; Merkel et al. 2024; Pankiewicz et al. 2025] and [Saprykina et al. 2017]. Prepared by E. Miśta-Jakubowska

Dalsze informacje przyniosły analizy izotopowe ołowiu (MC-ICP-MS), które wykazały, że dominującym źródłem tego pierwiastka był surowiec lokalny, pochodzący ze złóż rejonu olkuskiego i szerzej – z obecnego pogranicza Górnego Śląska i Wyżyny Krakowskiej. Jednocześnie w co najmniej jednym przypadku (tygiel nr 3) udało się potwierdzić przetapianie monet wschodnich, tzw. dirhemów, jako źródła srebra. Taka kombinacja surowców – lokalnych oraz wtórnych, pochodzących z przetopu – była charakterystyczna dla produkcji ozdób w typie zachodniosłowiańskim.

Zestawienie uzyskanych wyników z danymi pochodzącymi z innych ośrodków rzemieślniczych, w szczególności z Ostrowa Tumskiego w Poznaniu, pozwala stwierdzić, że ceramika z Rybitw wpisuje się w szerszy kontekst technologii złotniczej rozwijającej się w Europie Środkowej w okresie wczesnego średniowiecza. Zbieżność składu chemicznego i izotopowego wskazuje nie tylko na stosowanie podobnych rozwiązań technologicznych, ale także na możliwy dostęp do tych samych źródeł surowca. Dla porównania, w szwedzkiej Sigtunie dominował ołów pochodzący z zachodnioeuropejskich złóż, głównie z terenów Wysp Brytyjskich, choć również tam stosowano srebro pochodzące z przetopu dirhemów oraz – co interesujące – także z rejonu olkuskiego. Badania nad tym zagadnieniem, podobnie jak nad materiałami z Poznania, są nadal w toku.

Na podstawie zgromadzonych danych można zatem stwierdzić, że Rybitwy funkcjonowały w XI w. jako lokalny, wysoko wyspecjalizowany ośrodek rzemiosła złotniczego. Zarówno poziom technologiczny, jak i różnorodność wykorzystywanych źródeł surowców wskazują, że miejsce to uczestniczyło aktywnie w szerszych sieciach produkcji i wymiany metali szlachetnych oraz gotowych wyrobów w obrębie Europy Środkowej.

Podziękowania

Serdecznie dziękujemy Katarzynie Pyżewicz za umożliwienie prowadzenia badań mikroskopowych. Prace badawcze zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu UMO-2016/22/M/HS3/00210.

Bibliografia

ANTOWSKA-GORĄCZNIK O., MIŚTA-JAKUBOWSKA E., CZECH-BŁOŃSKA R., SAWICKA J., KARASIŃSKI J.

Beyond Prestige Goods. Archeometric Study of Production Ceramics from Early Medieval Piast Rulers' Residence on Ostrów Tumski, Poznań (Poland), w przygotowaniu.

BANASZAK D.

2000 *Pozostałości domniemanej wczesnośredniowiecznej pracowni złotniczej ze stanowiska 12 w Rybitwach*, „Studia Lednickie”, t. 6, s. 45-67.

BIELICKI K.-H. AND TISCHENDORF G.

1991 *Lead isotope and Pb-Pb model age determinations of ores from Central Europe and their metallogenetic interpretation*, ‘Contributions to Mineralogy and Petrology’, t. 106, s. 440-461.

CHERNYSHEV I.V., GOLUBEV V.N. & CHUGAEV A.V.

2017 *Anomalous Lead Isotopic Composition of Galena and Age of Altered Uranium Minerals. A Case Study of Chauli Deposits, Chatkal-Qurama District, Uzbekistan*, ‘Geology of Ore Deposits’, t. 59 (6), s. 551-560.

DOI: 10.1134/S107570151706006X

CHURCH S.E., VAUGHN R.B.

1992 *Lead isotopic characteristics of the Cracow-Silesia Zn-Pb ores, southern Poland*, U.S. Department of Interior, U.S. Geological Survey Open File Report 92-393. <http://pubs.usgs.gov/of/1992/0393/report.pdf> [dostęp: 16.07.2025].

COFTA A.

1951 *Wyniki badań na grodzisku wczesnośredniowiecznym w Błoniu, pow. Grodzisk Mazowiecki w latach 1949-1951*, „Materiały Wczesnośredniowieczne”, t. 3, s. 1-51.

COFTA-BRONIEWSKA A.

1962a *Przeszłość Kruszwicy w świetle badań 1959 roku*, „Sprawozdania Archeologiczne”, t. 14, s. 227-243.

COFTA-BRONIEWSKA A.

1962b *Z zagadnień obróbki metali nieżelaznych*, „Slavia Antiqua”, t. 9, s. 273-299.

CZECH-BŁOŃSKA R., SIUDA R., MIŚTA-JAKUBOWSKA E., DUCZKO W.

2023 *Chemical composition of early mediaeval arsenic sulphide glass' beads as an indicator of the origin of the raw material*, ‘Journal of Archaeological Science. Reports’, t. 52. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104291>

DOLGOPOLOVA A., SELTMANN R., KONOPELKO D., BISKE YU.S., SHATOV V., ARMSTRONG, R., BELOUSOVA E., PANKHURST R., KONEEV R., DIVAEV F.

2017 *Geodynamic evolution of the western Tien Shan, Uzbekistan: Insights from U-Pb SHRIMP geochronology and Sr-Nd-Pb-Hf isotope mapping of granitoids*, ‘Gondwana Research’, t. 47, s. 76-109.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2016.10.022>

DUCZKO W.

2016 *...Civitas magna Sictone... O wczesnej historii najstarszego miasta Szwecji*, [w:] *Od Bachorza do Światowida ze Zbrucza. Tworzenie się słowiańskiej Europy w ujęciu źródłoznawczym. Księga jubileuszowa Profesora Michała Parczewskiego*, red. B. Chudzińska, M. Wojenka, M. Wołoszyn, Kraków-Rzeszów, s. 469-476.

DUCZKO W., MIŚTA-JAKUBOWSKA E., CZECH-BŁOŃSKA R.

2022 *Metale – Ozdoby – Historia. Relacje słowiańskich i skandynawskich elit w epoce wikingów/ Metals – Ornaments – History. Contacts of Slavic and Scandinavian Elites in the Viking Age*, Wrocław.

KARASIŃSKI, J., BULSKA, E., HALICZ, L., TUPYS, A., WAGNER, B.

2023 *Precise determination of lead isotope ratios by MC-ICP-MS without matrix separation exemplified by unique samples of diverse origin and history*, 'Journal of Analytical Atomic Spectrometry', t. 38 (4).

<https://doi.org/10.1039/D3JA00259D>

KAŹMIERCZYK J., KRAMAREK J., LASOTA Cz.

1975 *Badania na Ostrowiu Tumskim we Wrocławiu w 1973 roku*, „Silesia Antiqua”, t. 17, s. 183-220.

KAŹMIERCZYK J., KRAMAREK J., LASOTA Cz.

1976 *Badania na Ostrowiu Tumskim we Wrocławiu w 1974 roku*, „Silesia Antiqua”, t. 18, s. 177-225.

KERSHAW J., MERKEL S.

2023 *International Trade in Outland Resources. The Mining and Export of Lead in Early Medieval England in Light of New Isotope Data From York*, 'Medieval Archaeology', t. 67 (2), s. 249-282.

<https://doi.org/10.1080/00766097.2023.2262880>

KLAPPAUF L.

1989 *Auswirkung der Grabungen im frühmittelalterlichen Herrensitz Düna bei Osterode am Harz auf die Montanforschung im Harz*, 'Nachrichten aus Niedersachsen. Urgeschichte', t. 58, s. 171-184.

KÓČKA-KRENZ H.

1993 *Biżuteria północno-zachodnio-słowiańska we wczesnym średniowieczu*, Poznań.

KÓČKA-KRENZ H.

2006 *Pracownia złotnicza na poznańskim grodzie [w:] Świat Słowian wczesnego średniowiecza*, red. M. Dworaczyk, A.B. Kowalska, S. Moździoch, M. Rębkowski, Szczecin-Wrocław, s. 257-272.

KÓČKA-KRENZ H.

2015 *Złotnictwo w państwie pierwszych Piastów [w:] Dawna wytwórczość na ziemiach polskich*, red. Ł. Kaczmarek, D. Stryniak, Gniezno, s. 60-64.

KÓČKA-KRENZ H.

2020 *A goldsmith's workshop in the Poznań stronghold as an indication of cultural contacts between the Piast and Přemyslid dynasties*, „Historia Slavorum Occidentis”, t. 25 (2), s. 91-108.

LEHMANN R.

2011 *Archäometallurgie von mittelalterlichen deutschen Silberbarren und Münzen*, PhD Thesis, Leibniz Universität Hannover.

ŁASTOWIECKI M.

1996 *Archeologiczne badania naziemne na reliktach przyczółka mostu zachodniego (tzw. „poznańskiego”) na Ostrowie Lednickim – Rybitwy st. 12, „Studia Lednic-
kie”, t. 4, s. 247-260.*

MATHUR R., POWELL W., MIŚTA-JAKUBOWSKA E., DUCZKO W., CZECH-BŁOŃSKA R.,
BŁOŃSKI M., JANOWSKI A., ŻOŁĘDZIOWSKI K., JAGODZIŃSKI M., GÓJSKA A., KAMENOV G.

2024 *Isotopic metal compositions of Viking and medieval tin artifacts from Poland re-
veal expansive trade network*, 'Journal of Archaeological Science. Reports', t. 53.
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104296>

MERKEL S. W., FLORKIEWICZ I., JANSEN M., BODE M., WOŁOSZYN M.

2024 *Evidence for Slavic lead mining and trade: Early Rus' lead seals from Czeremno
and Gródek on the Polish Rus' border*, 'Journal of Archaeological Science. Re-
ports', t. 56.
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104539>

MIŚTA-JAKUBOWSKA E., DUCZKO W., KOWALSKA A.B., CZECH-BŁOŃSKA R., MATHUR R.,
GÓJSKA A., ROZMUS D., SIUDA R., OLESZAK D., BROJANOWSKA A., KLIMASZEWSKI J.

2024 *Amulets from Viking-age Baltic coast. A unique hoard from Piaski-Dramino
(Poland) in the light of provenance and technological research of silvercraft art*,
'Journal of Archaeological Science. Reports', t. 53.
<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104356>

MIŚTA-JAKUBOWSKA E., DZIEGIELEWSKI K., ROZMUS D., CZECH-BŁOŃSKA R., SZYMASZ-
KIEWICZ M., MICHNIK M., GÓJSKA A., KARASIŃSKI J., GARBACZ-KLEMPKA A., WAGNER B.
& DUCZKO W.

2024 *The first isotopic evidence of Early Iron Age lead ore exploitation in the Silesian-
-Krakow upland, Poland. A provenance study of Lusatian culture lead orna-
ments*, 'Archaeometry', t. 67, s. 552-569.
<https://doi.org/10.1111/arcm.13022>

MOZGAI V., VILLA I.M., BAJNÓCZI B., SZENTHE G.

2024 *The early medieval origins of copper ore extraction in the Carpathian Mounta-
ins*, 'Archaeological and Anthropological Sciences', t. 16.
<https://doi.org/10.1007/s12520-024-02060-y>

PAVLOVA G.G., BORISENKO A.S.

2009 *The age of Ag-Sb deposits of Central Asia and their correlation with other types
of ore systems and magmatism*, 'Ore Geology Reviews', t. 35, s. 164-185.
<https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2008.11.006>

PANKIEWICZ A.

2023 *Wrocław. Gród na Ostrowie Tumskim we wczesnym średniowieczu*, *Origines
Polonorum*, t. 18, Warszawa-Wrocław.

PANKIEWICZ A., MIŚTA-JAKUBOWSKA E., SIEMIANOWSKA S., CZECH-BŁOŃSKA R., BŁOŃSKI M., MATHUR R., KARASIŃSKI J., SIUDA R., ŻABIŃSKI G., GÓJSKA A.

2025 *Origins of medieval lead glass ornaments in Central Europe in the light of lead isotopic analysis of finds from Wrocław and Sypniewo (Poland)*, 'Journal of Archaeological Science', t. 176.

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2025.106168>

PANKIEWICZ A., SIEMIANOWSKA S., SADOWSKI K.

2018 *The problem of Metallurgy Development in Early Medieval Strongholds Based on Finds From Ostrów Tumski in Wrocław* [w:] P. Kouřil, R. Procházka et al., *Moravian and Silesian Strongholds of the Tenth and Eleventh Centuries in the Context of Central Europe*, Brno, s. 319-341.

RAUHUT L.

1959 *Sprawozdanie z badań wczesnośredniowiecznej osady rzemieślniczej we wsi Kamionka Nadbużna, pow. Ostrów Mazowiecki w 1957 r.*, „Wiadomości Archeologiczne”, t. 26 (1-2), s. 23-32.

ROGACZEWSKA A.

2005 *Osada wczesnośredniowieczna w Dąbrowie Górniczej – Strzemieszycach Wielkich, stanowisko 2*, [w:] *Osadnictwo nad Przemszą i Brynicą w średniowieczu*, red. J. Sperka, S. Witkowski, Sosnowiec-Cieszyn, s. 75-88.

ROZMUS, D

2014 *Wczesnośredniowieczne zagłębie hutnictwa srebra i łożowiu na obszarach obecnego pogranicza Śląska i Małopolski (2 połowa XI–XII /XIII w.)*, Kraków.

SAPRYKINA A., CHUGAEV A. V., PELGUNOVA L. A., RODINKOVA V. YE., STOLYAROVA D. A.

2017 *On Sources of Silver Imports into the Dnieper Region in the Early Middle Ages (by materials of Sudzha-Zamostie hoard)*, 'Stratum Plus', t. 5, s. 41-55.

SAWICKA J.

2023 *Warsztaty szklarskie. Nowe interpretacje* [w:] *Kruszwica wczesnośredniowieczna*, red. P. Urbańczyk, W. Dzieduszycki, J. Sawicka, *Origines Polonorum*, t. 16, Warszawa, s. 387-409.

SAWICKI T.

2018 *Pozostałości domniemanej wczesnośredniowiecznej pracowni złotniczej* [w:] *Gnieszno. Wczesnośredniowieczny zespół grodowy*, red. T. Sawicki, M. Bis, *Origines Polonorum*, t. 11, Warszawa, s. 355-361.

SCHREINER M.

2007 *Erzlagerstätten im Hronal, Slowakei: Genese und prähistorische Nutzung*, *Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft*, t. 3, Leidorf.

SÖDERBERG A.

2008 *Metall- och glashantverk*, [w:] *På väg mot Paradiset: arkeologisk undersökning i kvarteret Humlegården 3 i Sigtuna 2006*, *Meddelanden och Rapporter från Sigtuna Museum*, red. A. Wikström, t. 33, s. 97-130.

STEUER H.

- 2004 *Münzprägung, Silberströme und Bergbau um das Jahr 1000 in Europa – wirtschaftlicher Aufbruch und technische Innovation*, [w:] *Aufbruch ins zweite Jahrtausend. Innovation und Kontinuität in der Mitte des Mittelalters*, red. A. Hubel, B. Schneidmüller, *Mittelalter-Forschungen*, t. 16, Ostfildern, s. 117-149.

STOS-GALE Z.A.

- 1993 *The origin of copper based metals from the Roman period settlement of Jakuszwice in Southern Poland*, 'Journal of European Archaeology', t. 1 (2), s. 101-131.

SZCZAPOWA J.

- 1973 *Zasady interpretacji analiz składu szkła zabytkowego*, „Archeologia Polski”, t. 18, s. 15-72.

SZMONIEWSKI B., MIŚTA-JAKUBOWSKA E., CZECH-BŁOŃSKA R., PIASECKA K., PIASECKI A., BAGIŃSKA J., KARASIŃSKI, J.

The first isotopic analyses of non-ferrous metal objects from Poland dating to the 6th-7th centuries, w przygotowaniu.

TYLECOTE R.F.

- 1986 *The Prehistory of Metallurgy in the British Isles*, London.

WIKSTRÖM I. (RED.)

- 2008 *På väg mot paradiset. Arkeologisk undersökning i kvarteret Humlegården 3 i Sigtuna 2006*, Meddelanden och rapporter från Sigtuna Museum, vol. 33, Sigtuna.

<https://arkiv.sigtunamuseum.se/publikationer/arkeologiska-rapporter/meddelanden-rapporter/>

WIKSTRÖM I. (RED.)

- 2011 *Fem stadsgårdar. Arkeologisk undersökning i kv Trädgårdsmästaren 9 & 10 i Sigtuna 1988–90*, Meddelanden och rapporter från Sigtuna Museum, vol. 52, Sigtuna.

<https://arkiv.sigtunamuseum.se/publikationer/arkeologiska-rapporter/meddelanden-rapporter/>

WOJTASIK J.

- 1978 *Wyroby z metali kolorowych ze Srebrnego Wzgórza w Wolinie*, „Materiały Zachodniopomorskie”, t. 24, s. 115-157.

WAJDA S., MERKEL S. W., FLORKIEWICZ I., JANSEN M., MARCINIAK-MALISZEWSKA B., WAGNER B., WOŁOSZYN M.,

- 2024 *Early medieval lead glass bangles from Czeremno, Poland. Results of elemental and lead isotopes analyses*, 'Archaeometry', t. 66 (2), s. 306-325.

<https://doi.org/10.1111/arcm.12907>

ZARTMAN R.E., PAWLOWSKA J., RUBINOWSKI Z.

- 1979 *Lead isotopic composition of ore deposits from the Silesia – Cracow mining district*, [w:] *Research on the Genesis of Zinc-Lead Deposits of Upper Silesia, Poland*, „Prace Instytutu Geologicznego”, t. 95, s. 133-151.

ZBIERSKI A.

1959 *Wczesnośredniowieczne zabytki archeologiczne z Czermna nad Huczwą*, „Archeologia Polski, t. 4, s. 105-148.

The Origin of Raw Material in the 11th-century Goldsmith's Workshop in Rybitwy at the Site no. 12 near Ostrów Lednicki. Preliminary Research

S u m m a r y

This study presents the results of analyses conducted on ceramics associated with the processing of precious metals, recovered from a goldsmith's workshop in Rybitwy (site 12), located near Ostrów Lednicki—one of the key centers of the early Piast state. The ceramic material, previously largely interpreted as utilitarian, was re-evaluated as remnants of specialised goldsmithing tools—crucibles and cupellation plates—based on detailed technological analyses (XRF) and lead isotope analysis (MC-ICP-MS).

Among the examined fragments, features clearly indicating their role in metal processing were identified: glazed surfaces, metal alloy encrustations (mainly Pb, Ag, Cu, Au) and visible zones affected by high temperatures. Elemental distribution across cross-sections and the flow of molten metal along the surfaces further support the use of these forms in cupellation—a technique used to extract silver from lead. For one of the crucibles (no. 3), it was demonstrated that the silver was obtained through the melting of Arab dirhams, confirmed by lead isotope ratio analysis.

Comparison of the obtained isotopic data with reference lead ore databases indicates a dominant use of local raw materials from the Olkusz region and the Kraków Upland, a finding corroborated by results from other sites, including Ostrów Tumski in Poznań. Simultaneously, the presence of silver derived from dirhams reveals a complex supply system incorporating both local and imported sources. The Rybitwy data fit within a broader context of early medieval goldsmithing studies in Central and Northern Europe. For example, in Swedish Sigtuna, despite the dominance of Western European lead, admixtures originating from the Olkusz area and evidence of melting Arab coins have also been identified.

In light of these analyses, Rybitwy emerges as an important local center for precious metal processing, closely connected with larger production hubs and international trade networks. These findings expand our understanding of the technological diversity of goldsmithing and the sources of raw materials in the early Middle Ages, while highlighting the need for further comparative studies and expansion of isotopic databases.

Translated by Ewelina Miśta-Jakubowska

otrzymano (received): 20.06.2025; zrecenzowano (revised): 23.07.2025; zaakceptowano (accepted): 14.10.2025

dr Ewelina Miśta-Jakubowska

1. Narodowe Centrum Badań Jądrowych

ul. A. Sołtana 7

05-400 Otwock

e-mail: Ewelina.Mista@ncbj.gov.pl

 <https://orcid.org/0000-0002-0053-8711>

2. Uniwersytet Jagielloński

Instytut Archeologii

ul. Gołębia 11

31-007 Kraków

mgr Renata Czech-Błońska

Uniwersytet Jagielloński

Instytut Archeologii

ul. Gołębia 11

31-007 Kraków

e-mail: renata.czech-blonska@uj.edu.pl

 <https://orcid.org/0000-0002-7043-7246>

Władysław Duczko

dr Olga Antowska-Gorączniak

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Wydział Archeologii

ul. Uniwersytetu Poznańskiego 14

61-614 Poznań

e-mail: olgaag@amu.edu.pl

 <https://orcid.org/0000-0002-5732-4474>

dr hab. Marcin Szeliga

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

Wydział Historii i Archeologii

pl. M. Curie-Skłodowskiej 5

20-031 Lublin

e-mail: marcin.szeliga@mail.umcs.pl

 <https://orcid.org/0000-0002-8579-6911>

dr hab. Jakub Karasiński

Uniwersytet Warszawski

Wydział Chemii

Centrum Badawcze Nauk Biologicznych i Chemicznych

ul. Żwirki i Wigury 101

02-093 Warszawa

e-mail: jkarasinski@chem.uw.edu.pl

 <https://orcid.org/0000-0003-3143-9131>