

## *Zabytki kupieckie ze zbiorów Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy. Próba interpretacji analiz składu chemicznego*

---

Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, gromadząc zabytki z uważanych za jedno z pierwszych centrów powstającej państwowości polskiej (Buko 2006, s. 271–279), trzyma klucz do zrozumienia początków Polski. W niniejszym artykule<sup>1</sup> zostaną przedstawione wyniki analiz fizykochemicznych przeprowadzonych na wagach składanych i odważnikach pochodzących z grodów w Gieczu i na Ostrowie Lednickim, a także z cmentarzyska w Dziekanowicach. Wagi i odważniki to przedmioty w sposób jednoznaczny identyfikowane z wymianą handlową i rozwojem gospodarki pieniężnej. Potwierdzają zatem ważną rolę obu ośrodków. Są to przedmioty nienależące do często spotykanych, choć ich liczba systematycznie wzrasta. Wagi nie są również na obecnym etapie wiedzy przedmiotem datującym, a ich analizy typologiczne są utrudnione ze względu na różnorodny stopień zachowania. Wykorzystując analizę chemiczną, porównanie typologiczne i obserwację ornamentów, podjąłem próbę odnalezienia śladów pochodzenia wag. Podejmując badania, liczyłem, że przez skład metalu uda się zlokalizować i odtworzyć drogi napływu pojedynczych egzemplarzy wag na ziemię polskie. Najstarsze datowane znaleziska związane są z aktywnością skandynawską wzdłuż wybrzeża Bałtyku. Za skandynawskie uznawane są też pochówki z wyposażeniem handlowym w głębi lądu (Sowinki, Ciepłe, Bodzia). Jednak wagi i odważniki kojarzone są również z arabskim kręgiem kulturowym. Podróżnicy i kupcy arabscy opisują kraj Słowian, który wówczas widzieli i z którym prowadzili ożywioną wymianę handlową. Nie należy też zapominać o Słowiańszczyźnie jako o ziemi misyjnej, na której krzyżowały się wpływy chrześcijaństwa zachodniego i wschodniego. Za

---

<sup>1</sup> Artykuł został złożony w roku 2010. Jest pierwszym podsumowaniem programu badań wczesnośredniowiecznych zabytków brązowych z terenu Polski realizowanych w Laboratorium IAiE PAN pod kierunkiem dra inż. Zdzisława Hensla. Prowadzone przez kolejne lata badania, które znacząco powiększyły bazę źródłową analiz i weryfikowały ustalenia autora, będą przedmiotem szerszej publikacji.

akcją misyjną musiała iść działalność handlowa. By obraz zagadnienia był pełny, zwróć uwagę na niejednorodność rozwoju ziem polskich. Poszczególne krainy poddawane są okresowo różnym wpływom. Dlatego wnioski wynikające z badań składu chemicznego — szczególnie ze znikomej próby znalezisk z niewielkiego obszaru — są wnioskami cząstkowymi, aczkolwiek rozszerzającymi wiedzę nad trudnymi początkami Polski.

### *Metoda badawcza*

Na potrzeby artykułu będę wykorzystywał typologię przygotowaną przez Kazimierza Wachowskiego (1974, s. 187). Czas jej powstania, a także nowe znaleziska wskazują na potrzebę opracowania aktualnej typologii, która uwzględni ostatnie odkrycia. Przytaczam także ustalenia badacza niemieckiego Heiko Steuera (1997), który w swej pracy nie uwzględnił specyfiki polskich znalezisk.

Zabytki udostępnione do badań laboratoryjnych mieszczą się w grupie 1. (wag o występującym ornamentem żłobkowym bądź karbowanym) i w grupie 2. (wag o długości zbliżonej do typu 1. i kostkowatych zgrubieniach na belkach). Są to znaleziska wstępnie datowane na okres od IX do końca XI wieku (typ 1) i od połowy XI do końca XIII wieku (typ 2). Niestety, kontekst archeologiczny znalezisk z Giecza nie pozwala na wyznaczenie dokładniejszego datowania. Część zabytków wydobyto podczas badań ratowniczych cmentarzyska obok grodziska datowanego na 2. połowę XI–XII wieku. Natomiast zabytki pochodzące z grodziska zostały zadokumentowane w przemieszanej warstwie przykrywającej relikty palatium datowanego na koniec X wieku, należy więc przyjąć późniejszą chronologię i tych egzemplarzy (Buko 2006, s. 271–283).

W Laboratorium IAI PAN oznaczono zawartość 18 pierwiastków po dotarciu do czystej powierzchni metalu. Badania wykonywano metodą analizy spektralnej przy użyciu spektrometru fluorescencji rentgenowskiej i mikroskopu skaningowego. Specyfika badań metaloznawczych, szczególnie badań składu chemicznego, wymaga ostrożnego formułowania wniosków. Spowodowane jest to nierównomiernym rozkładem składników chemicznych, ale także składem stopu, który zależy od składu rudy, stopnia jej oczyszczenia, w końcu od stopnia oczyszczenia dodatków stopowych.

### *Wyniki analiz egzemplarzy wag*

W tabeli 1. zebrane zostały analizy składu chemicznego siedmiu wag pozyskanych do badań. Pierwszym elementem badania jest analiza jakościowa. Wykazała ona, że wszystkie zbadane egzemplarze wykonane zostały ze stopu mosiądzu. Jest to stop, który cechuje duża plastyczność i bardzo dobre właściwości odlewnicze, a także duża wytrzymałość. Odpowiednio wysoka zawartość cynku (powyżej 15%) nadaje przedmiotom złotawą barwę. Stopy mosiądzu wykorzystywano na szeroką skalę od I w. n.e. w warsztatach Cesarstwa Rzymskiego (Craddock 1978, s. 9). Kluczem do

Tabela 1. Wyniki analiz składu chemicznego składanych wag z brązu

	15444	15446	15920	15451	15919	15448	15450
Cu	83,20	84,19	80,99	84,02	83,70	79,78	74,43
Al	0,14	0,37	0,06	0,19	0,04	0,22	17,00
Si	0,47	0,58	0,13	0,39	0,09	0,39	0,50
Ti	0,00	0,06	0,00	0,03	0,10	0,04	0,02
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Mn	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	0,71	0,51	0,45	0,75	0,16	0,50	1,05
Ni	0,00	0,17	0,00	0,00	0,07	0,12	0,00
Zn	9,83	10,15	13,92	10,97	11,31	10,01	10,93
As	0,22	0,47	0,00	0,31	0,73	0,26	0,20
Ag	0,00	0,57	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00
Sn	3,06	0,99	1,23	0,65	0,00	0,71	1,31
Sb	0,00	0,45	0,07	0,03	0,00	0,00	0,02
Pb	2,22	0,92	2,85	2,41	3,55	7,18	10,05
Au	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
S	0,05	0,14	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Bi	0,05	0,38	0,00	0,16	0,00	0,74	1,01
P	0,00	0,00	0,21	0,00	0,20	0,00	0,00

Źródło: Analizy zostały wykonane przez Elżbietę Pawlicką w Laboratorium IAiE PAN w Warszawie. Zawartości podane w procentach wagowych. Suma wszystkich składników wynosi 100%.

udanego procesu wytopu mosiądzu, było kontrolowanie wysokości temperatury, by szybciej parujący cynk zdążył zmieszać się z rudą miedzi. Według zachowanego opisu pochodzącego z książki *Schedula Diversarum Artium* mnicha Theophilusa, datowanej na XII wiek, technologia produkcji polegała na umieszczeniu w zamkniętym tyglu: rudy miedzi, rudy cynku i węgla. Opis ten jest zbieżny z przekazami pisarzy starożytnych — Pliniusza Starszego i Dioskuridesa. Badacze metalurgii są zgodni, że wraz z upadkiem Cesarstwa Rzymskiego przestało działać wiele ośrodków produkcji i kopalń surowców (McCormick 2009, s. 51–63). Znacząco zmniejszyło się również zapotrzebowanie na wyroby z brązu. Technologia produkcji mosiądzu przetrwała najpewniej w niewielkich warsztatach, a powszechny już od starożytności zwyczaj przetapiania złomu brązowego, w tym mosiądzów, jest wytlumaczeniem dla obecności cynku w wyrobach datowanych na V–IX wiek. Rozwój średniowiecza, handlu, rosnące zapotrzebowanie na wyroby ze stopów miedzi spowodowało ponowny rozwój metalurgii. W rolę eksporterki techniki mogły wcielić się warsztaty arabskie, z basenu Morza Śródziemnego, które specjalizowały się w wyrobach z mosiądzu (Al-Saad 2000, s. 390, Forshell 1992, s. 31). Mosiądze były też przedmiotem wymiany handlowej, najczęściej w postaci profilowanych prętów o wysokiej zawartości cynku. W tej postaci jako półprodukty mogły docierać do mniejszych warsztatów miejscowych (Elsner 2004). Czy właśnie tak wyglądała produkcja wag w Gieczu i na Ostrowie Lednickim?

By spróbować odpowiedzieć na to pytanie, potrzebna jest analiza ilościowa, a następnie skonfrontowanie jej z wynikami analizy archeologicznej. Takie podejście do badań fizykochemicznych pomoże uzyskać najtrafniejsze wnioski. Najpierw przyjrzymy się zawartościom pierwiastków szkodliwych dla właściwości stopu: antymonowi, arsenowi i bizmutowi. Zabytki grupują się według czterech podobnych, ale jednak różnych zawartości tych pierwiastków. Najliczniejsza grupa skupiająca cztery egzemplarze (ryc. 1.: CL: 15444, 15448, 15450, 15451)<sup>2</sup> charakteryzuje się



Ryc. 1. Ramiona wag składanych z Giecz: a) CL 15446, inw. 143/60, b) CL 15448, inw. 44/02, c) CL 15450, inw. P167/07, d) CL 15451, inw. P275/07, e) CL 15444, inw. 423/50; fot. M. Gmur; Archiwum IAiE PAN

<sup>2</sup> W tekście posługuję się numerami CL, nadanymi wagom w laboratorium IAiE PAN, numery inwentarzowe umieszczone są na rycinie 2.

niewielką zawartością arsenu i bizmutu, przy niemal zerowej obecności antymonu. Pozostałe egzemplarze tworzą pojedyncze grupy. Wyróżnia się zabytek CL 15446 o podobnym poziomie trzech analizowanych pierwiastków oscylującym wokół 0,40%. Zabytek CL 15919 o wysokim poziomie arsenu i zabytek CL 15920, w którym oznaczono jedynie setne udziału antymonu. Najliczniejsza grupa to zabytki znalezione wyłącznie na grodzie gieckim. Mimo że reprezentują oba zaznaczone wcześniej typy, tj. z karbowaniem i zgrubieniami, mogłyby pochodzić z jednej pracowni, tudzież być wykonane z jednego metalu. Wskazuje na to również dość niedbale wykonany ornament na beleczkach. Żłobki w tych egzemplarzach są tylko lekko zarysowane, daleko im do misternie zakończonych beleczek wagi CL 15446, która wyróżnia się też innym składem metalu. Wiele wskazuje na istnienie w Gieczu warsztatu odlewniczego, w którym wraz z rozwojem zapotrzebowania i gospodarki spróbowano wykonać narzędzia pracy kupców wędrownych. Niestety pierwsze próby, choć zakończyły się wytworzeniem przedmiotu, nie zadowolili poczucia estetyki. Kolejne dwa egzemplarze z tej samej grupy mają wyższy poziom ołowiu. Jego dodatek do stopu obniżał temperaturę topnienia stopu, gdyż ta dla ołowiu wynosi 327,5 °C. Korzystnie wpływał też na lejskość i gęstość stopu, natomiast ze względu na nierozpuszczalność w miedzi i krystalizowanie się na granicy ziaren obniżał wytrzymałość i powodował zwiększoną kruchość stopu podczas wyklepywania. Nieznaczne dodanie ołowiu ułatwiło wykonanie ornamentu, choć wciąż nie jest on tak misterny jak na niektórych egzemplarzach znanych z terenu Polski.

Zabytki pozyskane z Ostrowa Lednickiego są wykonane z dwóch różnych metali. Reprezentują dwa typy w ramach grupy 1. i również ich ornament nie jest wykończony. Niestety, bez dalszych badań porównawczych nie da się wiele więcej powiedzieć. Podsumowując tę część analiz, należy stwierdzić, iż wagi produkowano nie z przypadkowego stopu, lecz był on przemyślaną recepturą średniowiecznego odlewnika, który chciał otrzymać mosiądz o złotej barwie, tak by przedmiot się podobał, a jednocześnie był odporny na korozję i wystarczająco wytrzymały, by przetrwać trudne warunki podróży (Sperber 1988, s. 165). Przymioty te uzyskiwano najprawdopodobniej drogą kucia wcześniej odlanych profilowanych prętów. Ostateczny kształt nadawano, wykorzystując technikę cyzelowania. Nie można wykluczyć odlewania niektórych egzemplarzy, niestety dotychczas nie odnotowano archeologicznych pozostałości odpowiednich form odlewniczych (glinianych, kamiennych, na wosk tracony). Natomiast uchwyty i szalki wag wykonane z cienkiej blachy wytwarzano techniką cięcia. Wiele wskazuje na miejscowe pochodzenie zabytków z Gieczy i Ostrowa Lednickiego, z wyjątkiem CL 14446, którego pochodzenie musi być przedmiotem dalszych badań, a należy uznać go za import.

Porównując dotychczas zebrane analizy innych przedmiotów: kabłączków skroniowych, obrączek, dzwonek, pochodzących z cmentarzyska w Dziekanowicach, widać znaczące różnice w stopach używanych do produkcji poszczególnych kategorii zabytków. Świadczy to o dobrym rzemiośle odlewnika. Kabłączki wykonane są

zazwyczaj z miedzi stopowej, wytrzymałej i plastycznej, doskonale nadającej się do formowania zagieć. W grupie 39 wyników analiz kabłączków poziom zawartości cynku ponad 2% (która to zawartość wskazuje na charakter intencjonalny) odnotowano w 10 egzemplarzach (w szerokich granicach 2–25% zawartości Zn). Na inne źródło metalu wskazuje również prawie zerowa obecność arsenu, podczas gdy w stopach węg zaobserwowano jednak śladowe ilości tego pierwiastka. Przyjmując za pewnik, że wyrób kabłączków skroniowych był prosty i powszechny, należy przyjąć, że są to wytwory głównie miejscowej produkcji i że ich skład chemiczny odzwierciedla najbardziej popularny metal dostępny w regionie. Kabłączki niepasujące do zaobserwowanego składu chemicznego mogą być świadectwem podróży czy kontaktów handlowych ich właścicieli. Według tego obrazu wagi składane, zadokumentowane w Gieczu i na Ostrowie Lednickim, musiały być importami. Z drugiej strony, zaobserwowana wysoka specjalizacja składu stopów wśród kabłączków (głównie miedź stopowa) i innych ozdób (dzwoneczki i pierścionki — stopy mosiądzu) nie skreśla w sposób pewny wcześniejszej hipotezy o prawdopodobnej produkcji kilku wag w warsztacie odlewniczym w Gieczu. Problem ten będzie stanowił podstawę dalszych badań analitycznych w laboratorium, po uzyskaniu dostępu do większej liczby wyników, nieograniczonych tylko do zabytków pozyskanych do badań w Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy<sup>3</sup>.

### *Wyniki analiz odważników*

Oddzielną kwestią pozostają badania odważników. Przedmioty te znajdujące w znacznej liczbie na osadach, a także na cmentarzach, dostarczają wiedzę, którą możemy podzielić na kilka kategorii. Przynajmniej w pierwszym otrzymujemy informację metrologiczną, czyli jak dany odważnik pasuje do systemów wagowych wczesnego średniowiecza na ziemiach polskich i co o nich mówi. Następnie odważniki mogą wskazywać na domniemaną rolę pochowanego z nimi człowieka. Ich zadokumentowanie pozwala także rozpoznać pracownię złotniczą (Czersk — Rauhutowa 1976 s. 95–96), czy też domy kupców (Baranowski 2000, s. 616; Wachowski 1974, s. 193–194; Wachowski, Kamińska 1993, s. 80).

Na ziemiach polskich odważniki pojawiają się tuż po lub wraz z napływem pieniądza kruszcowego, w początku IX wieku (Łosiński 1988). Dotychczasowe ustalenia badaczy wskazują na nadmorskie ośrodki handlowe jako miejsce, gdzie pojawiły się po raz pierwszy i występują w znacznych nieraz ilościach. Większa liczba znalezisk z głębi ziem polskich przypada dopiero na koniec X i trwa do XII wieku. Są to przedmioty pochodzące z grodów, osad, jak i odkrywane w wyposażeniu grobowym. Największe wartości poznawcze dla rozważań metrologicznych mają odkrycia zestawów odważników. Liczba takich znalezisk w Polsce w porównaniu do krajów skandynawskich jest znikoma. Ogranicza się do opublikowanych

<sup>3</sup> Po zredagowaniu tekstu w Laboratorium przebadano jeszcze dwa fragmenty wag ze zbiorów Muzeum.

znalezisk grobowych z Sowinek, Ciepłego i depozytu z Wrześnicy (Krzyszowski 1997, Maleszka 1998, Kara 1998)<sup>4</sup>.

Znaleziska z Giecza i Dziekanowic należą do zabytków zadokumentowanych pojedynczo. Do badań w laboratorium skierowano 32 odważniki (ze względu na zły stan zachowania nie udało się poddać analizie wszystkich dostępnych zabytków<sup>5</sup>). Były to głównie odważniki beczułkowate o spłaszczonych biegunach o różnym stopniu zachowania. W klasyfikacji Steuera (1997) noszą wspólne oznaczenie jako typ B, choć, jak zauważa Wachowski, nie uwzględniono w tej klasyfikacji częstych w Polsce form nieoznakowanych (Wachowski 2006 s. 359). Steuer za najwcześniejsze formy B1, datowane od 880/900 roku, uznaje formy odważników, których cechowanie przybiera formę kropek łączonych esowatą linią lub inne z wzorem przypominającym litery arabskie znane z monet (Sperber 1996, s. 96–101). Znakowanie dopełniane jest pojedynczym lub podwójnym pierścieniem kropek, tzw. otokiem. Stopniowo naleciałości orientalne zanikają i późniejsze formy odważników B1 (środkowe — datowane od końca X do połowy XI wieku i późne formy datowane od połowy XI do XIII wieku) charakteryzuje zanik linii łączących punkty, wraz z częstym zanikiem otoku.

Do następnego typu, odważników B2, należą okazy beczułkowate o zwiększonej wysokości w stosunku do średnicy biegunów. Badacze przypuszczają, że część z nich mogła być wyrabiana lokalnie w związku z rozpoczęciem przez Bolesława Chrobrego wybijania rodzimej monety i zaadaptowaniem odważników orientalnych do systemu wagowo-pięniężnego opartego na funcie karolińskim (Suchodolski 1982, s. 11). Kolejne typy odważników typu B3 i B4 posiadają charakterystyczny dwustożkowaty kształt i wiązane są ze Skandynawią. Wzdłuż wybrzuszenia często obserwowany jest dookólny rowek. Ramy chronologiczne występowania tych typów określono na połowę XI–XIII wieku. W grupie odważników z analizowanego zbioru znalazły się dwa odważniki kuboocktaedryczne, określane jako typ A. W poniższych rozważaniach ograniczę się jednak jedynie do zaprezentowania ich na tle typów B1 i B2, które stanowiły większość materiału poddanego analizie składu chemicznego. Pominę również rozważania, jak dalece uprawnione jest wiązanie wszystkich zbadanych odważników z konkretnym systemem wagowym. W sposób wyczerpujący to zagadnienie i jego złożoność przedstawił ostatnio Wachowski (2006, s. 359–364), dodam tylko kilka uwag natury ogólnej.

Charakterystyczna budowa odważników wczesnośredniowiecznych polegająca na złączeniu w jednym przedmiocie dwóch metali, żelaznego jądra i cienkiej otuliny ze stopu brązu, jest problemem dla współczesnych badaczy. W odważniku

---

<sup>4</sup> Badaczka grodziska „Piotrówka” w Radomiu, Ewa Kierzkowska-Kalinowska informowała o odnalezieniu w roku 1970 zdeponowanej w płóciennym worku wagi szalkowej z zestawem odważników. Niestety zabytki te zaginęły.

<sup>5</sup> Do badań w Laboratorium Bio-i Archeometrii (dawniej Zakładzie Nauk Stosowanych) wypożyczono ze zbiorów Muzeum, łącznie 45 odważników. W zestawieniach wykorzystano analizy wykonane na potrzeby publikacji cmentarzyska w Dziekanowicach w tym samym Laboratorium (Wrzesińska, Wrzesiński 2006). Ogółem, w zestawieniach wykorzystano 34 zabytki.

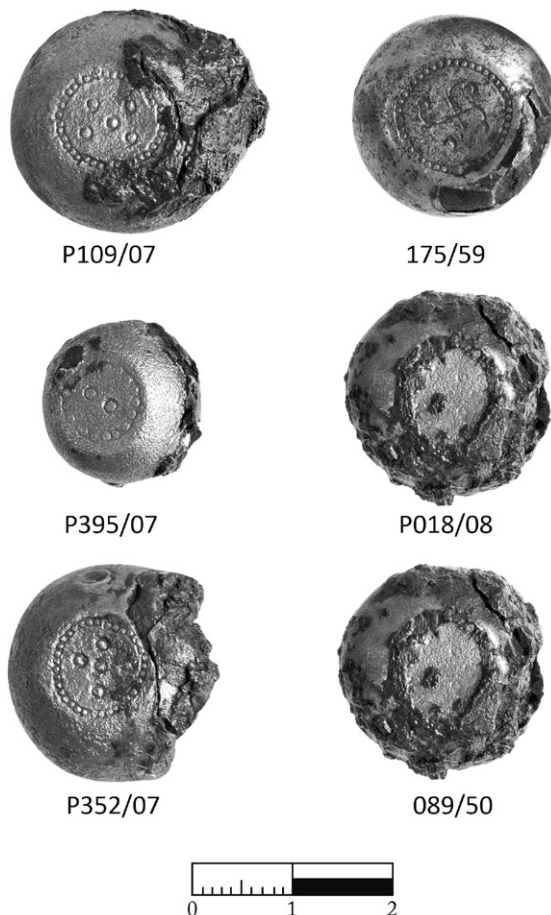
zdeponowanym w ziemi, narażonym na wilgoć, zachodzą procesy związane z korozją galwaniczną. Zaobserwowano, że zazwyczaj pierwsze ślady korozji występują na styku koszulki brązowej leżącej na biegunie odważnika z jego bokiem. W tym miejscu powłoka brązowa jest najcieńsza, tudzież występują mikroskopijne otwory, przez które wilgoć dostaje się do żelaznego jądra. Żelazo, jako metal mniej szlachetny od brązu, koroduje szybciej, powodując stopniowe rozsadzanie brązowej otuliny (ryc. 2.). Często produkty korozji same zamykają dostęp wilgoci do jądra odważnika, co powoduje znaczne spowolnienie procesów destrukcji wewnątrz odważnika, natomiast procesy korozji brązu postępują swoim znacznie wolniejszym rytmem, nie naruszając struktury przedmiotu. Przy uszkodzonym odważniku dokładne ustalenie jego pierwotnej wagi i objętości jest zadaniem żmudnym, z dużym marginesem błędu. Do trudności z ustaleniem pierwotnego ciężaru odważnika dochodzą trudności typologiczne związane z brakiem cechowania lub niemożnością jego odczytania. Nie inaczej jest i w badanym zbiorze. Cechowanie wystąpiło co prawda na 20 analizowanych egzemplarzach, lecz tylko na połowie z nich uzyskano informację z obu biegunów. Podobnie jak w omówionym wyżej przypadku znalezisk wag, nie ma dokładnych przesłanek datujących odważniki. Należy założyć, że były obecne podczas funkcjonowania obu ośrodków, począwszy od końca X w do końca XII, a nawet XIII w. Jak wykazuje Wachowski (2006 s. 360), wywodzące się z orientu odważniki związane z jednostką wagową rzędu 3,4–4,25 g zostały zaadaptowane do pierwszego polskiego systemu wagowego opartego na karolińskim funcie o wadze 408 g (Kiersnowski 1960). Kombinacje odważników pozwalały na odważanie potrzebnych ciężarów na wadze składanej. Niezmiernie trudno jest zakwalifikować część odważników z ziem polskich do poszczególnych typów B1, B2. Wydaje się, że decydujące dla naszych znalezisk przy określaniu odważnika jako należącego do typu B1 jest występowanie ornamentów orientalizujących i wysoki standard wykonania, w mniejszym stopniu badacz powinien kierować się kształtem odważnika. Typologia Steuera pokazuje drogę rozwoju kształtów i ornamentów. Jasne jest jednak, że nie są to ramy sztywne. Obserwując znaleziska z kolekcji MPP na Lednicy, wielokrotnie stawałem przed dylematem typologicznym. Natomiast brak jednolitego standardu publikacji takich znalezisk nie pomaga w rozwiązaniu tego problemu badawczego i dalszych badaniach porównawczych.



Ryc. 2. Schemat działania korozji na odważniki żelazne w brązowych koszulkach; wg Sperber 1996, fig. 4.3



Przynajmniej jeden z analizowanych odważników wykazuje cechy typu B1. Egzemplarz z Giecza o nr. inw. 175/59 jest cechowany na jedynym zachowanym biegunie czterema znakami połączonymi linią (ryc. 3.). Zwraca uwagę także staranne wykonanie otoku. Pozostałe dobrze ujawniające cechowanie zabytki o nr. inw. 109/07 i P352/07 mają delikatnie zarysowany otok i po pięć punktów na biegunach. Odpowiednio na jednym i na dwóch. Obecna waga to 38,51g i 31,18 g. Ciekawym zabytkiem jest częściowo uszkodzony odważnik z pięciopunktowym cechowaniem na obu biegunach o nr. inw. 089/50. W tym przypadku otok przyjął postać niewielkich trójkątów skierowanych wierzchołkiem ku środkowi bieguna. Zachowany w dobrym stanie pozwala rekonstruować ciężar jednostki wagowej na około 3,88 g. Łącznie pięć punktów, ale podzielonych na dwa bieguny posiada odważnik o nr. inw. P395/07. Przy obecnym ciężarze odważnika rekonstrukcja jednostki wagowej musiałaby wynosić około 3,2 g.



Ryc. 3. Odważniki o charakterystycznym cechowaniu pochodzące z Giecza; fot. M. Gmur; Archiwum IAiE PAN

Cztery odważniki posiadają cechowanie czterech punktów, rozłożone po dwa na każdym z biegunów: nr inw.: 44/97, 201/03, 3/00 i odważnik o nr. inw. P018/08, który jednak nie jest odważnikiem beczułkowatym, lecz uciętym stożkiem. Rekonstrukcja wagi pozwoliła na określenie ciężaru jednostki wagowej na 4,07–6,35 g. Po dwa punkty na jednym biegunie i brak cechowania na drugim biegunie zaobserwowano na trzech odważnikach. Ich wielkość przemawia raczej za przynależnością do typu B2, a stan zachowania pozwala na określenie wagi i przybliżonej jednostki wagowej w przedziale 8,05–12,31 g. Nieznacznie mniejszą wagę ma jedyny odważnik (nr inw. 4/03) o jednym punkcie na biegunie, a mianowicie 7,90 g. Liczną grupę stanowią odważniki, na których nie zarejestrowano żadnego znaku cechowania. Do takiej grupy zaliczono aż osiem zabytków, o różnym stopniu zachowania i rekonstruowanej wadze w przedziale od 8,67 do 39,30 g. Mimo że na części pozostałych odważników wystąpiło cechowanie, jest ono czytelne jedynie lokalnie albo na jednym z biegunów. Stąd użyteczność tych obiektów do badań metrologicznych jest wątpliwa.

Dwa odważniki kubooktaedryczne mają zbliżoną wagę — 4,37 i 5,29 g. Zdobione są pojedynczymi punktami z wciąż widocznymi śladami otoku. Całość zbioru odważników prezentuje tabela 2.

Należy zaznaczyć, że nie ustalono dotychczas metod produkcji odważników. Badacze szwedzcy sugerują zanurzanie gotowego żelaznego jądra w roztopionym stopie (Sperber 1996, s. 28). Żelazne jądro uzyskiwano na drodze kowalnej, dzięki czemu stosunkowo łatwo kontrolowano jego ciężar. Tak przygotowany półprodukt zanurzano w stanie rozgrzania w roztopionym stopie brązu, posługując się szczypcami. Zanim odważnik ostygł, brąz pokrywał żelazne jądro, lecz mógł także minimalnie się przemieszczać, powodując miejscową cienkość powłoki, narażając ją na przyszłą korozję w tych miejscach. Pokrywanie brązową otuliną mogło też być swoistym sposobem na korekcję wagi odważnika. Inną metodę produkcji, popartą archeologią eksperymentalną, zaproponował Anders Söderberg. Żelazny rdzeń miałby być obłożony fragmentami blachy brązowej, owinięty tkaniną i oblepiony gliną. Tak przygotowany pakiet wypalano. W wyniku działania wysokiej temperatury tkanina wypalała się, a fragmenty brązu stapały się, tworząc brązową powłokę (Söderberg 2006, s. 68). Innym problemem, który warto zasygnalizować, jest kwestia cechowania. W jakim stopniu interpretowane przez nas punkty rzeczywiście są wyrażeniem wielokrotności podstawowej jednostki wagowej, a w jakim mogą stanowić kolejne oznaczenie w zestawie odważników indywidualnego kupca? Wątpliwość dotyczy przede wszystkim odważników o niepełnym cechowaniu, odbiegającym od wzorców orientalnych.

Zły stan zachowania zabytków stanowił również przeszkodę w analizach składu chemicznego. Silnie korodujące żelazo mogło wpływać w niektórych przypadkach na skład procentowy i zawyżać poziom w stosunku do pierwotnego składu. Podczas pomiarów udało się ten błąd wyeliminować, tak że nie oddziałuje na ogólny obraz wyników. W tabeli 3., w której zgrupowano wyniki analiz powłok brązowych, widać wyraźnie większą różnorodność pierwiastków, ich zawartości procentowej

Tabela 2. Wybrane, ujęte w artykule odważniki z Giecza, Dziekanowic i Lednicy, ich cechowanie i obecny ciężar

Nr inw.	Nr CL	Waga w gramach	biegun 1	biegun 2	średnica w mm	wysokość w mm	uwagi
211/98	11895	8,67	0	0	15	12	
196/98	11899	24,62	2	0	18	14	
089/50	15447	38,79	5	5	23	18	
175/59	15452	26,22	4	x	21	16	
104/01	15454	10,76	0	0	15	11	
002/02	15455	19,87	0	0	17	14	
248/04	15456	12,98	1	x	15	11	bez żelaznego jądra
P260/06	15457	13,10	0	x	15	12	
P110/07	15462	19,22	0	0	19	14	
P240/07	15464	10,63	1	x	14	12	
P276/07	15466	24,01	2	x	19	14	
P278/07	15468	20,66	0	0	20	16	
P352/07	15469	31,18	5	5	23	18	
P394/07	15471	39,79	*	x	23	17	
P395/07	15472	16,19	3	2	16	14	
P396/07	15473	8,40	1	x	14	11	
P018/08	15476	25,40	4	0	21	14	
44/97	15902	16,15	2	2	16	13	
49/00	15903	16,10	2	0	16	15	
3/00	15904	18,50	2	2	17	14	
135/01	15905	17,83	2	0	17	14	
4//03	15906	7,90	1	0	12	11	
19/93	15908	12,52	x	x	16	13	
146/01	15909	15,50	0	0	17	14	
198/95	15910	32,52	0	0	22	19	
86/99	15911	22,97	3	x	18	16	
103/02	15912	5,37	x	x			kubooktaedryczny
17//03	15913	4,39	x	x			kubooktaedryczny
78//04	15914	16,41	1	x	17	14	
68//05	15916	9,45	1	x	14	13	
6//02	15917	5,90	x	x	16	14	
201/03	15918	23,49	2	2	17	12	ołów
P109/07	15461	38,51	5	x	23	17	
P111/07	15463	39,30	0	0	22	19	

Źródło: Zestawienie autora; x oznacza niemożność obserwacji, \* oznacza inne zdobienie.

niż w przypadku wag. Jest to zrozumiałe, jeśli założymy, że wykonanie brązowej powłoki odważnika nie przedstawiało większej trudności technicznej dla ówczesnego rzemieślnika. Nie szukał on odpowiedniej receptury stopu, gdyż odważniki nie miały określonych właściwości fizycznych, oprócz poprawnego ciężaru. Stąd znaczny rozrzut wyników widoczny w udziale cyny. Zawartość tego pierwiastka występuje w trzech głównych przedziałach: poniżej 1% (21 egzemplarzy), do 10% z przewagą rezultatów zbliżonych do 5% (11 egzemplarzy) i dwa egzemplarze z zawartością od 13 do 21% Sn w stopie. Udział cynku kształtuje się w następujące grupy: pierwsza zawierająca do 1% Zn (trzy egzemplarze), druga o zawartościach cynku w przedziale 1–15% Zn (30 przedmiotów) i trzecia, do której przyporządkowano jeden odważnik z zawartością ponad 20% Zn. Znaczne różnice występują w zawartości ołowiu, który był cenionym dodatkiem stopowym obniżającym temperaturę i zwiększającym leżność stopu. Wyróżniono grupy zawierające do 6% Pb (14 zabytków), od 6 do 10% (13 zabytków) i od 12 do 18% (sześć zabytków). Jeden odważnik wykonany został całkowicie z tego pierwiastka.

Wszystkie stopy cechuje dość wysoka rafinacja pozostałych pierwiastków. Świadczy to o dobrym przygotowaniu rudy do wytopu. Z charakterystyki chemicznej wyłania się obraz mosiądzu jako głównego metalu wykorzystywanego do produkcji koszulek brązowych. O próbach miejscowej produkcji świadczy obecność odważników odlanych całkowicie z brązu i ołowiu. Znaczna zawartość cyny doskonale nadawała się do takiego próbnego wytopu. Zastanawiające jest skupienie o dużej (ponad 12%) zawartości ołowiu w kilku zabytkach z Dziekanowic. Ołów jako surowiec tańszy zastępował cynę i cynk. Uzyskany stop miał nieznacznie mniejsze właściwości technologiczne, a był łatwiejszy w wytopie. W świetle pozyskania tych zabytków jako darów grobowych rodzi się pytanie, czy te odważniki kiedykolwiek pełniły rolę handlową? Ich skład chemiczny wskazuje na pośpieszne wykonanie, a ich obecność w jamach grobowych, szczególnie pojedynczych egzemplarzy, byłaby wynikiem jedynie manifestacji pozycji społecznej. Odważniki produkowane w takim celu nie musiały przypuszczalnie spełniać norm wagowych ani być zdobione według przyjętego systemu. Jest to wyłącznie hipoteza wymagająca badań porównawczych.

W poszukiwaniu grup metalu uzyskane rezultaty opracowywano w dendrogramach dzielących wyniki pod względem zawartości różnych pierwiastków, szkodliwych dla właściwości stopu jak antymon i arsen albo złoto, które przechodzi do stopu z rudy miedzi (Niewęgłowski, Hensel 1997, s. 75). Przeciwno wyciąganiu daleko idących wniosków przemawia nieliczna reprezentacja zabytków, pochodzących z 3 miejscowości. Uprawnione są jednak wnioski cząstkowe wskazujące również dalszy kierunek badawczy i potrzebę badań fizykochemicznych. Zasadniczo rysuje się podział między zabytkami pochodzącymi z Giecza i Dziekanowic. Zabytki z Giecza występują głównie w grupie o niskiej bądź zerowej zawartości pierwiastków szkodliwych. Nie tworzą jednak spójnego obrazu surowca, nawet podobne na jednym poziomie okazują się niejednorodne na poziomie zawartości cyny i cynku, co wyklucza ich jednoczesną produkcję, choć nie wyklucza pochodzenia z jednego

warsztatu. Odważnik z ornamentem orientalnym pochodzący z Giecza, wyróżnia się brakiem szkodliwych domieszek i zawartością złota. Zabytki z Dziekanowic, oprócz już wspomnianej wyżej znacznej zawartości ołowiu, mają wyższy poziom pierwiastków szkodliwych. Trzy egzemplarze występują w grupie skupiającej As i Sb. Ze względu na utrudnione analizy typologiczne nie jest możliwe przypisanie jednego metalu do konkretnego typu odważnika.

Jak wynika z powyższych rozważań, charakterystyka składu chemicznego stopów wybranych zabytków może wnieść nowe fakty do znajomości kultury wczesnego średniowiecza. Należy jednak uzyskane wyniki konfrontować z analizą typologiczną i archeologiczną. Nie można też zapominać o ograniczeniach metod chemicznych, ostrożnie formułując wnioski. Podstawę badań powinno stanowić zdobycie jak największej próby zabytków. Mimo swych rozmiarów zbiór zabytków pozyskany do badań z MPP przyniósł ciekawe rezultaty dotyczące stopu wykorzystywanego do produkcji wag i odważników, czyli mosiądzu. Zabytki odbiegające składem od szerszego tła to najpewniej importy. Zasygnalizowano odrębność technologiczną pomiędzy niektórymi zabytkami z Giecza i Dziekanowic, co sugeruje ich miejscową produkcję wykorzystującą różne źródła metalu. Kwestią dalszych badań będzie skupienie zabytków o wysokiej zawartości ołowiu wśród znalezisk grobowych. Zakończę zatem postulatem rozszerzania bazy analiz chemicznych zabytków wczesnośredniowiecznych. Dostępne dziś metody badawcze pozwalają na nieinwazyjne oznaczanie składu chemicznego, a większa próba to miarodajne wyniki badawcze.

## Bibliografia

AL-SAAD Z.

2000 Technology and Provenance of a Collection of Islamic Copper-Based Objects as Found by Chemical and Lead Isotope Analysis, *Archaeometry*, vol. 42, s. 385–397.

BARANOWSKI T.

2000 Miary i wagi wczesnośredniowiecznego Kalisza [w:] A. Buko, P. Urbańczyk (red.), *Archeologia w teorii i praktyce*, Warszawa, s. 611–620.

BUKO A.

2006 *Archeologia Polski wczesnośredniowiecznej*, Warszawa.

CRADDOCK P.T.

1978 The Composition of the Copper Alloys Used by the Greek, Etruscan and Roman Civilizations. Origins and Early Use of Brass, *Journal of Archaeological Science* 5, s. 1–16.

ELSNER H.

2004 *Haithabu: Schaufenster einer frühen Stadt*, Neumünster.

FORSHELL H.

1992 The Inception of Copper Mining in Falun, Stockholm.

KARA M.

1998 Wczesnośredniowieczny grób uzbrojonego kupca z miejscowości Ciepłe na Pomorzu Gdańskim, w świetle ponownej analizy chronologicznej [w:] H. Kóčka-Krenz i W. Łosiński (red.), *Kraje słowiańskie we wczesnym średniowieczu*, Profanum i sacrum, Poznań, s. 505–525.

KIERSNOWSKI R.

1960 *Pieniądz kruszcowy w Polsce średniowiecznej*, Warszawa.

KRZYSZOWSKI A.

1997 Frühmittelalterliches Grab eines Kaufmannes aus Sowinki bei Poznań in Grosspolen, *Germania*, Bd. 75, Mainz, s. 639–641.

ŁOSIŃSKI W.

1988 Chronologia napływu najstarszej monety arabskiej na terytorium Europy, *SlA*, XXXI, s. 93–181.

MALESZKA M.

1998 Zespół odważników ze stanowiska wczesnośredniowiecznego we Wrzeńnicy, gm. Sławno, woj. śląskie, *Acta Archaeologica Pomoraniae*, t. 1, s. 177–184.

McCORMICK M.

2009 *Narodziny Europy. Korzenie gospodarki europejskiej 300–900*, Warszawa.

NIEWĘGŁOWSKI A., HENSEL Z.

1997 Różnicowanie i pochodzenie surowca wyrobów brązowych w okresach halsztackim i przedrzymskim w Polsce, *AP*, t. XLII, z. 1–2, s. 63–139.

RAUHUTOWA J.

1976 *Czersk we wczesnym średniowieczu od VII do XII wieku*, Wrocław.

SÖDERBERG A.

2006 Om två metallurgiska processer knutna till vikingatidens betalningsväsende [w:] S. Tesch, R. Edberg, A. Wikström (red.), *Situne Dei*, *Arsskrift for Sigtunaforskning*, Sigtuna, s. 65–80.

SPERBER E.

1988 How Accurate Was Viking Age Weighing in Sweden, *Fornvannen*, t. 83, Stockholm, s. 157–166.

1996 *Balances, Weights and Weighing in Ancient and Early Medieval Sweden*, Stockholm.

STEUER H.

1997 *Waagen und Gewichte aus dem mittelalterlichen Schleswig*, Köln–Bonn.

SUCHODOLSKI S.

1982 *Moneta i obrót pieniężny w Europie Zachodniej*, Wrocław.

WACHOWSKI K.

1974 Wagi i odważniki na Śląsku wczesnośredniowiecznym na tle porównawczym, *PAr*, t. 22, s. 173–207.

2006 Systemy odważników w Polsce średniowiecznej [w:] M. Dworaczyk, A.B. Kowalska, S. Moździoch, M. Rębkowski (red.), *Świat Słowian wczesnego średniowiecza*, Szczecin–Wrocław, s. 359–364.

WACHOWSKI K., KAMIŃSKA H.

1993 Średniowieczne przybory kupieckie z Trzebnicy. Przyczynek do dziejów wymiany w Europie w XIII w., *KHKM*, t. 42, s. 71–83.

WRZESIŃSKA A., WRZESIŃSKI J.

2006 Odważniki z wczesnośredniowiecznego stanowiska w Dziekanowicach [w:] *Świat Słowian wczesnośredniowiecza*, red. M. Dworaczyk, A.B. Kowalska, S. Moździoch, M. Rębkowski, Szczecin–Wrocław, s. 341–358.