

KAMIL NOWAK, BEATA MIAZGA

FORMA ODLEWNICZA Z SIECHNIC, POW. WROCŁAWSKI. WPŁYW PRZEPALENIA PRZEDMIOTU NA WYNIKI ANALIZ ARCHEOMETRYCZNYCH

CASTING MOULD FROM SIECHNICE, WROCLAW COUNTY. IMPACT OF THE
OBJECT'S BURNOUT ON THE RESULTS OF THE ARCHAEOMETRIC ANALYSIS

Abstract: During the excavation on a multicultural settlement in Siechnice, Wrocław County, in one of the pits an object related to local metallurgical production was discovered. It is a fragment of a casting stone mould that was used to make the metal axes. The stone used to produce the mould was secondary burned. The mould has no distinct remains caused by pouring metal into it, for example blackening of the negative. In order to determine the nature of the object's participation in the casting activity, i.e. its direct use, specialized archaeometric studies were made. In the case of the investigated casting mould it was attempted to determine if, despite strong object's damage, it was possible to identify traces of the metal occurrence in the mould cavity.

Keywords: metallurgy, archaeometry, Bronze Age, casting mould

WPROWADZENIE

Podczas badań archeologicznych prowadzonych w 2015 roku na wielokulturowej osadzie w miejscowości Siechnice, pow. wrocławski, odkryto przedmiot związany z lokalną produkcją metalurgiczną. W jednej z jam osadowych (nr 368), obok licznych fragmentów ceramiki, znajdowała się część kamiennej formy odlewniczej (ryc. 1a–b), a także dwie bezkształtne zielonkawe grudki o strukturze gąbczastej (fragment żużla?). Forma służyła do produkcji siekier, jednak fragmentaryczny stan zachowania przedmiotu nie pozwala na dokładne określenie typu. Ze względu na ustalenia chronologiczne związane z charakterem wypełniska jamy, które datować można na wczesną epokę żelaza, uznać należy, że w formie produkowane były siekierki z tulejką.

Odkryty na osadzie w Siechnicach przedmiot stanowił jeden z elementów dwuczęściowej, muszlowej formy odlewniczej, która wraz z rdzeniem do formowania tulejki stanowiła komplet. Długość zachowanego fragmentu wynosi 8,5 cm, a jego szerokość 7,3 cm. Maksymalna grubość formy, nieuwzględniająca zagłębienia związanego z wyżłobionym negatywem, wynosi 1 cm przy krawędzi dolnej oraz 2,5 cm tuż przy części

K. Nowak, akinakesy@gmail.com, Instytut Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

B. Miazga, beata.miazga@uwr.edu.pl, Instytut Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław

noszącej ślady złamania. Forma miała kształt klinowaty, grubszy w partii wlewowej i zwężający się ku dołowi. Strona negatywowa zawiera wymodelowany kształt wąskiego, lekko wypukłego ostrza siekierki. Zachowana długość negatywu ostrza wynosi 2,5–3 cm, a szerokość 3,1 cm. Materiał, który posłużył do wykonania formy, stanowiła skała magmowa, głębinowa – granit drobno- i średnioziarnisty, najprawdopodobniej narzutowy. Silne przepalenie uniemożliwia dokładną makroskopową ocenę rodzaju surowca. Powierzchnie styku dwóch połówek formy są starannie opracowane, wyrównane i wygładzone. Odmienne prezentuje się strona zewnętrzna, która jest nierówna i chropowata. W dolnej partii wyraźnie widoczne jest wgłębienie, będące „odpryskiem” kamienia, powstałym podczas produkcji lub użytkowania przedmiotu. Makroskopowa obserwacja powierzchni nie pozwoliła na zidentyfikowanie żadnych śladów, związanych z wykonaniem przedmiotu (rysy, zagłębienia), które mogłyby



Ryc. 1. Siechnice, pow. wrocławski. Fragment kamiennej formy odlewniczej. Fot. Ł. Sroka, rys. M. Różak

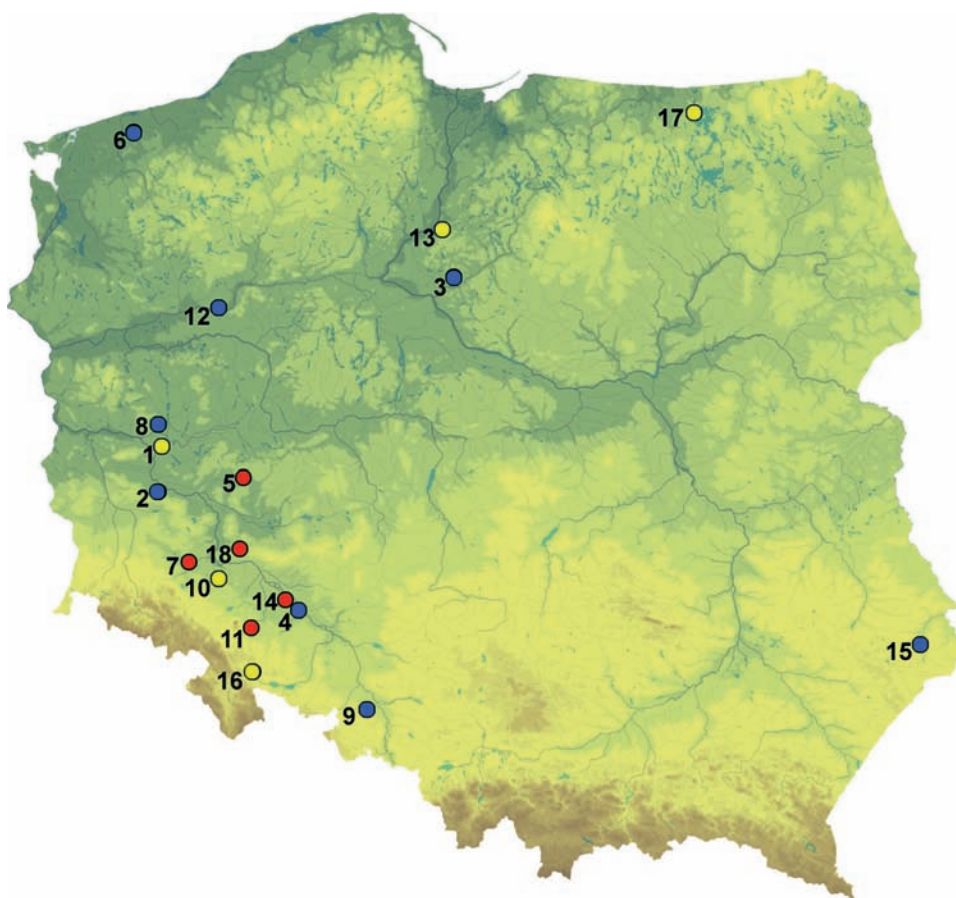
wskazać na dobór narzędzi wykorzystanych przy obróbce kamienia. Brak wyraźnych śladów może być związany ze stanem zachowania przedmiotu, który został wtórnie przepalony. Na działanie na powierzchnię formy wysokiej i długotrwałej temperatury, która nie była związana z czynnościami metalurgicznymi wykonywanymi przy jej pomocy, wskazują liczne spękania, widoczne przepalenia w przełamie oraz jasna, „przepalona” barwa kamienia. Na powierzchni wewnętrznej (zawierającej negatyw) nie ma wyraźnych, widocznych makroskopowo śladów okopceń, powstałych podczas zalewania formy metalem. Tego typu ślady widoczne na negatywie oraz w jego okolicach uchwytne są na wielu formach odlewniczych znanych z terenu Polski, np. na pochodzącej z grobu nr 73 z Piekar, pow. średzki, formie do siekier z tulejką (Seger 1909, Abb. 19), odkrytej na osadzie w Ligocie Woźnickiej, pow. lubliniecki, formie do odlewu grotów strzał (Bohr *et al.* 2012, ryc. 4a–d) czy formie do sierpów, odkrytej w grobie nr 89 w Karcu, pow. gostyński (Śmigielski 1961). Jedynie słabo zachowana szara warstwa w partii negatywu mogłaby wskazywać na kontakt formy z metalem. Fragment nie ma otworów pod kołki centrujące, służące do dopasowania i ustabilizowania dwóch elementów, które często występują, między innymi, w partii dolnej, na formach do produkcji siekier (np. gliniane egzemplarze z Bojadel, pow. zielonogórski, czy z Piekar, pow. średzki – Seger 1909, Abb. 19–20). Znane są również formy niemające takiego rozwiązania konstrukcyjnego (np. Ruda, pow. grudziądzki – Rembisz, Markiewicz 2007, ryc. 3c).

Na formie odlewniczej z Siechnic niewidoczne są ślady wlewania metalu, co może być efektem jej wtórnego przepalenia. W celu określenia charakteru udziału przedmiotu w działalności odlewniczej, czyli jej bezpośredniego użycia, wykonano specjalistyczne analizy archeometryczne. Tego typu analizy wykonywane dla form odlewniczych dają zadowalające rezultaty (por. np. Soares *et al.* 2007; Miazga 2016). W przypadku badanej formy odlewniczej starano się ustalić, czy mimo silnego przepalenia przedmiotu możliwa będzie identyfikacja śladów obecności metalu we wnętrzu formy.

FORMY ODLEWNICZE DO SIEKIEREK Z TULEJKĄ Z OBSZARU POLSKI

Forma odlewnicza z osady w Siechnicach uzupełnia zbiór zabytków służących do produkcji siekier z tulejką odkrytych na terenie Polski. Na terenie naszego kraju wystąpiły łącznie 22 formy odlewnicze do tego typu przedmiotów, które pochodzą z 18 stanowisk. Znane są zarówno z osad, cmentarzysk, inwentarzy skarbów, jak i znalezisk bezkontekstowych (por. katalog). Na 11 stanowiskach odkryto dwie części formy tworzące całość, w nielicznych przypadkach kompletów było więcej niż jeden. Taka sytuacja miała miejsce w dwóch grobach na cmentarzysku w Legnicy, gdzie złożono trzy formy (Nowak, Stolarczyk 2016), a także w inwentarzach skarbów z Kiełpina, pow. gryficki, oraz Roska, pow. czarnkowsko-trzcieński, gdzie znajdowały się po dwa zestawy (Ebert 1926, 14; Machajewski, Maciejewski 2006, 139–140). W pozostałych siedmiu przypadkach odkrywano były połowy form odlewniczych. Do produkcji

większości egzemplarzy posłużył brąz – osiem kompletów i dwie połówki form. Rzadziej, bo w siedmiu przypadkach, wykorzystano kamień, a pięć form wykonanych zostało z gliny. Do niedawna brązowe formy odlewnicze uznawane były za bardzo rzadkie dla obszaru Polski (Baron *et al.* 2014, 328). W ciągu kilku ostatnich lat dostrzegalny jest jednak wyraźny przyrost znalezisk form wykonanych z brązu, czego głównym powodem są liczne przypadkowe odkrycia skarbów przedmiotów brązowych (np. Elgiszewo, pow. golubsko-dobrzyński, Nowe Kramsko, pow. zielonogórski,



Ryc. 2. Formy odlewnicze do siekierek z tulejką z terenu Polski, kolor czerwony – kamień; kolor żółty – glina, kolor niebieski – brąz: 1 – Bojadła, 2 – Brzeg Głogowski, 3 – Elgiszewo, 4 – Gaj Oławski, 5 – Karzec, 6 – Kiełpino, 7 – Legnica, 8 – Nowe Kramsko, 9 – Pawłowiczki, 10 – Piekary, 11 – Radzików, 12 – Rosko, 13 – Ruda, 14 – Siechnice, 15 – dolina rzeki Sieniochy, 16 – Śrem, 17 – Tarławki, 18 – Wołów. Źródło mapy – wikipedia.org

skarby znad rzeki Sieniochy, woj. lubelskie – Gackowski 2016, 193; Orlicka-Jasnoch 2017, 47; Kłosińska, Sadowski 2014, ryc. 9:5).

Większość znalezisk form odlewniczych do produkcji siekier z tulejką jest zgrupowanych na terenie Dolnego Śląska i województwa lubuskiego. Pojedyncze egzemplarze zostały znalezione na obszarze Wielkopolski, województwa zachodniopomorskiego, kujawsko-pomorskiego, warmińsko-mazurskiego oraz lubelskiego. Duża intensywność występowania form odlewniczych na terenie Dolnego Śląska była już sygnalizowana w literaturze przedmiotu (np. Jamka 1950, 28). Nagromadzenie form w okolicy Wrocławia oraz Legnicy może wskazywać na duże zaangażowanie lokalnych warsztatów pradziejowych w produkcję siekier z tulejką. Fakt ten może być również spowodowany odmiennymi technikami produkcyjnymi, wykorzystywanymi na pozostałych obszarach, na przykład stosowaniem masy (piasku) formierskiej w działalności odlewniczej (por. Goldman 1981).

STUDIUM ARCHEOMETRYCZNE FRAGMENTU FORMY ODLEWNICZEJ ODNALEZIONEJ W SIECHNICACH

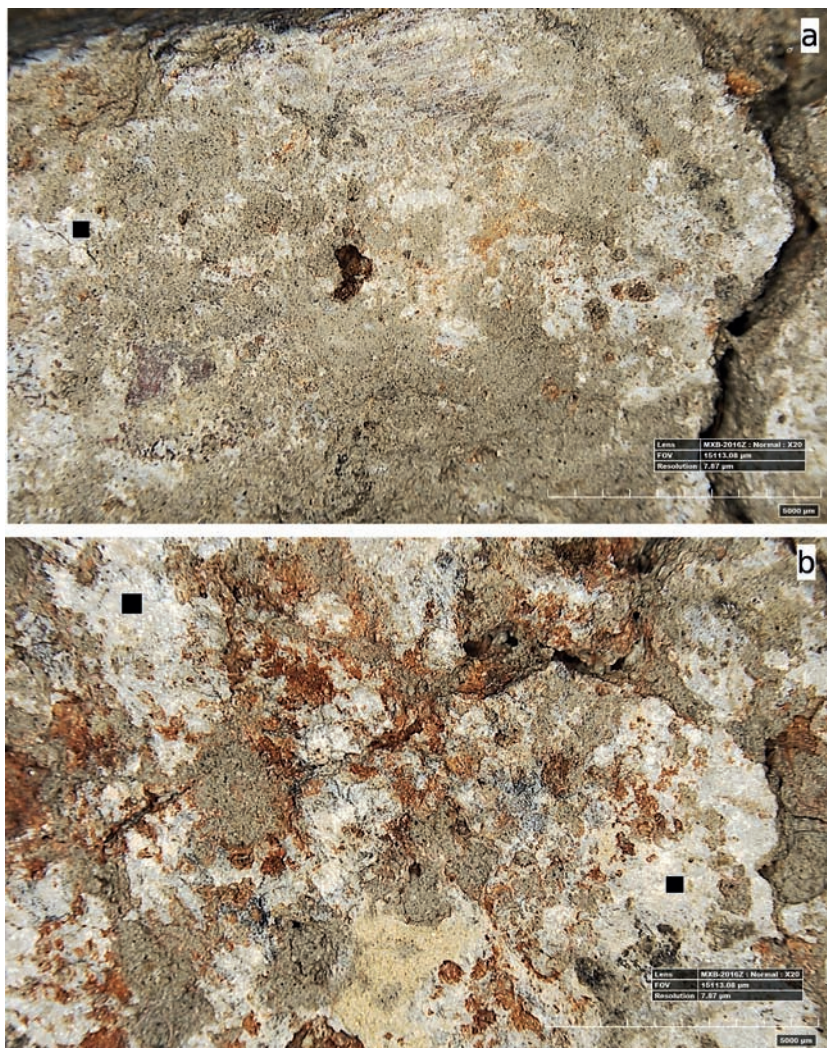
Do badań archeometrycznych przeznaczono fragment kamiennej formy odlewniczej (ryc. 1) w celu ustalenia, czy forma mogła być stosowana do odlewania metali lub ich stopów. Jednocześnie zdecydowano o całkowitym nieinwazyjnym charakterze procesu badawczego. Taki charakter badań obiektów zabytkowych gwarantuje stosowanie technik mikroskopowych (zarówno mikroskopii optycznej, i często także skaningowej mikroskopii elektronowej) oraz różnorodnych technik spektroskopowych, np. spektroskopii w podczerwieni, spektroskopii ramanowskiej, dyfrakcji rentgenowskiej, spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej (Siran Liu *et al.* 2013, Serrano-Arnáez *et al.* 2016). Do realizacji postawionego celu badawczego wybrano obserwację mikroskopową w świetle widzialnym oraz spektroskopię fluorescencji rentgenowskiej, które są z powodzeniem stosowane do badań zabytków, także znajdujących się w nie najlepszym stanie zachowania. Należy jednak w badaniach uwzględnić fakt punktowego oraz powierzchniowego ich charakteru i wybrać najbardziej reprezentatywne miejsca do badań.

METODA BADAŃ

Badania spektroskopowe wykonano przy zastosowaniu stołowego spektrometru fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (ED-XRF), na urządzeniu Spectro Midex, wyposażonym w molibdenową lampę rentgenowską oraz półprzewodnikowy detektor (SDD), chłodzony efektem Peltiera. Energia wzbudzenia oraz natężenie prądu wynosiły odpowiednio 44,7 kV i 0,4 mA. Spektrometr pracuje w powietrzu, rejestrując dane półilościowe dla pierwiastków o liczbie atomowej powyżej 21. Mikroskop cyfrowy Hirox RH 2000 posłużył do obserwacji mikroskopowych, które przeprowadzono przy powiększeniu dwudziestokrotnym.

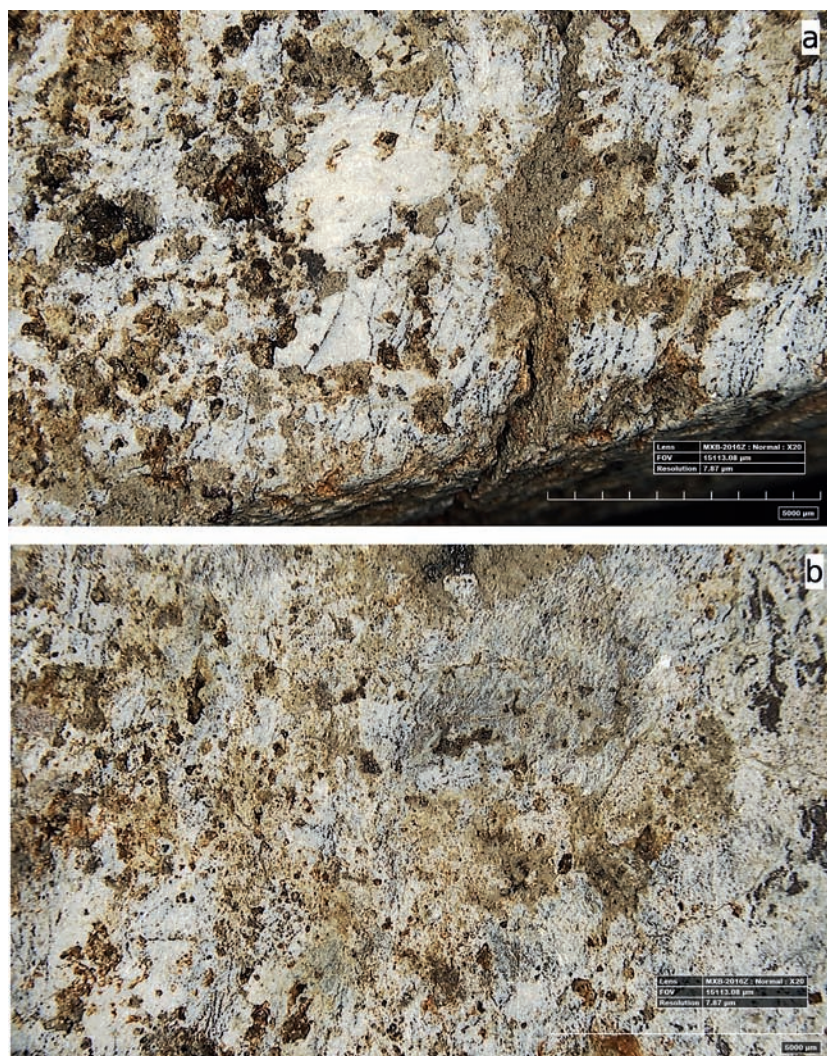
ANALIZA OBRAZU MIKROSKOPOWEGO

Badania nad zabytkiem obejmowały obszary w zewnętrznej części formy, rejon negatywu ostrza oraz samo wnętrze negatywu. Obserwacje obszarów powierzchni zewnętrznej pokazały znaczne jej zniszczenie, objawiające się dużym zwietrzeniem, znaczną porowatością oraz licznymi spękaniami, widocznymi na ryc. 3. Poza tymi zmianami o charakterze korozyjnym zauważyć można także zarysowania (ryc. 3a) oraz mlecznobiałe rejony o znacznej szklistości (oznaczone kwadratami na ryc. 3).

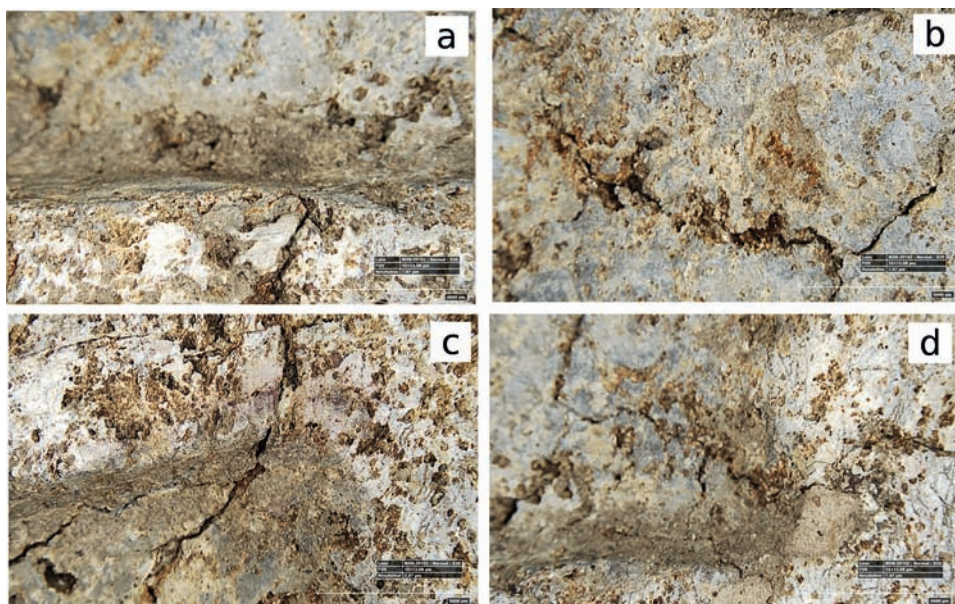


Ryc. 3. Forma z Siechnic. Obraz mikroskopowy zewnętrznej powierzchni zabytku (mikroskopia świetlna, pow. 20×) z zaznaczonymi szklistymi obszarami (czarne kwadraty)

Dużo ważniejszym i jednocześnie bardziej interesującym obszarem formy jest jej wnętrze, charakteryzujące się podobnym wyglądem, jak część zewnętrzna. Powierzchnia ta jest spękana, nierównomierna kolorystycznie, z widocznymi mlecznobiałymi szklistymi obszarami na żółtopomarańczowo-szarym podłożu kamiennym (ryc. 4a). Ważnym stwierdzeniem jest identyfikacja we wnętrzu formy miejscowo pojawiających się rejonów o szarym i brunatnoczerwonym zabarwieniu (ryc. 5), które można wstępnie wiązać z działalnością odlewniczą, wykonywaną w tym przedmiocie.



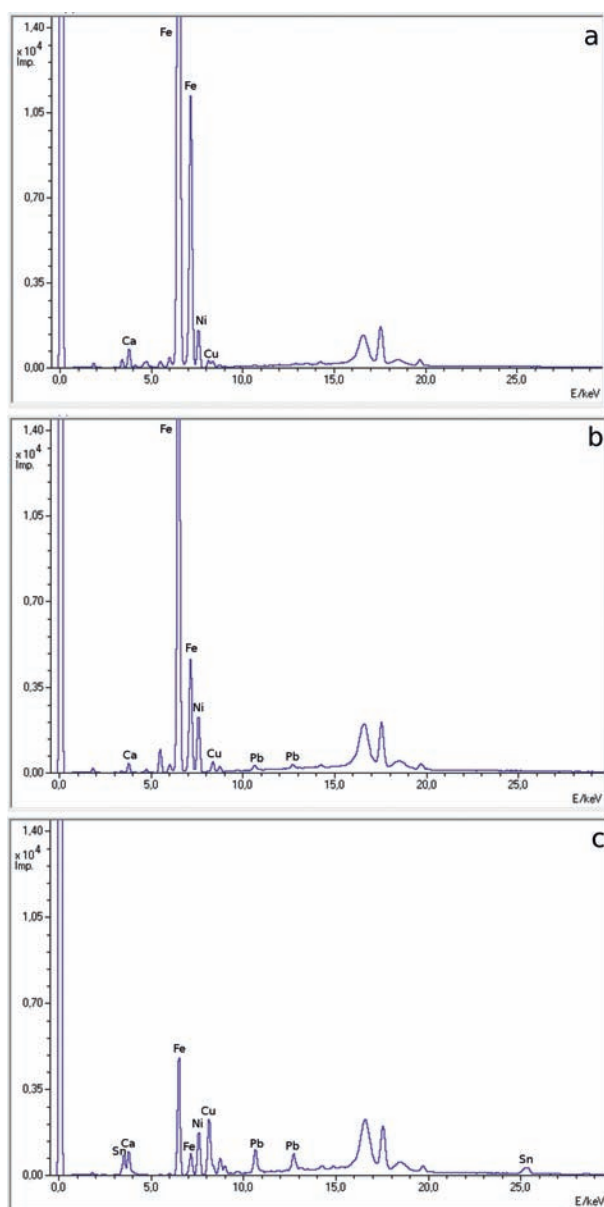
Ryc. 4. Forma z Siechnic. Obraz mikroskopowy wnętrza zabytku (mikroskopia świetlna, pow. 20×)



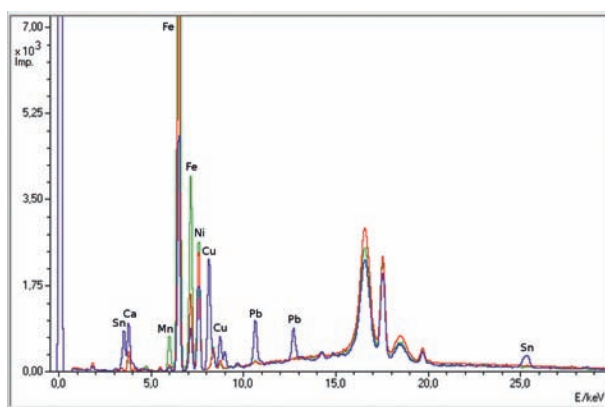
Ryc. 5. Forma z Siechnic. Obraz mikroskopowy wnętrza zabytku (mikroskopia świetlna, pow. 20×)

BADANIA SPEKTROSKOPOWE FORMY ODLEWNICZEJ

Analiza punktowa zabytku obejmowała trzy omawiane regiony formy odlewniczej. Powierzchnię zewnętrzną zabytku można wstępnie zakwalifikować jako najmniej kontaktującą się z ewentualnym odlewany surowcem i potraktować jako tło w badaniach porównawczych. Należy jednak podczas analiz weryfikować to założenie, bowiem możliwe jest, że także ta powierzchnia może być „zanieczyszczona” stopem metalu (Miazga 2016). Dla badanego zabytku wybrano pięć różnych obszarów na froncie artefaktu. Dla badanego zabytku wybrano po pięć różnych obszarów na froncie artefaktu, powierzchni wewnętrznej formy i negatywie. Uzyskano zestaw wyników o dużej przydatności dla analizy jakościowej (ryc. 6), znacznie mniej wnoszący do badań ilościowych z powodu bardzo niskiej sumy oznaczanych pierwiastków metalicznych. W konsekwencji otrzymano sumę oznaczonych pierwiastków, mieszczącą się w zakresie 4–22%. Jednak nawet bez normalizacji tych rezultatów możliwe jest uzyskanie z nich istotnych informacji, biorąc pod uwagę ilość zliczonych impulsów dla poszczególnych linii analitycznych badanych pierwiastków (tabela 1). Z analizy danych wynika, że dla miedzi i cyny ważne są sygnały jedynie w badanej strefie negatywu ostrza, wielokrotnie wyższe niż w pozostałych rejonach formy. Z kolei podwyższone sygnały ołowiu udało się zidentyfikować zarówno w badanym negatywie jak i w wewnętrznej części formy (miejscu styku dwóch połówek formy). Obrazowo można to zaprezentować, porównując widma XRF trzech badanych miejsc zabytku z Siechnic (ryc. 7).



Ryc. 6. Forma z Siechnic. Widma energetyczne XRF wybranych miejsc formy: a – zewnętrzna powierzchnia, b – powierzchnia wewnętrzna, c – negatyw ostrza



Ryc. 7. Forma z Siechnic. Porównanie widm energetycznych strefy negatywu (linia niebieska) z pomiarem wnętrza formy (linia zielona) i jej zewnętrzną powierzchnią (linia czerwona)

Tabela 1. Forma z Siechnic. Zbiorcze (uśrednione) zestawienie zliczeń impulsów dla wybranych pierwiastków

Miejsce badań Sygnał analityczny	Negatyw	Wnętrze formy	Zewnętrzna powierzchnia
Ca Ka	909	611	1112
Fe Ka	13815	36116	31647
Ni Ka	1514	2242	1839
Cu Ka	1397	109	256
Pb La	1217	216	169
Sn Ka	320	104	110

Omówione powyżej dane dowodzą kontaktu badanej formy odlewniczej z materiałem, zawierającym miedź, cynę i ołów.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Forma odlewnicza z osady w Siechnicach jest kolejnym świadectwem lokalnej produkcji odlewniczej w późnej epoce brązu na obszarze Polski. Wykonana została z drobno- i średnioziarnistego granitu, najprawdopodobniej o pochodzeniu narzutowym. Pomimo fragmentarycznego zachowania przedmiotu udało się określić rodzaj odlewanych w niej narzędzi. Formy odlewnicze do siekier z tulejką są wyjątkowo liczne w całościowym zbiorze znalezisk form odlewniczych z obszaru Polski (por. Nowak 2016). Zestawienie tego typu przedmiotów pozwala stwierdzić, że takie formy najczęściej wykonane były z brązu, często do produkcji wykorzystywano również kamień. Większość znalezisk narzędzi do produkcji siekier z tulejką pochodzi z terenu Dolnego Śląska oraz województwa lubuskiego. Należy się zastanowić, czy wyróżniające się duże nagromadzenie form na tym terenie związane jest

z wysokim udziałem produkcji siekier z tulejką czy może łączy się z kwestiami technologicznymi.

Dzięki badaniom spektroskopowym, wykonanym przy zastosowaniu stołowego spektrometru fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (ED-XRF), udało się udowodnić fakt bezpośredniego używania przedmiotu do produkcji brązowych siekier. Kontakt badanej formy odlewniczej z materiałem, zawierającym miedź, cynę i ołów, został potwierdzony. Przeprowadzone analizy dowiodły, że nawet przy bardzo silnym zniszczeniu przedmiotu, spowodowanym działaniem na jego powierzchnię wysokiej temperatury, możliwe jest uzyskanie informacji o penetracji negatywu formy przez płynny metal.

Podziękowania

Autorzy pragną podziękować za udostępnienie zabytku do opracowania naukowego panu dr. Pawłowi Konczewskiemu z Katedry Antropologii Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, prowadzącemu badania na osadzie w Siechnicach. Autorzy dziękują również pani dr Ewie Lisowskiej z Instytutu Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego za wykonanie makroskopowego określenia petrograficznego zabytku.

Katalog form odlewniczych do produkcji siekier z tulejką z terenu Polski

1 – Bojadła, pow. zielonogórski, woj. lubuskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, cmentarzysko ciepłopalne. Lit.: Seger 1909, 19–23, Abb. 20; Gedl 2004, 111, Taf. 26:540.

2 – Brzeg Głogowski, pow. głogowski, woj. dolnośląskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, kontekst odkrycia nieznany. Lit.: Seger 1927, 64, Taf. VI: 5a-b; Gedl 2004, 112, Taf. 26:541.

3 – Elgiszewo, pow. golubsko-dobrzyński, woj. kujawsko-pomorskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, skarb. Lit.: Gackowski 2016, fig. 2:19–20.

4 – Gaj Oławski, pow. oławski, woj. dolnośląskie. Połowa formy odlewniczej, znalezisko luźne. Lit.: Baron *et al.* 2014, fig. 2.

5 – Karzec, pow. gostyński, woj. wielkopolskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, grób nr 89 na cmentarzysku ciepłopalnym. Lit.: Śmigielski 1962; Gedl 2004, 112, Taf. 27:544.

6 – Kiełpino, pow. gryficki, woj. zachodniopomorskie. Dwa komplety dwuczęściowych form odlewniczych, skarb. Lit.: Ebert 1926, 14, Taf. 10:e-f; Gedl 2004, 112, Taf. 28:545–546.

7 – Legnica, woj. dolnośląskie. Trzy komplety form odlewniczych, groby nr 42 i 153 na cmentarzysku ciepłopalnym. Lit.: Nowak, Stolarczyk 2016, 273, 324, Tab. XXVIII: 4–5, Tab. XXIX: 1–2, Tab. XCIV: 1–6.

8 – Nowe Kramsko, pow. zielonogórski, woj. lubuskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, skarb. Lit.: Orlicka-Jasnoch 2017, 47.

9 – Pawłowiczki, pow. kędzierzyńsko-kozielski, woj. opolskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, skarb (?). Lit.: Seger 1909, 24, Abb. 29; Gedl 2004, 113, Taf. 30:551.

10 – Piekary, pow. średzki, woj. dolnośląskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, grób nr 73 na cmentarzysku ciałopalnym. Lit.: Seger 1909, 16, Abb. 19; Gedl 2004, 113, Taf. 30, 552.

11 – Radzików, pow. dzierzoniowski, woj. dolnośląskie. Połowa formy odlewniczej, znalezisko luźne. Lit.: Seger 1909, 20, Abb. 24; Gedl 2004, 113.

12 – Rosko, pow. czarnkowsko-trzcieński, woj. wielkopolskie. Dwa komplety form odlewniczych, skarb. Lit.: Machajewski, Maciejewski 2006, ryc. 12.

13 – Ruda, pow. grudziądzki, woj. kujawsko-pomorskie. Dwie uszkodzone połowy dwóch różnych form odlewniczych, osada. Lit.: Rembisz, Markiewicz 2007, ryc. 3b, c; Rembisz *et al.* 2009, ryc. 3:8.

14 – Siechnice, pow. wrocławski, woj. dolnośląskie. Uszkodzona połowa formy odlewniczej, osada.

15 – Dolina rzeki Sieniochy, woj. lubelskie. Połowa formy odlewniczej, skarb. Lit.: Kłosińska, Sadowski 2014, ryc. 9:5.

16 – Śrem, pow. ząbkowicki, woj. dolnośląskie. Fragment połowy formy odlewniczej, kontekst odkrycia nieznany. Lit.: Seger 1909, 23, Abb. 23; Gedl 2004, 113.

17 – Tarławki, pow. węgorszewski, woj. warmińsko-mazurskie. Fragment połowy formy odlewniczej, osada. Lit.: Waluś 1982, 244, ryc. 1:e; Gedl 2004, 113, Taf. 31:555.

18 – Wołów, woj. dolnośląskie. Dwuczęściowa forma odlewnicza, kontekst odkrycia nieznany. Lit.: Seger 1927, 64, Taf. 6:3a; Gedl 2004, 113, Taf. 31:556.

LITERATURA

- Baron J., Miazga B., Nowak K. 2014. Functions and contexts of Bronze Age metal casting moulds from Poland, *Bulletin de la Société préhistorique française* 111 (2), 325–338.
- Bohr M., Dobrakowska T., Dobrakowski M. 2012. Osady kultur łużyckiej i przeworskiej na stanowisku Ligota Woźnicka 1, gm. Woźniki, woj. śląskie, Raport 2007–2008 (1), Warszawa 2012, 139–162.
- Ebert M. 1926. *Reallexikon der Vorgeschichte VII*. Berlin: Verlag Walter De Gruyter & CO.
- Gackowski J. 2016. Młodsza epoka brązu i początki epoki żelaza na ziemi chełmińskiej w świetle oceny wybranych znalezisk wyrobów metalowych, *Analecta Archaeologica Ressoviensia* 11, 191–207.
- Gedl M. 2004. Die Beile in Polen IV (Metalläxte, Eisenbeile, Hämmer, Ambosse, Meißel, Pfrieme), *Prähistorische Bronzefunde IX* (24).
- Goldmann K. 1981. Guß in verlorener Sandform – das Hauptverfahren alteuropäischen Bronze gießer?, *Archäologisches Korrespondenzblatt, Jahrgang 11*, 109–116.
- Jamka R. 1951. Prehistoryczne i wczesnodziejowe ośrodki produkcji górniczej i rzemieślniczej na Śląsku, *Przegląd Historyczny* 41, 21–69.
- Kłosińska E.M., Sadowski S. 2014. Kultura łużycka w dolinie Sieniochy – dalekosiężne powiązania wielkiego regionu osadniczego Lubelszczyzny w epoce brązu i wczesnej epoce żelaza, (w:) J. Juchelka (red.), *Doba popelnicových polí a doba halštatská ve střední Evropě. Materiál z XIII. mezinárodní konference „popelnicová pole a doba halštatská”*, Opawa, 26–53.
- Machajewski H., Maciejewski M. 2006. Skarb ludności kultury łużyckiej z Roska nad Notecią, (w:) H. Machajewski, J. Rola (red.), *Pradolina Noteci na tle pradziejowych i wczesnośredniowiecznych szlaków handlowych*, Poznań, 127–146.
- Miazga B. 2016. Formy odlewnicze z Legnicy (ul. Spokojna 3) w świetle analizy funkcjonalnej, (w:) K. Nowak, T. Stolarczyk (red.), *Metalurdrzy znad Kaczawy. Cmentarzysko ciałopalne z epoki brązu odkryte w Legnicy przy ul. Spokojnej*, Legnica, 91–108.

- Nowak K. 2016. Przedmioty związane z wytwórczością metalurgiczną odkryte w grobach na cmentarzysku przy ul. Spokojnej w Legnicy, (w:) K. Nowak, T. Stolarczyk (red.), *Metalurdczy znad Kaczawy. Cmentarzysko ciałopalne z epoki brązu odkryte w Legnicy przy ul. Spokojnej*, Legnica, 75–90.
- Nowak K., Stolarczyk T. 2016. *Metalurdczy znad Kaczawy. Cmentarzysko ciałopalne z epoki brązu odkryte w Legnicy przy ul. Spokojnej*, Legnica.
- Orlicka-Jasnoch J. 2017. Skarb przedmiotów brązowych z Nowego Kramska, gm. Babimost, pow. zie-lonogórski, woj. lubuskie, (w:) D. Łaciak, M. Maciejewski, K. Nowak (red.), *Ziemie polskie i ich sąsiedzi w czasach pól popielnicowych*, Księga abstraktów, 47.
- Rembisz A., Gackowski J., Makowiecki D., Markiewicz M., Polcyn M. 2009. Ślady gospodarki roślinno-zwierzęcej ludności kultury łużyckich pól popielnicowych z osady w Rudzie, gmina Grudziądz, północna Polska, Środowisko – Człowiek – Cywilizacja 2, 109–122.
- Rembisz A., Markiewicz M. 2007. Pozostałości domostwa ludności kultury łużyckiej w Rudzie (stan. 3–6), gm. Grudziądz, woj. kujawsko-pomorskie w świetle wyników analiz archeologiczno-przyrod-nicznych, XV Sesja Pomorzoznawcza, Elbląg 2007, 41–52.
- Seger H. 1927. Bemerkung der vorgeschichtlichen Sammlung des Schlesischen Museums für Kunstge-werke und Altertümer, Altschlesien 2 (1), 59–68.
- Seger H. 1909. Beiträge zur Vorgeschichte Schlesiens von Hans Seger: 3. Gussformen, Schlesiens Vorzeit in Bild und Schrift, N. F. V, 5, 16–27.
- Serrano-Arnáez B., Compana J.M., Fernández-García M.I. 2016. Chemical and mineralogical charac-terization of Roman Sigillata moulds from Andújar (Jaén, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports* 7, 60–70.
- Siran Liu, Kai Wang, Quanfa Cai, Jianli Chen. 2013. Microscopic study of Chinese bronze casting moulds from the Eastern Zhou period. *Journal of Archaeological Science* 40, 2402–2414.
- Soares A.M.M., Valério P., Frade J.C., Oliveira M.J., Patoilo D., Ribeiro I., Arez L., Santos F.J.C., Araújo M.F. 2007. A Late Bronze Age stone mould for flat axes from Casarão da Mesquita 3 (São Manços, Évora, Portugal), (w:) P.T. Craddock, A. Giumlia-Mair, A. Hauptman (red.), 2nd International Conference Archaeometallurgy in Europe – Selected Papers, Associazione Italiana di Metallurgia, Włochy, 145–157.
- Śmigielski W. 1962. Grób odlewcy z cmentarzyska ludności kultury łużyckiej w Karcu, pow. Gostyń, *Wiadomości Archeologiczne*, 28 (3), 285–289.
- Waluś A. 1982. *Odlewnictwo brązu w Tarławkach*, woj. suwalskie, *Pamiętnik Muzeum Miedzi* 1, 243–248.