

*Institut Archeologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*  
*jacek.gackowski@umk.pl*

*Muzeum Archeologiczne w Biskupinie*  
*sz.rosolowski@biskupin.pl*

*Centrum Badań Nawarstwien Historycznych, Wydział Odlewnictwa*  
*AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*  
*agarbacz@agh.edu.pl*

*Centrum Badań Nawarstwien Historycznych, Wydział Metali Nieżelaznych*  
*AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*  
*mperek@agh.edu.pl*

*Centrum Badań Nawarstwien Historycznych, Wydział Odlewnictwa*  
*AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*  
*mpiekos@agh.edu.pl*

*Centrum Badań Nawarstwien Historycznych, Wydział Odlewnictwa*  
*AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*  
*pawelzak@agh.edu.pl*

*Muzeum Archeologiczne w Biskupinie*  
*sz.nowaczyk@biskupin.pl*

*Jacek Gackowski, Szymon Rosołowski, Aldona Garbacz-Klempka,*  
*Małgorzata Perek-Nowak, Marcin Piękoś, Paweł Żak,*  
*Szymon Nowaczyk*

DWIE BRANSOLETY ZE STARSZEGO OKRESU EPOKI  
BRĄZU Z KUJAWSKIEJ CZĘŚCI TORUNIA I BRUDZYNIA  
NA PAŁUKACH W ŚWIETLE BADAŃ ARCHEOLOGICZNYCH  
I ARCHEOMETALURGICZNYCH

*Zarys treści.* W artykule zaprezentowano dwie luźno znalezione bransolety metalowe, obie łączone z fazą wytwórczości starszego okresu epoki brązu. Artefakt z Torunia, mimo że znajduje analogie w wytwórczości kultury mogiłowej, to jednak został znaleziony w przestrzeni środowiska osadniczego kultury trzcinieckiej,

w którym tego rodzaju ozdoby południowo-zachodniej proveniencji notowane są sporadycznie. Z kolei wyrób z Brudzynia, znaleziony w strefie ząbębiającego się osadnictwa kultur mogiłowej i trzcinieckiej, to okaz mający bliskie i dość liczne analogie w skarbach i wyposażeniu grobów Kujaw, Wielkopolski i Śląska. Wyniki ekspertyzy archeometalurgicznej wskazują, że prezentowane okazy można wiązać z technologicznie różnymi tradycjami wytwórczości brązowniczej. O ile raczej nie ma wątpliwości, że bransoleta z Brudzynia jest kolejnym wyrobem powstałym w warsztacie „mogiłowym”, o tyle ta z Torunia może być przykładem lokalnego („trzcinieckiego”) produktu mającego cechy stylistyki mogiłowej.

*Słowa kluczowe:* bransolety ze stopów miedzi, starszy okres epoki brązu, kultura mogiłowa, kultura trzciniecka, Pałuki, Kujawy.

Poniżej zaprezentowano dwie bransolety odlane ze stopów miedzi, znalezione przez przypadkowych odkrywców. Obie jednak trafiły w ręce służb konserwatorskich i archeologów. Mimo że brakuje informacji o kontekstach pierwotnego złożenia tych zabytków (wyposażenie grobowe, skarb?), uznano, że są to pod względem naukowym na tyle cenne przedmioty, że powinny zostać opracowane i opublikowane.

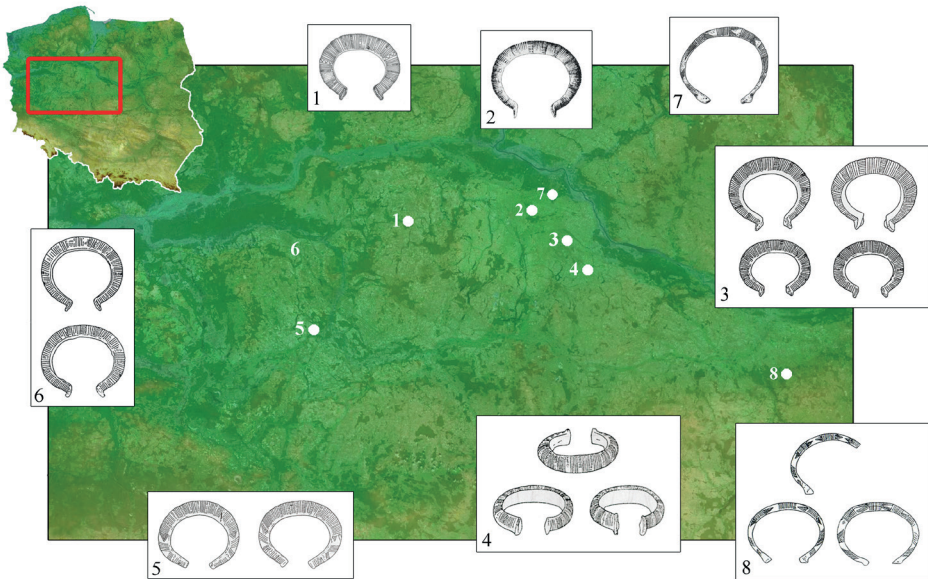
## BRANSOLETA Z TORUNIA

### *Okoliczności odkrycia zabytku*

Metalową bransoletę przypadkowo znalazł Roman Grabowski<sup>1</sup> podczas spaceru po drogach toruńskiego poligonu artyleryjskiego, znajdującego się w południowej (kujawskiej) części miasta. Natrafił na nią w dniu 15 grudnia 2018 roku. Zabytek dostrzegł na poboczu świeżo wówczas równanej drogi (ryc. 1: 7). Odkrywca niezwłocznie przekazał ten przedmiot do Wojewódzkiego Urzędu Ochrony Zabytków w Toruniu wraz z informacją o miejscu i okolicznościach jego znalezienia.

---

<sup>1</sup> Wprawdzie odkrywca jest członkiem Warmińsko-Mazurskiego Stowarzyszenia Historyczno-Kolekcjonerskiego, ale prezentowana bransoleta nie została znaleziona w ramach działań terenowych wspomnianej grupy (notatka dokumentująca fakt odkrycia bransolety w archiwum Wojewódzkiego Urzędu Ochrony Zabytków w Toruniu).



Ryc. 1. Znalaziska bransolet z końcami stopkowatymi na obszarze Wielkopolski i Kujawy: 1. Brudzyń, pow. żniński, 2. Marcinkowo, pow. inowrocławski, 3. Miechowice, pow. włocławski, 4. Turowo, pow. włocławski, 5. Będlewo, pow. poznański, 6. miejscowość nieznaną w Wielkopolsce; 7–8: lokalizacje bransolety w południowej części Torunia (7) oraz skarbu z Żyrardowa, pow. loco (8) (oprac. S. Rosołowski)

Fig. 1. Findings of bracelets with 'foot-like' ends in an area covering parts of Wielkopolska and Kujawy: 1. Brudzyń, Żnin district, 2. Marcinkowo, Inowrocław district, 3. Miechowice, Włocławek district, 4. Turowo, Włocławek district, 5. Będlewo, Poznań district, 6. unknown location in Wielkopolska; 7–8: location of the bracelet in the southern part of Toruń (7); the treasure from Żyrardów, district seat (8) (developed by S. Rosołowski)

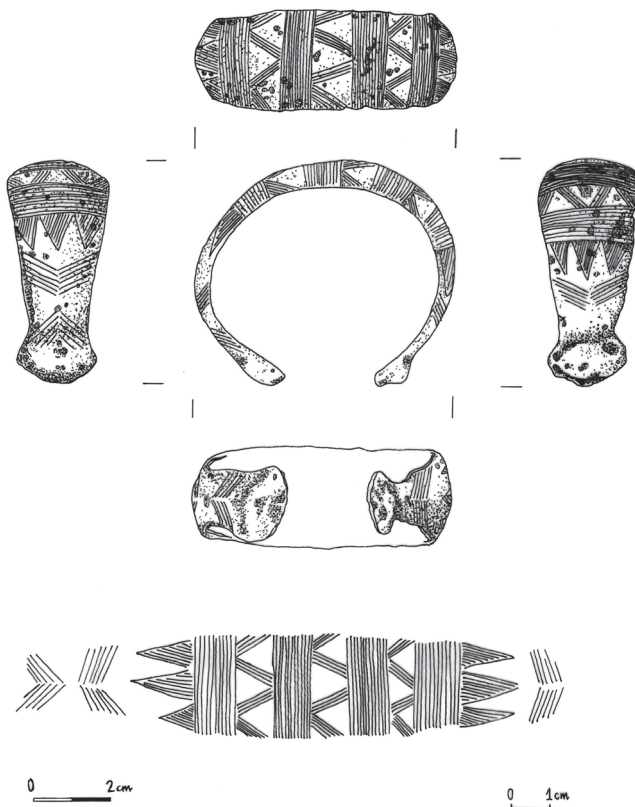
### Opis zabytku

Przedmiot o wadze 76,84 g ma kształt otwartej obręczy o średnicy od 6,0 do 7,0 cm i przekroju płasko-wypukłym (ryc. 2, 3). Oba jej zakończenia są nieco pogrubione i raczej niestarannie uformowane z zachowanymi śladami produkcji odlewniczej. Można przypuszczać, że docelowo wspomniane zakończenia miały być dopracowane przez wykonawcę tego przedmiotu. Szerokość obręczy jest zmienna i przy jej zakończeniach wynosi od 1,2 do 1,4 cm, a w części najszerszej 2,5 cm (ryc. 3). Zewnętrzna, obła płaszczyzna wyrobu jest wyjątkowo starannie wyświecona i bogato zdobiona delikatnie rytym, powtarzalnym wątkiem ornamentacyjnym. Tworzą go wieloliniowe (od czterech do trzynastu



Ryc. 2. Toruń, pow. loco. Widok ogólny bransolety (fot. W. Ochotny)

Fig. 2. Toruń, Toruń district. Overall view of the bracelet (photo by W. Ochotny)



Ryc. 3. Toruń, pow. loco. Widok szczegółowy bransolety (rys. M. Nowak)

Fig. 3. Toruń, Toruń district. Detailed view of the bracelet (drawing by M. Nowak)

linii) kompozycje pasowo-krokwiowe (w najszerszej części przedmiotu to siedem pól zdobień) oraz wydłużone trójkąty, zakreślone licznymi (od ośmiu do dziesięciu) rytymi liniami (dwa pola zdobnicze), tworzące ornament tzw. wilczych zębów. Wierzchołkami są one skierowane w stronę najwęższych, końcowych części otwartej obręczy. Pomędzy wspomnianymi wierzchołkami rytych trójkątów a pogrubionymi zakończeniami obręczy znajdują się trzy kolejne pola zdobnicze. Tworzą je układy wielokrotnych linii względem siebie skośnych, pojedyncze przy jednym końcu wyrobu i podwójne przy drugim (ryc. 3).

#### *Uwagi dotyczące kontekstu kulturowo-osadniczego*

Prezentowana bransoleta jest wyrobem obręczowym charakterystycznym (zarówno pod względem formy, jak i zdobnictwa) dla wytwórczości środkowo-europejskich środowisk mogiłowych. W polskiej literaturze przedmiotu wskazuje się na związek tego rodzaju ozdób z inwentarzami kultury przedłużyckiej (nazywanej ostatnio zachodniopolską kulturą mogiłową) (Gedl 1975, s. 37–38; 1992; Gediga 1978, s. 137–172; Blajer 1999, s. 65–66; Dąbrowski 2004, s. 106–114; 2009, s. 87–91). Podobne dwie bransolety pochodzą z bogatego zespołu grobowego w Marcinkowicach, pow. oławski (Dąbrowski 1985, s. 135). Toruński artefakt jest jednak wyraźnie podobny (zarówno formalnie, jak i zdobniczo) do trzech ozdób obręczowych dłoni (dwóch kompletnych, jednej uszkodzonej) wchodzących w skład bogatego skarbu z Żyrardowa, pow. loco, ukrytego w ceramicznym naczyniu. Zabytek toruński jest nieco cięższy (o niespełna 10 g) od wyżej wspomnianych okazów zachowanych w całości. Warto podkreślić, że w tym samym skarbie znalazły się także naramienniki dwóch typów (Miłosław i Miechowice) mające pola ornamentacyjne wręcz bliźniaczo podobne do obecnych na toruńskiej bransolecie (Rajewski 1971; Blajer 1999, s. 221, tabl. 217–221). Ostatni z cytowanych autorów łączy tego rodzaju obręcze z niezbyt liczną grupą ozdób wykonywanych z dość grubej metalowej taśmy o przekrojach daszkowatych lub płasko-wypukłych, rozszerzonych na końcach, wskazując podobnie zdobione (motyw wilczych zębów i krokwiowy) artefakty w Osowie Starym, pow. obornicki oraz Broniszowicach, pow. pleszewski (Blajer 1999, s. 65–66; por. także Kaczmarek 2005, s. 132, 219).

Wieloelementowy skarb z Żyrardowa wprawdzie – jak już wyżej wspomniano – jest łączy z wytwórczością kultur mogiłowych, ale – jak podkreśla Wojciech Blajer – został znaleziony w dość znacznym oddaleniu od środowisk

wiązanych z wymienionymi ugrupowaniami i można go interpretować jako depozyt importowany<sup>2</sup> ukryty w obcym kontekście kulturowym (Blajer 1998, s. 338, 340), zapewne trzcinieckim. Wskazują na to zarówno jego mieszany skład (ozdoby, w szczególności szpile, obce inwentarzom skarbów „mogiłowych”, oraz broń), jak i forma naczynia ceramicznego, w którym metalowe przedmioty złożono. Zważywszy na ocenę chronologiczną ozdób i broni (naramienników z tarczками typu Miłosław i Miechowice, bransolet z prętów i taśm, szpil z wrzecionowatymi główkami oraz grotu oszczepu), fakt depozycji skarbu mógł nastąpić w przedziale od fazy BB2 do BD (Blajer 1999, s. 116, 118, mapa 6; 1998, s. 338).

Warto nadmienić, że w lokalnym, kujawskim środowisku osadniczym motyw zdobniczy w postaci wilczych zębów odnotowano także na kilku przedmiotach z okolic Inowrocławia, np. na dość masywnych formach obręczowych, lanych z prętów pełoprzekrojowych, pochodzących z birtualnego cmentarzyska w Wojdalu koło Pakości. Z kolei pod względem formy okaz toruński jest także bardzo podobny do ozdób z Szarleja, położonego na północ od Kruszewicy (Gedl 1975, tabl. XIII: 1, 2; XIII: 2, 3).

Próby wyjaśnienia pochodzenia i kulturowego znaczenia prezentowanej tu bransolety siłą rzeczy muszą napotykać bariery trudne do satysfakcjonującego przekroczenia. Brakuje danych podstawowych, dotyczących pierwotnego kontekstu archeologicznego, czy ów przedmiot to część rozwleczonego skarbu, czy może artefakt pierwotnie pełniący funkcję wyposażenia grobowego. Nie jest też wykluczone, że prezentowana ozdoba to przedmiot zagubiony, a może zagrabiony. Nie pozostaje zatem nic innego, jak spojrzeć na ten zabytek przez pryzmat obrazu osadnictwa starszobrzązowego w rejonie bliskim miejsca znalezienia przedmiotu, czyli obszaru Kujaw przyległego do Wisły i strefy południowo-chelmińskiej, a więc regionów położonych blisko wspomnianej rzeki, na jej odcinku od ujścia do niej Drwęcy (na wschodzie) i Brdy (na zachodzie).

Bransoletę znaleziono w strefie licznych pagórków wydmowych pochodzenia eolicznego, nierzadko już silnie zdegradowanych działaniami wojska na tutejszym poligonie wojskowym, zatem na obszarze od dawna trwale nieprzyjaznym stałemu osadnictwu, charakteryzującym się brakiem gleb lub co najwyżej z rejestrowanymi tam ich wczesnymi stadiami rozwojowymi (Bednarek, Jankowski 2006, s. 163–166; Niewiarowski, Weckwerth 2006, s. 78,

---

<sup>2</sup> Jak przypuszcza Jan Dąbrowski, artefakty z brązu pochodzenia „mogiłowego” mogły trafić do środowisk „trzcinięckich” w ramach wymiany za północny bursztyn (Dąbrowski 2005, s. 64; por. też Makarowicz 2010, s. 359–367, ryc. 6.17 i 6.18).

85–88, ryc. 1, 8). Dopiero nieco bardziej na południe od tego piaszczystego obszaru liczne stanowiska „kujawskie” koncentrują się na Równinie Inowrocławskiej i na przyległej do niej Kotlinie Toruńskiej, głównie więc w pobliżu miejscowości Aleksandrów Kujawski, Gniewkowo i Inowrocław. Pojedyncze znaleziska ujawniono w okolicach Solca Kujawskiego i wschodniej części zabudowy dzisiejszej Bydgoszczy, po obu stronach ujścia Brdy do Wisły (tj. blisko fordońskiego zakola tej rzeki) (Czebreszuk 1996; Dąbrowski 2004). Z kolei po „chełmińskiej” stronie potencjalna strefa zainteresowania osadniczego rysuje się skromniej w stosunku do tej pierwszej. Nieliczne znaleziska datowane na starszy okres epoki brązu wprawdzie odnotowano w dość długim pasie terenu (tj. w nadwiślańskim obniżeniu Kotliny Toruńskiej i przyległego do niej Pojezierza Chełmińskiego), od wspomnianego zakola Wisły do ujścia Drwęcy, ale jest to obecnie co najwyżej kilka stanowisk archeologicznych (Dąbrowski 1997; 2004).

W literaturze przedmiotu zwraca się uwagę, że kujawskie skupiska osadnicze przypadające na starszy okres epoki brązu trzeba łączyć z horyzontem trzcinieckim o dość niejednorodnym charakterze aktywności osiedleńczej, różnymi kierunkami powiązań ponadregionalnych, tym samym zróżnicowanym stopniem lokalnej autonomii (Czebreszuk 1996, s. 152–158). Ponieważ zdecydowana większość materiałów źródłowych (przede wszystkim ułamków ceramiki naczyniowej) pochodzi z badań powierzchniowych, powiązanie ich z proponowanymi w literaturze określonymi grupami i odmianami horyzontu trzcinieckiego (HT 1–5) jest wyjątkowo trudne. Na ogólną liczbę 112 stanowisk czy też znalezisk archeologicznych, interpretowanych jako ślady środowisk osadniczych, z którymi pod względem chronologicznym można wiązać prezentowaną bransoletę, aż 56 trzeba jedynie ogólnie łączyć z genetycznie zróżnicowanym horyzontem trzcinieckim (HT). Niemniej jednak odnotowano w literaturze pewne możliwości uszczegółowienia czasu i oblicza genetycznego dla kujawskiego osadnictwa trzcinieckiego. W obrębie interesującego nas obszaru komponent lokalny (HT 1 i 2) i/lub określony jako wykazujący powiązania z regionem małopolskim (HT 3) jest udokumentowany na kilkunastu stanowiskach (Bród Kamienny, stan. 4b; Stanomin, stan. 21; Parchanki, stan. 25; Otorowo, stan. bn; Inowrocław, stan. 11; Dobieszewice, stan. 1; Mamlicz, stan. 1; Broniecice, stan. 1; Bąkowo, stan. 9; Radojewice, stan. 17; Straszewo, stan. 3 i 19; Zapustek, stan. 12 i 14). Z kolei źródłowe przesłanki powiązań kulturowych interesującego nas fragmentu Kujaw ze strefą oddziaływań otomańsko-madziarskich (HT 4 i HT 5) zostały odnotowane na kolejnych kilkunastu stanowiskach (Stanomin, stan. 21 – tu z ceramiką guzową;

Jacewo, stan. 4c; Dobieszewice, stan. 2; Broniewice, stan. 1; Chlewiska-Nowiny, stan. 58; Nowy Dwór, stan. 26; Przybysław, stan. 1; Opoki, stan. 7 i 14; Konary, stan. 5; Ostrowąs, stan. 31; Goszczewo, stan. 14) (Czebreszuk 1996). Sygnalizowane materiały źródłowe, przede wszystkim ceramiczne, nie dokumentują aktywności wytwórczej społeczności „mogiłowej”, chociaż strefa kujawska z reguły bywa wskazywana jako obszar zainteresowania osiedleńczego tej ludności (Gedl 1975, s. 84–85; Czebreszuk 1996, s. 175, 178). Ostatni z cytowanych autorów jest zdania, że wyroby z brązu stylistycznie łączone z wytwórczością kultury mogiłowej (a z taką – jak już wyżej zaznaczono – jest łączona bransoleta z Torunia) trafiały na Kujawy w okresie powiązań tego obszaru z południem (HT 4 i HT 5)<sup>3</sup>. Zatem zgodnie z proponowaną chronologią obecności na Kujawach komponentów południowych (łącznie z małopolskim), w przedziale czasu między 1800/1700 r. p.n.e. a 1600/1500 r. p.n.e. (a więc już w okresie uchwytnej, w ceramice naczyniowej, stylistyki protołużyckiej), z możliwym trwaniem/przeżywaniem się tych oddziaływań nawet do około 1300 r. p.n.e. (Czebreszuk 1996, s. 192, tab. 29; Ignaczak, Makarowicz 1998, s. 380–382, ryc. 3). Przez cały ten okres kształt kulturowy Kujaw był jednak formowany przez społeczności „trzcinięckie”, a „mogiłowa” stylistyka wytworów metalowych, nawet jeśli niektóre z nich powstawały w warsztatach wspomnianego regionu, z reguły była – jak to określają badacze poznańscy, m.in. Janusz Czebreszuk – „środkiem wyrazu” w rankingu społecznym miejscowych wspólnot (Czebreszuk 1997, s. 94; por. także Kaczmarek 2012, s. 166–167). Szczególnie w czasie, kiedy owe „mogiłowe” oddziaływania były najsilniejsze, tj. począwszy od horyzontu późnotrzcinięckiego (HT 5–HT7) (Makarowicz 2010, s. 24). Powyższa propozycja periodyzacji i chronologii jest poznawczo cennym dopełnieniem dość ogólnej, ale od wielu lat raczej zgodniej przyjmowanej koncepcji istnienia strefy kulturowego („trzcinięcko-mogiłowego”) przemieszania, manifestującego się m.in. w kujawskich źródłach archeologicznych (Dąbrowski 1985, s. 106, 144–148, ryc. 19). Przez wiele lat publikowany zestaw źródeł mających uzasadniać istnienie lokalnej produkcji brązowniczej bywał oceniany jako niedostatecznie dokumentujący istnienie warsztatów metalurgicznych w środowiskach kultury trzcinięckiej (por. Blajer 1998, s. 338, 340). Nowsze odkrycia (m.in. tygielków i dysz nadmuchowych) każą jednak zweryfikować ten pogląd (Makarowicz 2010, s. 170–171, ryc. 3.14).

<sup>3</sup> Wyróżnione horyzonty: HT 4 i HT 5 (ten ostatni – jak podkreśla P. Makarowicz – o najwyraźniejszych powiązaniach Kujaw ze środowiskami mogiłowymi) są chronologicznie bliskie, a nawet w części zająbiają się z kolejnymi horyzontami: HT 6 i HT 7 (Makarowicz 1998, s. 42–52, ryc. 19; 2010, s. 24, ryc. 1.14–1.16).



Materiały starszego okresu epoki brązu odkryte na północ od Kujaw, już poza linią Wisły, na odcinku między ujściem Drwęcy a bydgosko-fordońskim zakolem tej pierwszej rzeki, nie są, jak już wyżej wspomniano, liczne i niestety najczęściej są pozbawione kontekstu archeologicznego. Niemniej jednak wraz z innymi materiałami ujawnionymi na pozostałej części ziemi chełmińskiej są traktowane jako znaleziska uzasadniające poszerzenie zasięgu obszaru osadnictwa trzcinieckiego o strefę międzyrzecza Wisły, Drwęcy i Osy (Dąbrowski 2004, s. 109–110, Karte 8; 2009, s. 91, mapa 8<sup>4</sup>). Cytowany autor wcześniej miał jednak wątpliwości, czy tak zdecydowanie można włączyć całą ziemię chełmińską w przestrzeń zwartego osadnictwa trzcinieckiego. Był wówczas zdania, że raczej trzeba oceniać ten proces w kategoriach infiltracji trzcinieckiej w przeżywające się środowisko iwieńsko-rzucewskie (Dąbrowski 1997, s. 91–92). Podobnie ostrożny w swoich propozycjach interpretacyjnych jest Zbigniew Bukowski. Badacz ten podkreślił, że rejon dolnej Wisły w starszym i na początku środkowego okresu epoki brązu pozostawał w sferze słabych wpływów kultury trzcinieckiej zachodzących – jak to określił – w nierozpoznanym środowisku kulturowym (Bukowski 1998, s. 125; 2003, s. 63). Wracając do znalezisk „chełmińskich”, odkrytych blisko Wisły, na uwagę zasługują luźno znajdowane przedmioty z brązu: szpile z Czarnowa, pow. toruński, odm. Majków (typu B) i Jedwabna, pow. toruński, odm. Trzęsów (typu A), dalej siekierki z brzegami: z podtoruńskich Piwnic typu Łuszczewo (odm. B), kolejna typu Przywidz pochodząca z Rogowa, pow. toruński (Gedl 1983, s. 79, 85; Szpunar 1987, s. 48, 71; Dąbrowski 1997, s. 47, 48, 61; 2004, s. 90, 100, 121, 125). Do listy luźno znalezionych zabytków brązowych pochodzących z tych okolic można dodać siekierkę z Bydgoszczy (typu Węgorza), prawdopodobnie odkrytą blisko zakola Wisły w rejonie ujścia do niej Brdy, zatem w strefie przebiegu szlaku wymiany między społecznościami kujawskimi i wschodniopomorskimi (Szpunar 1987, s. 69; Dąbrowski 2004, s. 88; Woźny 2005, s. 40). Inne kategorie artefaktów starszobrązowych są reprezentowane przez z reguły dość ubogie znaleziska ceramiczne, łączone z wytwórczością ludności kultury trzcinieckiej, np. ujawnione w Rzęczkowie i Złotorii, pow. toruński oraz w obrębie gruntów Torunia (Dąbrowski 1997, s. 166–169). Trudno jednak, zważywszy na niską wartość poznawczą tych ułamków naczyń i brak datowań radiowęglowych dla współwystępujących z nimi innych kategorii materiałów źródłowych, dokonać

---

<sup>4</sup> Zwolennikiem poszerzenia przestrzeni tzw. trzcinieckiego kręgu kulturowego na północ (m.in. o ziemię chełmińską) jest także P. Makarowicz (por. Makarowicz 2010, s. 15–18, 24, ryc. 1.1, 1.15 i 1.16).

bardziej szczegółowej oceny periodyzacyjno-chronologicznej wspomnianych znalezisk, chociażby porównywalnej z wyżej przywoływanymi seriami ceramiki kujawskiej.

## BRANSOLETA Z BRUDZYNIA, POW. ŻNIŃSKI

### *Okoliczności odkrycia zabytku*

Bransoleta pochodzi z gruntów wspomnianej miejscowości, położonej około 2 km na północny zachód od Janowca Wielkopolskiego (ryc. 1: 1). Została przypadkowo znaleziona przez Ryszarda Wituckiego, właściciela pola, na którym Muzeum Archeologiczne w Biskupinie prowadziło w 2018 roku ratownicze badania archeologiczne, kierowane przez Szymona Nowaczyka. Za zgodą Wojewódzkiego Urzędu Ochrony Zabytków w Toruniu Delegatura w Bydgoszczy przekazała zabytek do zbiorów biskupińskiego Muzeum.

Według odkrywcy bransoleta została znaleziona w latach 90. minionego wieku i była przez niego przechowywana do chwili przekazania jej archeologom.

### *Opis zabytku*

Bransoleta została wykonana z brązu. Otwarta obręcz o wadze 223 g jest uformowana ze sztabki o przekroju d-kształtnym. Oba jej zakończenia są zaopatrzone w przyplaszczone stopki (ryc. 4). Długość sztabki, z której wykonano prezentowaną ozdobę (mierzona po zewnętrznej jej stronie), wynosi 18,4 cm. Wewnętrzna szerokość owalu sztabki w najszerszym miejscu wynosi 8,0 cm. Jej średnica jest zmienna: w środkowej partii wynosi od 1,5 do 1,7 cm, z kolei przy stopkowatych zakończeniach ma od 1,1 do 1,4 cm. Szerokości i długości stopek nieco różnią się między sobą: od  $1,4 \times 1,6$  cm do  $1,6 \times 1,7$  cm. Odstęp między stopkami wynosi 2,5 cm. Powierzchnię zewnętrzną owalu bransolety pokrywa wielowątkowy ornament w postaci 18 pól równoległych względem siebie linii, oddzielonych wielokrotnymi cięgami krótkich kresiek. W dwóch symetrycznych względem siebie miejscach występują pola wypełnione kreskowaniem skośnym. Na płaskiej stronie stopek zachowały się niewielkie zgrubienia poprodukcyjne, które są pozostałościami po kanałach odlewniczych (ryc. 5).



Ryc. 4. Brudzyń, pow. żniński. Widok ogólny bransolety (rys. Ż. Pankowska-Gajek, fot. S. Rosołowski)

Fig. 4. Brudzyń, Żnin district. General view of the bracelet (drawing by Ż. Pankowska-Gajek, photo by S. Rosołowski)



Ryc. 5. Brudzyń, pow. żniński. Dokumentacja rysunkowa rozwiniętego ornamentu oraz fotograficzne zbliżenie na stopkowate zakończenia artefaktu (rys. Ż. Pankowska-Gajek, fot. S. Rosołowski)

Fig. 5. Brudzyń, Żnin district. Drawing documentation of the unfolded feature and a photographic close-up of its 'foot-like' ends (drawing by Ż. Pankowska-Gajek, photo by S. Rosołowski)

*Uwagi dotyczące kontekstu kulturowo-osadniczego*

W literaturze przedmiotu podkreśla się, że dość liczna seria ozdób obręczowych dłoni (zarówno odkrytych w grobach, jak i skarbach), datowanych na starsze fazy epoki brązu, wskazuje na ich ówczesnie dużą popularność (Kłosińska 1997, s. 62). Na przykład na cmentarzysku w Opatowie, pow. kłobucki w grobie nr 851 odkryto co prawda parę typologicznie innych bransolet w porównaniu z tą z Brudzynia, jednak znalezisko to pozwala poznać sposób użytkowania tego rodzaju ozdób. Bransolety znajdowały się na końcach przedramienia zmarłego (Gedl 1975, s. 36–37, 119–120, tabl. XLIII 1–4), zatem najpewniej zakładano je i noszono na wysokości nadgarstków. Ułatwieniem dla takiego ich użytkowania miały być charakterystycznie ukształtowane kabłąki w formie przypłaszczonego owalu, które w ten sposób dobrze przylegały do dłoni (Kłosińska 1997, s. 62). Dla starszego okresu epoki brązu zestawy wyposażenia grobowych w postaci dwóch bransolet i szpili pozwoliły wyróżnić tzw. garnitury typu Opatów, lecz nie są to zbyt liczne znaleziska (Dąbrowski 1985, s. 132–133). Warto jednak zwrócić uwagę, że także w skarbach potwierdza się dość częsta obecność par bransolet z końcami uformowanymi stopkowato (Blajer 1999, s. 60–61). Na podstawie wspomnianych przykładów można przyjąć, że w początkowych fazach epoki brązu istotnym elementem stroju osób w różnym wieku była para metalowych bransolet, zakładanych na prawych i lewych przedramionach (Dąbrowski 1985, s. 132–133). Oczywiście aktualny pozostaje problem statusu społecznego ich użytkowników i okoliczności zakładania, chyba raczej niecodziennego.

Problematyka wytwarzania, chronologii i kulturowo-funkcjonalnego zastosowania bransolet o stopkowatych zakończeniach była wielokrotnie podejmowana w literaturze przedmiotu. Raczej zgodnie łączono te wytwory z metalurgią mogliwą (Kostrzewski 1923, s. 53; 1953, s. 183–186; Gedl 1975, s. 36–37; Blajer 1990, s. 52–53; Blajer, Szpunar 1981, s. 309–311; Dąbrowski 1985, s. 132–133; Kłosińska 1997, s. 62–63; Blajer 1998, s. 340–342; 1999, s. 60–62; Kaczmarek 2012, s. 167). Bez wątpienia bransoleta z Brudzynia została wytworzona przez kowala-odlewcę posiadającego duże umiejętności metalurgiczne. Świadczy o tym precyzja wykonania wyrobu oraz jego urozmaicone i staranne zdobienie. Już wyżej wspomniano, że na płaskich stronach stopkowatych zakończeń obręczy pozostawiono niewielkie poprodukcyjne zgrubienia. Podobne ślady nadlewów znalazły się m.in. na bransoletach pochodzących ze skarbu nr I z Miechowic koło Brześcia Kujawskiego czy na okazach odkrytych w Turowie koło Lubrańca (Kostrzewski 1953, s. 185; Gardawski, Wesołowski

1956, s. 69–70; Jażdżewski 1959, PL17). Już zatem przed wielu laty uznano, że do wykonania tego rodzaju ozdób obręczowych stosowano gliniane formy niszczące, zaopatrzone w dwa kanały lejnicze, które rozwidlały się w taki sposób, by lejny metal wlewał się równocześnie dwoma otworami do formy, płynąc od obu końców bransolety ku jej środkowi, stopniowo ją wypełniając ciekłym metalem (Kostrzewski 1953, s. 185; Jażdżewski 1959, PL17)<sup>5</sup>.

Ogólne podobieństwo do okazu z Brudzynia można dostrzec w przypadku pary ozdób obręczowych ze skarbu odkrytego w nieodległych Wawrzynkach, pow. żniński (Rajewski 1939, s. 267). Okazy te różnią się jednak od prezentowanej bransolety ornamentem w postaci kresek w układzie krokwiowym z motywem jodelki umieszczonej w centralnych partiach tych zabytków (Blajer 1999, s. 61). Artefakt brudzyński znajduje jednak najbliższe formalno-stylistyczne analogie w grupie innych, bogato zdobionych bransolet z końcami stopkowatymi. Do tych ostatnich należą dwie pary bransolet (większych i mniejszych) ze skarbów pochodzących ze wspomnianych wyżej Miechowic i trzy z Turowa (Jażdżewski 1959, PL17; Blajer 1999, s. 209). Kolejną bransoletą z Kujaw, wyraźnie podobną do tej z Brudzynia, jest okaz z grobu szkieletowego odkrytego w Marcinkowie, pow. inowrocławski (Maciukiewicz-Czarnecka 1978, s. 29). Ludzki szkielet leżał tam na kamiennym, obwarowanym bruku. Zmarłego ułożono na prawym boku z podkurczonymi nogami, głową skierowaną na południe. Od strony jej potylicy ustawiono ceramiczne naczynie, a przy kończynach dolnych leżała długa szpila brązowa. Wspomniana bransoleta znajdowała się na lewej kości przedramienia (Maciukiewicz-Czarnecka, Sikorski 1972, s. 60, ryc. 4: 2).

Także w Wielkopolsce ujawniono bardzo podobne bransolety, nie zawsze jednak wiadomo, skąd one dokładnie pochodziły (Koehler 1900, s. 7). Dwie obręcze ze skarbu w Będlewie, pow. poznański formalnie i zdobniczo nawiązują do bransolety z Brudzynia. Artefakty z tej miejscowości mają jednak dodatkowe pola zdobnicze, oprócz tych z naprzemianległymi liniami, także takie, które są wypełnione kompozycjami zygzaków i krokwi (Kostrzewski 1923, s. 251; Gedl 1975, s. 101; Blajer 1999, s. 61). Podobne do okazu brudzyńskiego są bransolety z Tworzymirek, pow. gostyński oraz dwie śląskie ozdoby z grobu w Zbrojewsku, pow. kłobucki, są one jednak znacznie cieńsze od wyżej wymienionych (Gedl 1975, s. 37, 131, 135).

---

<sup>5</sup> W cytowanej pracy Konrada Jażdżewskiego znajdują się również wyniki analiz składu chemicznego wyrobów ze skarbu z Miechowic. Wiadomo zatem, że bransolety zostały wykonane z brązu cynowego. Udział miedzi waha się w granicach od 88 do 91%, resztę zajmuje cyna. Nie odnotowano żadnych znaczących śladów zanieczyszczeń innymi komponentami stopu.

Reasumując dotychczasowe uwagi, można przyjąć, że bardzo zbliżone do siebie są okazy z Marcinkowa, Miechowic, Turowa oraz nieznannej miejscowości w Wielkopolsce (Blajer 1999, s. 61; Maciukiewicz-Czarnecka 1978, s. 29). Na tym tle bransoleta z Brudzyna różni się od nich tylko tym, że posiada dodatkowy motyw w postaci dwóch wąskich pól wypełnionych ukośnymi kreskami. Nie ma jednak wątpliwości, że jest to artefakt związany z tradycją wytwórczości starszego okresu epoki brązu kultur mogiłowych. To wówczas rozwinęła się wieloasortymentowa metalurgia stopów miedzi na obszarze południowo-zachodniej Polski. W warsztatach tamtejszych metalurgów powstawały bogato ornamentowane bransolety z końcami odgiętymi na zewnątrz, które częściowo stanowiły młodsze formy rozwojowe ozdób z wczesnego okresu epoki brązu (Kostrzewski 1953, s. 183). Formy obręczowe podobne do wyżej wskazywanych są notowane na Morawach, w Czechach i Austrii. Analogiczne artefakty spotyka się także na Węgrzech. Ogólnie rzecz biorąc, bransolety tego typu są datowane na starszy okres epoki brązu, co potwierdzają także współwystępujące z nimi inne wyroby metalowe (Gedl 1975, s. 36–37). Wojciech Blajer, analizując skarby z tej fazy epoki brązu, a także nieco młodsze (już ze środkowego jej okresu), w zestawach ozdób ramion i nóg wyróżnił dwie ich odmiany: pierwszą tworzą „obręcze z końcami zwężonymi i uformowanymi stopkowato lub pieczętkowato, zdobione grupami kresk poprzecznych i dodatkowymi motywami zygzakowatymi”, drugą zaś obręcze „z końcami stopkowatymi gęsto zdobione” (Blajer 1999, s. 60–61). Z tą ostatnią grupą można wiązać okaz z Brudzyna, podobnie jak inne wyżej wymienione znaleziska z Kujaw i Wielkopolski (ryc. 1).

Na podstawie rozprzestrzenienia bransolet zarówno wielkopolskich, kujawskich (okazy z Marcinkowa, Turowa i Miechowa), jak i ze wschodnich Pałuk (Brudzyń) można przyjąć, że wyroby te (mogiłowego pochodzenia) selektywnie trafiały do tego środowiska, w znacznej części pozostającego w orbicie długotrwałych wpływów trzcinieckich (Gediga 1978, s. 163; Blajer 1989, s. 450; Czebreszuk 1996, s. 175–178, 251; Makarowicz 2010, s. 19–24). Niewykluczone, że w młodszych i najmłodszych fazach rozwojowych trzcinieckiego kręgu kulturowego dochodziło w tym regionie do szerszej recepcji (np. dostrzegalnej w ceramice naczyniowej) cech kompleksu mogiłowego, a być może nawet połączonej z dłuższą i bardziej zakorzenioną obecnością społeczności mogiłowej, co jednak nie miało znaczącego wpływu na radykalną zmianę modelu osadniczego (Ignaczak, Makarowicz 1998, s. 380–381, 386–387). Nie jest jednak wykluczone, że wówczas także na Kujawach dochodziło do wytwarzania tych ozdób według mogiłowych wzorców formalnych i zdobniczych (Blajer 1998, s. 342; Kaczmarek 2012, s. 167). Bransolety ornamentowane powtarzalnymi

wątkami w postaci grup kresek poprzecznych i podłużnych można łączyć ze starszobrązowym horyzontem depozycji skarbów „Kutno-Raszew” (Blajer, Szpunar 1981, s. 309–310).

Regionalna przestrzeń osadnictwa starszego okresu epoki brązu okolic Brudzynia nie jest udokumentowana zbyt wieloma znaleziskami. Z Ośna, pow. żniński i Gołaszewa, pow. wągrowiecki pochodzą ułamki naczyń ceramicznych (Maciejewski 1962, s. 270; Kłosińska 1997, s. 147). Z kolei w Kłęcku, pow. gnieźnieński, nad tamtejszym jeziorem, znaleziono siekierkę typu Wałowice (Szpunar 1987, s. 65). Nieco dalej na wschód od Brudzynia, w Biskupinie, pow. żniński, natknięto się na fragmenty naczyń kultury trzcinieckiej (Gardawski 1959, s. 19). Z kolei w Szelejewie, pow. żniński w grobie szkieletowym znajdowała się brązowa szpila z tulejkowatą główką typu Kujawki (Piaszykowska 1959, s. 240; Kunawicz 1976, s. 65; Gedl 1983, s. 98; Blajer 1989, s. 471; Kłosińska 1997, s. 56). Także w nieco szerszym ujęciu przestrzennym obszar między Notecią i Welną nie jest szczególnie nasycony znaleziskami ze starszej epoki brązu. Dla wschodniej części sygnalizowanego międzyrzecza, mniej więcej między południkowo biegnącymi rzekami Welną i Notecią, dysponujemy tylko trzema odkrytymi zespołami grobowymi. W Wolicach, pow. żniński natknięto się na grób z obstawą kamienną wyposażony w brązową szpilę odmiany Wojdał o zdobionej półkolistej główce (Gedl 1975, s. 133; 1983, s. 43, 45). Kolejnym znaleziskami o charakterze sepulkralnym są pochówki ze zniszczonego cmentarzyska szkieletowego w Mogilnie, pow. loco. W jednym z grobów znaleziono dwie szpile brązowe (odmiany Wojdał i zaopatrzonej w kolistą główkę), ułamki trzech bransolet spiralnych z taśmy brązowej, pięć brązowych paciorków typu *salta leone* i ułamki drutu brązowego (Gedl 1975, s. 118; 1983, s. 40, 41, 43; 1989, s. 469). Obraz lokalnej aktywności osadniczej uzupełniają skarby przedmiotów metalowych. Pierwszy z nich został odkryty w nadnoteckim torfowisku w Piotrowie, pow. nakielski. Znaleziono tu dwie zamknięte obręcze miedziane datowane na wczesny i początek starszego okresu epoki brązu (Blajer 1990, s. 47, 88–90, 125). Kolejny skarb pochodzi z Czeszewa, pow. wągrowiecki. Odkryty w przydworskiej piaśnicy, składał się z dwóch szpil ze zdobioną kulistą, przekłutą główką, dwóch okrągłych obręczy z cienkiego drutu ze zwężonymi końcami, dwóch małych obręczy o ostrych końcach, dwóch siekierek z brzegami i długim obuchem oraz grotu typu Forchheim. Skarb z Czeszewa znajduje się na terenie zajmowanym wcześniej przez osadnictwo kultury iwieńskiej, ale jest datowany na fazę postunietycką (Blajer 1990, s. 87, 106; Kaczmarek 2012, s. 390). Kolejnym skarbem z tego terenu jest depozyt z wyżej wspomnianych Wawrzynek, pow. żniński. Początkowo wyroby zbliżone do okazów z tego gro-

madnego znaleziska, ze stopkowato zakończonymi ramionami, były datowane na młodszą fazę starszego okresu epoki brązu (Gedl 1975, s. 37). Natomiast według W. Blajera skarb ten można datować także na środkowy okres tej epoki (Blajer 1999, s. 61). Zestaw znalezisk uzupełniają artefakty luźne, bezkontekstowe. Z Sobiejuch, pow. żniński oraz Mielna, pow. mogileński pochodzą dwie szpile uchate. Obie są zaliczane do okazów uchatych typu A wariantu Trzęsów, które datuje się na drugą połowę starszego okresu epoki brązu oraz na początek kolejnego. Znaleziska takich szpil wyraźnie koncentrują się na obszarze kultury mogiłowej (przedłużyczej) i w regionach jej wpływów (Gedl 1983, s. 79–80, 82–83). Z Kujawek, pow. wągrowiecki znana jest eponimiczna szpila, od której pochodzi wyróżniony i wcześniej wspomniany typ tego rodzaju ozdób (Gedl 1983, s. 97). Z kolei w Szczepanowie Leśnym, pow. mogileński ujawniono szpile o czopowatej główce (Gedl 1975, s. 129). Tego rodzaju okazy są licznie reprezentowane na terenie Śląska. Szpila z tej ostatniej miejscowości jest zaliczana do wariantu Książ Wielkie i bywa łączona z klasyczną fazą aktywności osadniczej (w tym wytwórczości brązowniczej) kultury mogiłowej (Gedl 1983, s. 62–63). Z Wiśniewa, pow. wągrowiecki pochodzi masywny naramiennik z tarczkami (odłamanymi) wariantu Miłosław. Masywne i bogato ornamentowane ozdoby wspomnianego typu są najliczniej notowane nad górną Odrą i środkową Wartą i łączone z klasyczną fazą rozwojową ugrupowań mogiłowych (Blajer 1984, s. 20, 28). W literaturze jest również wzmiankowana otwarta, zdobiona bransoleta brązowa z miejscowości Święte koło Gniezna. Bransolety tej odmiany są wiązane ze schyłkową fazą wytwórczości kultury przedłużyczej i datowane na schyłek starszego okresu epoki brązu i początek kolejnego, środkowego (Gedl 1975, s. 38, 130). Serię wymienionych przedmiotów uzupełnia znalezisko siekierki z Lipy, pow. chodzieski. Wyroby tego typu zgodnie są datowane na starszy okres epoki brązu i notuje się je głównie w zachodniej części Polski (Szpunar 1987, s. 40–41).

Z powyższego przeglądu znalezisk wyrobów metalowych proveniencji mogiłowej wynika, że zostały one pozyskane na całym obszarze między Notecią a Wełną. Nieco bardziej złożony obraz rysuje się dla tej strefy, jeśli wziąć pod uwagę ceramikę naczyniową. Obecność ułamków ceramiki naczyniowej kultury mogiłowej bywa dokumentowana w zachodniej części tego regionu. Mają na to wskazywać znaleziska z Proсны i Budzynia z pow. chodzieskiego (Dąbrowski 2004, Karte 1; Kłosińska 1997, s. 144, 159). Ceramikę mogiłową miano znaleźć także w Srebrnej Górze, pow. wągrowiecki oraz w Rydlewie, pow. żniński (Piaszykowska 1959, s. 166, 200). Z kolei w strefie między górną Wełną a Notecią (sąsiadujące ze sobą stanowiska w Strzelcach, Kunowie, Łosośnikach,



Kamionkach leżące w pow. mogileńskim) ceramika naczyniowa jest przypisana osadnictwu horyzontu trzcienieckiego (Czebreszuk 1996, s. 339, 343, 346, 370). Ułamki naczyń trzcienieckich pochodzą także z Biskupina (stan. 6), pow. żniński (Gardawski 1959, s. 19). W tej samej miejscowości część materiałów ceramicznych odkrytych w obrębie miejsca interpretowanego jako wczesnobrązowy kraal (Biskupin, stan. 2a) ma cechy wytwórczości horyzontu trzcienieckiego, co wskazywałoby na bardzo długi okres użytkowania tego miejsca (Czebreszuk 1996, s. 159; Grossman 1998, s. 189, 191).

Heterogennie rysuje się też obraz osadniczy na południe od Wełny. W Ośnie, pow. żniński odnotowano obecność ceramiki horyzontu trzcienieckiego (Czebreszuk 1996, s. 354). Z kolei dość liczne ślady osadnicze, zadokumentowane na południowy zachód od wspomnianej rzeki (Gołaszewo, Potrzeznowo, Glinno i Bliżyce, pow. wągrowiecki oraz Lednogóra, pow. gnieźnieński), bywają łączone z wytwórczością mogiłową (Kłosińska 1997, s. 143, 147, 159). Na południowy zachód od Wełny natknięto się na kilka przedmiotów metalowych. Z Kłęcka, pow. gnieźnieński pochodzi siekierka typu Wałowice o zachodniopomorskiej proveniencji, łączona z wytwórczością starszego i początkiem środkowego okresu epoki brązu (Szpunar 1987, s. 65–66). Z Owczych Główn, pow. obornicki znany jest naramiennik brązowy z tarczkami spiralnymi wariantu Trzebnica (Błajer 1984, s. 22). Również nieco dalej na zachód, w Garbatkach oraz Dziewczej Strudze, pow. obornicki, natknięto się na dwie szpile beczułkowate wariantu Jeziora zgodnie łączone z brązownictwem młodszej fazy starszego okresu epoki brązu (Gedl 1983, s. 58–59). Dotychczas opublikowane mapy osadnictwa starszobrązowego (mogiłowego) pokazują, że zainteresowaniem osiedleńczym cieszył się obszar ujścia Wełny do Warty, szczególnie na lewym brzegu tej pierwszej (m.in. Rogoźno i Kowanówka, pow. obornicki) (Kłosińska 1997, s. 161; Dąbrowski 2004, Karte 1).

Zebrane dotychczas i opublikowane materiały źródłowe dla interesującego nas obszaru pozwalają przyjąć, że na południe od Wełny oraz na północny zachód od niej mogło istnieć osadnictwo ugrupowań mogiłowych. Z kolei na wschodzie, wzdłuż południkowego przebiegu Wełny i Noteci, koncentrowały się skupiska osadnicze horyzontu trzcienieckiego. W tym kontekście obszar Pałuk rysuje się jako region o mieszanych cechach kultury materialnej, jednak z wyraźną dominantą asortymentu przedmiotów metalowych proveniencji mogiłowej.

Problem interpretacji współwystępowania materiałów trzcienieckich i mogiłowych na Pałukach, podobnie jak na Kujawach, jest od dawna podnoszony w literaturze przedmiotu (Gediga 1978, s. 163; Czebreszuk 1996, s. 178). Bran-

soleta znaleziona w Brudzynie pochodzi z młodszej fazy starszego okresu epoki brązu lub początku jej okresu środkowego. Jak już wyżej zaznaczono, zupełnie nieznanym jest kontekst depozycji zabytku. Można jednak próbować wiązać ten przedmiot z utrwalonymi w literaturze interpretacjami kulturowo-osadniczymi. Mianowicie w późnej fazie horyzontu trzcinieckiego miało dojść do narastającej depopulacji rejonu Kujaw, co mogło ułatwić infiltrację grup osadników mogiłowych i przy tej okazji pojawienie się wytworów ich metalurgii (Czebreszuk 1997, s. 94; Ignaczak, Makarowicz 1998, s. 386–387). Najmłodsze bransolety o stopkowatych zakończeniach, zdobione polami naprzemianległych linii, a taką jest okaz z Brudzyna, mogły zostać odlane na miejscu przez mogiłowych kowali-odlewców przybyłych na Pałuki i Kujawy. Uwzględniając dotychczasowy stan wiedzy o osadnictwie starszego okresu epoki brązu, nie można wykluczyć, że ozdoby obręczowe, takie jak ta z Brudzyna, mogły powstawać w trzcinieckich warsztatach brązowniczych, jednak pod warunkiem istnienia, nieznanych obecnie, przesłanek adaptacji w tym środowisku obcych wzorców kulturowych, m.in. pozwalających na wykorzystywanie „mogiłowych” przedmiotów metalowych w określonych sytuacjach rytualno-obrzędowych.

## ANALIZA METALOZNAWCZA I TECHNOLOGICZNA PREZENTOWANYCH ZABYTKÓW

W badaniach obu bransolet zastosowano nieniszczące metody badawcze: mikroskopia świetlna, spektroskopia fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (ED-XRF) oraz elektronowa mikroskopia skaningowa z analizą składu chemicznego w mikroobszarach (SEM-EDS). Obrazy makroskopowe zarejestrowano z wykorzystaniem stereoskopowego mikroskopu optycznego NIKON SMZ 745T. Badania składu chemicznego przeprowadzono metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii (ED-XRF). Jedną z głównych zalet tej metody jest nieniszczący charakter badań oraz precyzyjne wyniki otrzymane bez ingerencji w analizowany materiał. Z tego względu jest specjalnie zalecana do badania zabytków z metali nieżelaznych i ich stopów oraz stopów metali szlachetnych. Metoda spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej pozwoliła zidentyfikować profil chemiczny obu bransolet, zarówno jakościowo, jak i ilościowo, na podstawie analizy charakterystycznego promieniowania wzbudzanego wiązką promieniowania rentgenowskiego. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem spektrometru rentgenowskiego laboratoryjnego, stacjonarnego SPECTRO MIDEX. Wykonano szereg poje-

dynczych pomiarów w punktach o średnicy 0,02 mm; wyniki średnie zestawiono tabelarycznie (tab. 1). Badania składu chemicznego i mikrostruktury przeprowadzono przy zastosowaniu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) Hitachi S-3400N, w którym źródło elektronów stanowiło działło wolframowe z termoemisją. Ponadto mikroskop był wyposażony w detektor dyspersji charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego (EDS) firmy Thermo Noran. Obserwację powierzchni artefaktów przeprowadzono w kontraście elektronów wtórnych (SE) i wstecznie rozproszonych (BSE). Technika SEM-EDS posłużyła do charakterystyki powierzchni oraz składu chemicznego w wybranych mikroobszarach badanych ozdób. Dane przebiegu krystalizacji pozyskano z programu ThermoCalc. Symulacje zalewania i krzepnięcia wykonano z wykorzystaniem programów SolidWorks i Magma.

Tab. 1. Skład chemiczny bransolet z Torunia, pow. loco i Brudznia, pow. żniński na podstawie analizy ED-XRF (% mas.) (oprac. A. Garbacz-Klempka)

Table 1. The chemical composition of the two bracelets from Toruń, Toruń district, and Brudzyń, Żnin district, based on ED-XRF (% weights) analysis (developed by A. Garbacz-Klempka)

Bransoleta	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi
Toruń	0,42	0,09	0,96	76,81	0,10	1,26	0,10	20,06	0,19	< 0,02	0,01
Brudzyń	0,17	0,09	0,56	88,33	0,15	0,41	0,03	9,90	0,14	0,20	0,02

Badania zrealizowano w Centrum Badań Nawarstwien Historycznych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Analizy przeprowadzono na powierzonym materiale, umieszczając go w komorze pomiarowej spektrometru i mikroskopu skaningowego. W każdym obszarze przeprowadzono niezbędną dla rozpoznania składu chemicznego liczbę pomiarów. Zreferowane poniżej wyniki prac to kolejne działania badawcze przeprowadzone w ostatnich latach dla pradziejowych artefaktów wykonanych ze stopów miedzi (Garbacz-Klempka, Rzadkosz 2014; Garbacz-Klempka i in. 2015; 2016; Garbacz-Klempka, Kwak, Kozana, Piękoś, Czekał 2017; Garbacz-Klempka, Makarowicz, Tokarski 2017; Garbacz-Klempka, Suchy, Kwak, Długosz, Stolarczyk, 2018; Garbacz-Klempka, Suchy, Kwak, Tokarski, Klempka, Stolarczyk 2018).

### *Wyniki badań archeometalurgicznych*

Celem badań była obserwacja powierzchni bransolet pod względem analizy szczegółów technologicznych oraz badania składu chemicznego w celu wzajemnego porównania tych dwóch interesujących zabytków. Obie bransolety zostały wykonane w technice wytapianych modeli (traconego wosku). Podstawą tej technologii było sporządzenie woskowego modelu, który odzwierciedlał późniejszy odlew. Nadano mu właściwy kształt, zrobiono nacięcia w wosku i dołożono układ wlewowy. Model woskowy oklejano kolejnymi warstwami gliny, mieszanymi z piaskiem i składnikami organicznymi, np. ciętą słomą, które stopniowo suszono. Wosk wytapiano z wnętrza formy, a samą formę poddawano procesowi wypalania dla uzyskania przez nią odpowiednich właściwości, jak ogniotrwałość w kontakcie z ciekłym stopem, przepuszczalność dla gazów oraz wytrzymałość w czasie uderzenia metalu o ścianki formy podczas zalewania. Forma pozwalała na dokładne odtworzenie szczegółów modelu, z tego powodu jej ścianki tworzone z gliny drobnoziarnistej (bezpośrednio stykającej się z modelem) i stopniowo coraz grubszej (Hensel 1982; Garbacz-Klempka, Rzadkosz 2014).

Obrazy makroskopowe przedstawiają powierzchnie bransolet, kolejno bransolety „Toruń” (ryc. 6) i „Brudzyń” (ryc. 7). Na powierzchni pierwszej bransolety widoczne jest zdobienie ornamentem złożonym z nacięć. Część z nich wykonano już na modelu woskowym (ryc. 6: a, c–e), o czym świadczą łagodne brzegi i zgrubienia nacięć oraz ślady deformacji dekoracji wynikające z pracy w miękkim materiale, jakim jest wosk. Część zdobień była rytowana już na gotowym wyrobie na etapie obróbki wykończeniowej (ryc. 6: a, b, d, f), o czym świadczą ostre brzegi ornamentu. Bardzo prawdopodobne jest rytowanie wzoru jako sposób jego pogłębienia wykonanego na modelu woskowym. Na krańcach bransolety można dostrzec miejsca usytuowania układu wlewowego (ryc. 2, 3).

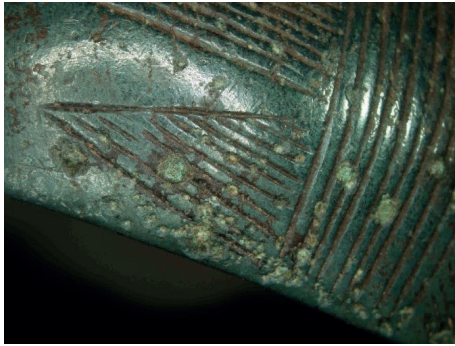
Bransoleta „Brudzyń” jest znacznie bardziej masywna i dopracowana pod względem rozbudowanej dekoracji. Tu również widoczne są nacięcia wykonane w modelu woskowym oraz ryty sporządzone dopiero na gotowym wyrobie. Pojawia się także dekoracja zrobiona technikami odlewu i rytowania, choć w zdecydowanie większym stopniu skomplikowana dekoracja bransolety z Brudzynia została wykonana na modelu woskowym (ryc. 7: a–d). Widoczne są też inne ślady, jak fałdy (ryc. 7: c) i zgrubienia (ryc. 7: d), będące dowodem kształtowania modelu woskowego. Ryty z ostrymi krawędziami, powstałe na gotowym wyrobie, widoczne są w niewielu obszarach (ryc. 7: a). Niezwykle ważne dla analizy procesów technologicznych jest miejsce usytuowania kanału



a



b



c



d



e



f

Ryc. 6. Toruń, pow. loco. Obraz makroskopowy powierzchni bransolety. Widoczne nacięcia wykonane na modelu woskowym (a, c–e) i nacinane na gotowym wyrobie (a, b–d, f) (fot. P. Jurecki)

Fig. 6. Toruń, Toruń district. Macroscopic image of the bracelet surface. Visible cuts made on its wax model (a, c–e) and cuts on the finished product (a, b–d, f) (photo by P. Jurecki)



Ryc. 7. Brudzyń, pow. żniński. Obraz makroskopowy powierzchni bransolety. Widoczne nacięcia wykonane na modelu woskowym (a–d) i poprzeczne ryty na gotowym wyrobie (a), defekty powierzchni od wewnętrznej strony, jak fałda i zgrubienia (c, d), miejsce doprowadzenia układu wlewowego i widoczne w tym obszarze porowatości (e–h) (fot. P. Jurecki)

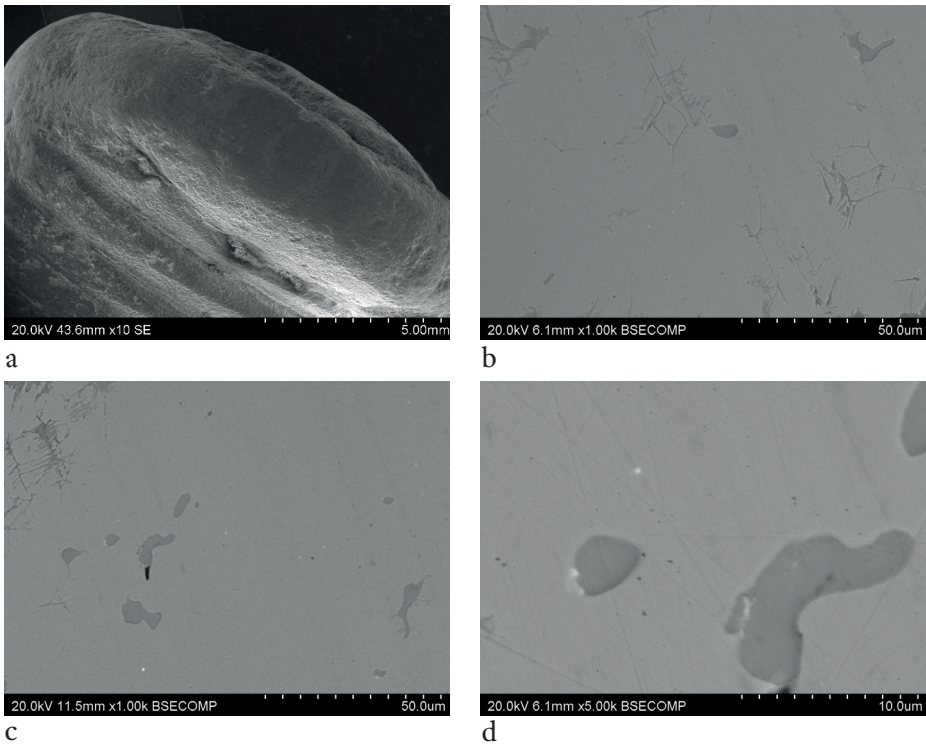
Fig. 7. Brudzyń, Żnin district. Macroscopic image of the bracelet surface. Visible cuts made on the wax model (a–d) and transverse engravings on the finished product (a), surface defects such as folds and thickenings on the inside (c, d), place for inserting the gating system (e–h) (photo by P. Jurecki)

doprowadzającego ciekły stop do wnętrza formy (ryc. 7: e–h) i widocznych wad odlewniczych w postaci porowatości (ryc. 5.2–3, ryc. 7: e–h).

Analiza składu chemicznego wykazała, że bransoleta z Torunia została odlana z brązu cynowego dwuskładnikowego o zawartości 20,1% cyny i 76,8% miedzi. Pozostałą część stanowiły dodatki naturalne pochodzące z rud, jak 0,96% niklu, 1,26% arsenu, 0,19% antymonu, 0,1% cynku i tyle samo srebra (tab. 1). Surowiec reprezentuje miedź typu *fahlore* (tetraedryt i tennantyt) przy podwyższonych stężeniach arsenu, antymonu, srebra i niklu. Wysoka zawartość cyny wpływa na właściwości mechaniczne stopu, zmniejszając plastyczność i wyraźnie podnosząc kruchość. Bransoleta z Brudzynia również została wykonana z brązu cynowego, jednak jej skład jest odmienny. Profil chemiczny tej bransolety wykazuje zawartość 9,9% cyny w stosunku do 88,3% miedzi. Ilość dodatków naturalnych jest mniejsza i zawiera 0,56% niklu, 0,41% arsenu, 0,14% antymonu i 0,15% cynku oraz 0,20% ołowiu (tab. 1).

Z przeprowadzonych badań wynika, że oba zabytki różnią się pod względem technologicznym i surowcowym. Bransoleta z Torunia jest mniej zaawansowana technologicznie w porównaniu z tą z Brudzynia, mimo że obie wykonano w tej samej technice wytapianych modeli. Oba artefakty prezentują więc dwie różne tradycje wykonania (w tym odlewania i dekorowania) ozdób z brązu.

Dla bransolety z Brudzynia przeprowadzono dalsze obserwacje i analizy z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego z mikroanalizą rentgenowską (ryc. 8). Stop układu Cu–Sn należy do stopów perytektycznych i krystalizuje w szerokim zakresie temperatur. Temperaturę zalewania dla brązu cynowego przyjmuje się w przedziale 1100–1150°C, skurcz odlewniczy wynosi 1,4%, a lejność 200 mm (Garbacz-Klempka 2018). Brąz o 10% udziale cyny krzepnie w szerokim zakresie temperatur, od temperatury likwidus 1020°C, która wyznacza początek przemiany cieczy w ciało stałe. W badaniach stopu analizowano diagram równowagi fazowej układu Cu–Sn oraz teoretyczną krzywą krystalizacji równowagowej sporządzoną za pomocą metody CALPHAD. Przyjęto założenie, że proces krystalizacji w formie ceramicznej przebiegał z umiarkowaną prędkością ze względu na masywność odlewu oraz powolne odprowadzanie ciepła z wnętrza formy. W tej sytuacji w wyniku krystalizacji w temperaturze pokojowej w stopie pozostaje roztwór stały  $\alpha$  oraz eutektoid ( $\alpha + \delta$ ) mieszczący się w przestrzeniach międzydendrytycznych (Garbacz-Klempka 2018). W badaniach mikrostruktury SEM-EDS zidentyfikowano roztwór stały  $\alpha$  oraz eutektoid zawierający 10,6–11,1% Sn i 88,9–89,4% Cu. Zauważono też niewielkie białe wydzielienia ołowiu na granicach faz (ryc. 9 i 10, tab. 2 i 3). W mikroobszarach zidentyfikowano siarczki miedzi ( $\text{Cu}_2\text{S}$ )



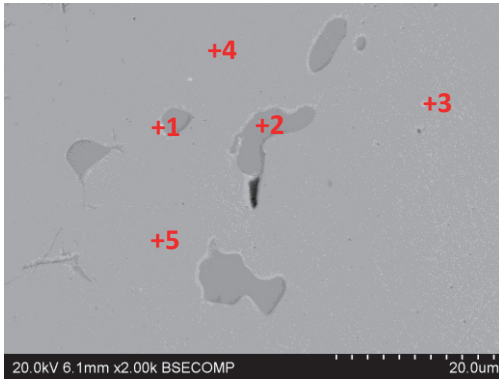
Ryc. 8. Brudzyń, pow. żniński. Obraz SEM. Widok zakończenia bransolety (a) oraz obraz struktury metalu z widocznymi anomaliami jego krystalizacji (b–d) (oprac. M. Perek-Nowak)

Fig. 8. Brudzyń, Żnin district. SEM image. The end of the bracelet (a) and the image of the metal structure with visible anomalies in its crystallization (b–d) (developed by M. Perek-Nowak)

obliczone stechiometrycznie z uwzględnieniem wartości wyrażonej w % at., świadczące o pochodzeniu surowca z rud siarczkowych (ryc. 9 i 11, tab. 2 i 4). Ponadto ciemnoszare obszary zidentyfikowano jako tlenki miedzi  $\text{Cu}_2\text{O}$ , będące produktami korozji miedzi (ryc. 10, tab. 3).

Rekonstrukcję przebiegu zalewania wykonano w oparciu o proces projektowania zwrotnego. Dokonano wizualizacji geometrycznej bransolety w programie SolidWorks, a następnie przeprowadzono symulację procesów zalewania i krzepnięcia odlewów w oprogramowaniu MAGMA5. Umożliwiło to zobrazowanie i lepsze zrozumienie procesów odlewniczych w zakresie technologii przygotowania formy oraz odlewania i krzepnięcia odlewu w formie.





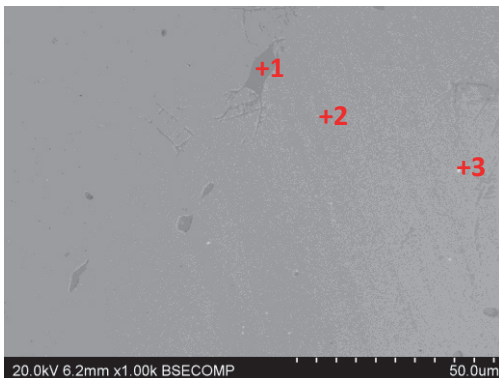
Ryc. 9. Brudzyń, pow. żniński. Obraz z mikroskopu elektronowego dla bransolety wraz z analizą składu chemicznego w wybranych mikroobszarach (por. tab. 2) (oprac. M. Perrek-Nowak)

Fig. 9. Brudzyń, Żnin district. Electron microscope image of the bracelet with an analysis of its chemical composition in selected micro-areas (cf. Table 2) (developed by M. Perrek-Nowak)

Tab. 2. Brudzyń, pow. żniński. SEM-EDS. Analiza składu chemicznego bransolety w wybranych mikroobszarach (wt.%) (oprac. M. Perrek-Nowak)

Table 2. Brudzyń, Żnin district. SEM-EDS. Analysis of the chemical composition of the bracelet in selected micro-areas (% weights) (developed by M. Perrek-Nowak)

	S	Cu	Sn	Pb
1	0,00	77,08	2,87	20,05
2	20,71	79,29	0,00	0,00
3	0,00	61,92	7,42	30,66
4	0,00	89,43	10,57	0,00
5	0,00	88,94	11,06	0,00



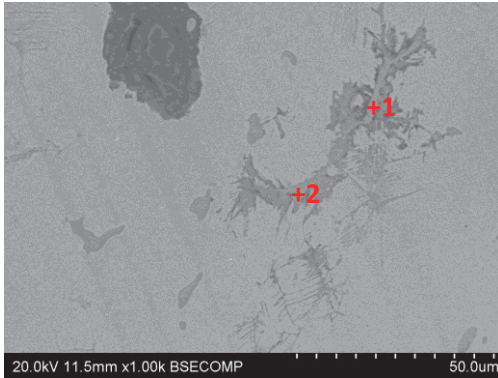
Ryc. 10. Brudzyń, pow. żniński. Obraz z mikroskopu elektronowego wraz z analizą składu chemicznego w wybranych mikroobszarach bransolety (por. tab. 3) (oprac. M. Perrek-Nowak)

Fig. 10. Brudzyń, Żnin district. Electron microscope image with an analysis of its chemical composition in selected micro-areas of the bracelet (cf. Table 3) (developed by M. Perrek-Nowak)

Tab. 3. Brudzyń, pow. żniński. SEM-EDS. Analiza składu chemicznego w wybranych mikroobszarach bransolety (wt.%) (oprac. M. Perrek-Nowak)

Table 3. Brudzyń, Żnin district. SEM-EDS. Analysis of the chemical composition in selected micro-areas of the bracelet (% weights) (developed by M. Perrek-Nowak)

	O	Cu	Sn	Pb
1	10,77	89,23	0,00	0,00
2	0,00	89,06	10,94	0,00
3	0,00	30,74	4,79	64,47



Ryc. 11. Brudzyń, pow. żniński. Obraz z mikroskopu elektronowego wraz z analizą składu chemicznego w wybranych mikroobszarach bransolety (por. tab. 4) (oprac. M. Perek-Nowak)

Fig. 11. Brudzyń, Żnin district. Electron microscope image with an analysis of its chemical composition in selected micro-areas of the bracelet (cf. Table 4) (developed by M. Perek-Nowak)

Tab. 4. Brudzyń, pow. żniński. SEM-EDS. Analiza składu chemicznego w wybranych mikroobszarach bransolety (wt.%) (oprac. M. Perek-Nowak)

Table 4. Brudzyń, Żnin district. SEM-EDS. Analysis of the chemical composition in selected micro-areas of the bracelet (% weights) (developed by M. Perek-Nowak)

obszar	S	Cu
1	19,04	80,96
2	19,50	80,50

Pozwoliło to również na ocenę poziomu zastosowanej technologii i prognozowanie wad odlewniczych.

Do symulacji wykorzystano dane laboratoryjne oraz obliczenia termofizyczne. Na podstawie pozostawionych na końcach bransolety śladów układu wlewowego (ryc. 7: g–h) wirtualnie zrekonstruowano formę glinianą wraz z układem wlewowym, mającym dwa kanały wlewowe, wlew główny okrągły i zbiornik wlewowy stożkowy. W zrekonstruowanej formie dokonano wirtualnego odlewania. Czas zalewania ustalono na 2,5 sekundy. Dla brązu cynowego przyjęto temperaturę zalewania 1100°C (ryc. 12). Symulacja zalewania grawitacyjnego obrazuje przepływ ciekłego metalu, który przez zbiornik wlewowy, a następnie wlew główny rozdziela się przez dwa kanały wlewowe na dwie strugi. Te ostatnie przy końcach formy bransolet zaczynają ją wypełniać. Przepływ metalu jest na początku turbulentny, gdy strugi uderzają w ścianki boczne formy, a następnie zderzają się w dolnej jej części. Niestabilny przepływ pochłania dużo powietrza, zwiększając możliwość tworzenia się wtrąceń i porowatości gazowych. Następnie metal w formie podnosi się spokojnie, aż do całkowitego jej wypełnienia. Symulacja obrazuje zwiększanie się ciśnienia metalu w określonych miejscach: w przekroju wlewu głównego oraz w dolnej części formy,

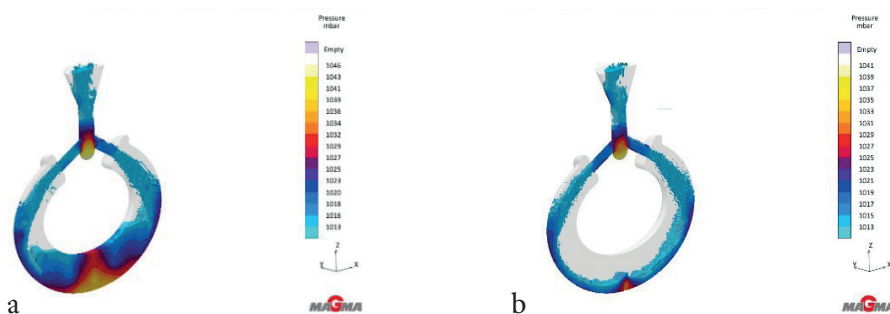


Ryc. 12. Brudzyń, pow. żniński. Wirtualny model bransolety wraz z układem wlewowym: zbiornikiem wlewowym stożkowym, wlewem głównym i dwoma kanałami doprowadzającymi. Symulacja początku zalewania w programie Magma (oprac. P. Żak)

Fig. 12. Brudzyń, Żnin district. Virtual model of the bracelet alongside the gating system: a funnel-shaped pouring basin, the main sprue, two runners and an ingate. Simulation of the beginning of the process of pouring the metal created in the Magma programme (developed by P. Żak)

w momencie zderzenia się strug (wzrost ciśnienia wskazują kolory czerwony i żółty 1025–1041 mbar; ryc. 13). Istnieje zatem możliwość zwiększonej erozji formy w obszarach o podwyższonym ciśnieniu.

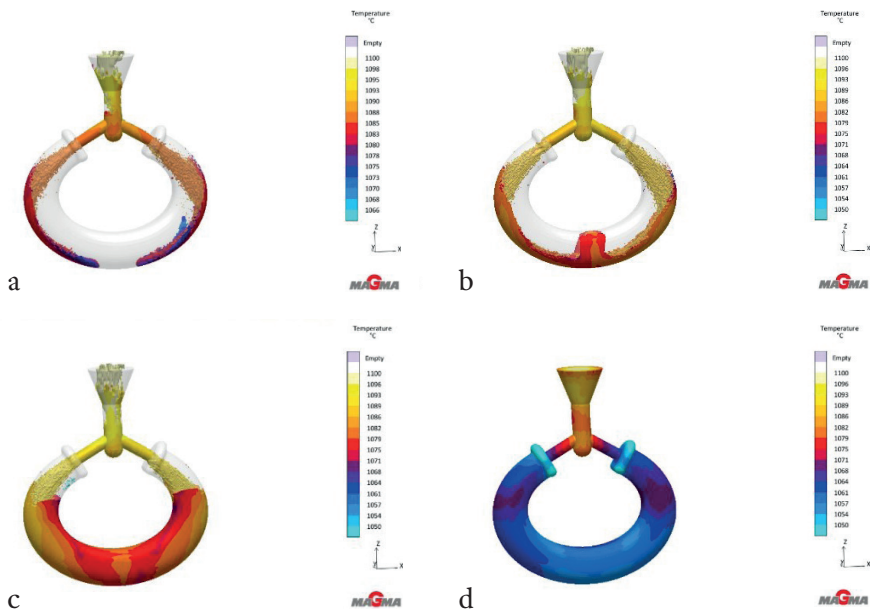
Rozkład temperatury w czasie zalewania pokazuje zalewanie stopem o temperaturze 1100°C, po czym, już w układzie wlewowym, temperatura spada o 10–15°C, a gdy dostaje się on do wnętrza formy, obniża się do temperatury



Ryc. 13. Brudzyń, pow. żniński. Wyniki symulacji rozkładu ciśnienia w formie: gdy czas od początku zalewania = 0,6 s (a) i gdy czas zalewania = 1,3 s (b) (oprac. P. Żak)

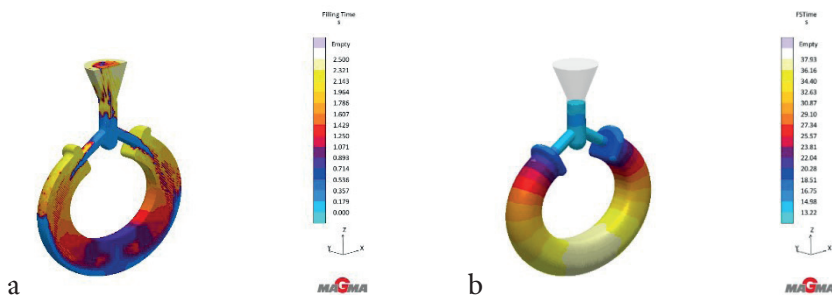
Fig. 13. Brudzyń, Żnin district. The results of the simulation of pressure distribution in the mould: when 0.6 secs had passed from the beginning of pouring (a), and when the pouring time had taken 1.3 secs (b) (developed by P. Żak)

1085–1080°C. Po upływie 2,5 s, a więc po całkowitym zalaniu formy, temperatura stopu wynosi już 1070–1050°C. Najniższa temperatura widoczna jest na samych zakończeniach bransolety i w środkowej części formy (kolor niebieski na skali temperatury, ryc. 14). Po osiągnięciu temperatury około 1200°C w tych obszarach rozpocznie się krystalizacja stopu. Po upływie 1,37 min stopień krystalizacji wynosi 50%, a obszary jasne – u dołu formy – obrazują dłuższy czas krzepnięcia w porównaniu z górną jej częścią (ryc. 15: b). Czas krzepnięcia każdej części odlewu jest różny. W jego symulowanej analizie pozycja o dłuższym trwaniu odpowiada lokalizacji rozkładu punktów gorących. Po czasie 494 s (8,23 min) krystalizacja stopu dobiega końca. Kinetyka krzepnięcia zależy od ilości i udziału faz możliwych do zaobserwowania w czasie trwania procesu oraz kinetyki wydzielania się ciepła przemiany. Na początku obserwowany jest



Ryc. 14. Brudzyń, pow. żniński. Wyniki symulacji rozkładu temperatury przepływu metalu w formie: (a) czas zalewania = 0,5 s, wypełnienie formy = 20%, (b) czas zalewania = 0,7 s, wypełnienie formy = 30%, (c) czas zalewania = 1,7 s, wypełnienie formy = 70%, (d) czas zalewania = 2,5 s, wypełnienie formy = 100% (oprac. P. Żak)

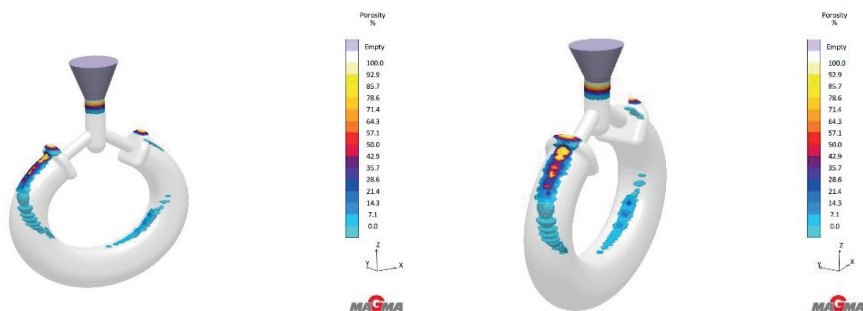
Fig. 14. Brudzyń, Żnin district. The results of the simulation of the temperature distribution of the metal flow in the mould: (a) pouring time = 0.5 secs, mould filling = 20%, (b) pouring time = 0.7 secs, mould filling = 30%, (c) pouring time = 1.7 secs, mould filling = 70%, (d) pouring time = 2.5 secs, mould filling = 100% (developed by P. Żak)



Ryc. 15. Brudzyń, pow. żniński. Wyniki symulacji po zakończeniu odlewania: (a) widok wnętrza formy i układu wlewowego w przekroju, całkowity czas wypełniania wnętrza formy = 2,5 s, (b) krystalizacja i stygnięcie metalu w formie (tzw. gorące punkty), czas od zalania formy = 1,37 min, stopień krystalizacji = 50% (oprac. P. Żak)

Fig. 15. Brudzyń, Żnin district. The simulation results after the casting had been completed: (a) view of the mould cavity and the gating system in cross-section, the total time of filling the mould cavity = 2.5 secs, (b) crystallization and cooling of the metal in the mould (the so-called hot spots), time from the filling of the mould = 1.37 mins, degree of crystallization = 50% (developed by P. Żak)

znaczny przyrost fazy stałej, gdyż różnica temperatury między formą a stopem odlewniczym jest duża (po czasie 1 min 37 s stopień krystalizacji wynosi 50%). W dalszym przebiegu procesu krystalizacji forma nagrzewa się i szybkość odprowadzania ciepła słabnie. Stąd obserwowane spowalnianie krzepnięcia wraz z postępem tego procesu. Po czasie 8 min 23 s stopień krystalizacji wynosi 100%.



Ryc. 16. Brudzyń, pow. żniński. Wyniki symulacji rozkładu prognozowanych porowatości w odlewie (oprac. P. Żak)

Fig. 16. Brudzyń, Żnin district. The results of the simulation of the distribution of the predicted porosity in the cast (developed by P. Żak)

Wyniki symulacji prognozują obecność porowatości od wewnętrznej strony dolnej części formy i zewnętrznej części formy w górnych jej obszarach, po obu stronach, a także w samym układzie wlewowym (ryc. 16). Zauważalne jest, że lokalizacja porowatości w wynikach symulacji w przybliżeniu odpowiada rzeczywistym porowatym miejscom widocznym w zakończeniach bransolety (ryc. 5.2–3; 7: g–h; 8: a). Bransoleta z Brudzynia wykonana w technice wytapianych modeli reprezentuje wytwór zaawansowanej technologii, szczególnie w zakresie formy, w tym konstrukcji układu wlewowego. Dzięki temu powstała ozdoba masywna o rozbudowanej dekoracji wykonanej na modelu woskowym. Technika wytapianych modeli zapewnia dużą dokładność wymiarową i wysoką odtwarzalność kształtu. Powierzchnia bransolety jest gładka i precyzyjnie odtwarza dekorację modelu, co oznacza, że producent brązownik opanował tę technologię na dobrym poziomie. Minimalna liczba wad w postaci porowatości na końcach bransolety dowodzi bardzo dobrej znajomości i zaawansowania procesu odlewania na wszystkich etapach, od przygotowania modelu i formy, poprzez topienie i zalewanie stopu.

## WNIOSKI

Prezentowane wyżej dwie metalowe bransolety, chociaż pozostają naukowo cennymi artefaktami, zarówno pod względem archeologicznym, jak i metaloznawczym, to jednak – jak już wspomniano – fakt bezkontekstowego odkrycia znacznie obniża ich wartość poznawczą, szczególnie w odniesieniu do pierwszego z wymienionych aspektów. Przypisane do technologicznie i stylistycznie różnych kategorii ozdób obręczowych starszego okresu epoki brązu, są kolejnymi przykładami użytkowania wyrobów proveniencji mogiłowej w środowiskach o mieszanym komponente osadniczym: mogiłowo-trzcinieckim (bransoleta z Brudzynia) lub z wyraźną przewagą tego ostatniego (bransoleta z Torunia).

## Bibliografia

### Wykaz skrótów

AP – Archeologia Polski, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź.

FAP – Fontes Archaeologici Posnanienses, Poznań.

IA – Informator Archeologiczny, Warszawa.

KA – Komunikaty Archeologiczne, Bydgoszcz.

MS – Materiały Starożytne, Warszawa.

PA – Przegląd Archeologiczny, Poznań–Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź.

PBF – Prähistorische Bronzefunde, München–Stuttgart.

### Literatura

- Bednarek R., Jankowski M., 2006, *Gleby*, [w:] *Toruń i jego okolice. Monografia przyrodnicza*, red. L. Andrzejewski, P. Weckwerth, Sz. Burak, Toruń, s. 153–176.
- Blajer W., 1984, *Die Arm- und Beinbergen in Polen*, PBF, dz. X, t. 2, München.
- Blajer W., 1989, *Kultura trzciniecka*, [w:] *Pradzieje ziem polskich*, red. J. Kmiecński, Warszawa–Łódź, s. 441–455.
- Blajer W., 1990, *Skarby z wczesnej epoki brązu za ziemiach polskich*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź.
- Blajer W., 1998, *Przyczynek do dyskusji o znaczeniu metalurgii brązu w zachodnim odłamie kultury trzcinieckiej*, [w:] „Trzciniec” – system kulturowy czy interkulturowy proces?, red. A. Koško, J. Czebreszuk, Poznań, s. 337–342.
- Blajer W., 1999, *Skarby ze starszej i środkowej epoki brązu na ziemiach polskich*, Prace Komisji Archeologicznej 30, Kraków.
- Blajer W., Szpunar A., 1981, *O możliwości wydzielenia horyzontów skarbów brązowych na obszarze Polski*, AP, t. 26, s. 295–320.
- Bukowski Z., 1998, *Pomorze w epoce brązu w świetle dalekosiężnych powiązań wymiennych*, Gdańsk.
- Bukowski Z., 2003, *Kierunki rozwojowe Pomorza w epoce brązu*, [w:] M. Fudziński, H. Paner (red.), *XIII Sesja Pomorzoznawcza*, t. 1: *Od epoki kamienia do okresu rzymskiego*, red. M. Fudziński, H. Paner, Gdańsk, s. 61–77.
- Czebreszuk J., 1996, *Spoleczności Kujaw w początkach epoki brązu*, Poznań.
- Czebreszuk J., 1997, *Krąg mogiłowy i popielnicowy na Kujawach. Przyczynek do badań nad regionalną zmianą kulturową*, [w:] *Beiträge zur Deutung der bronzezeitlichen Hort- und Grabfunde in Mitteleuropa*, red. W. Blajer, Kraków, s. 91–107.
- Dąbrowski J., 1985, *Problem zróżnicowania kulturowego ziem Polski w starszej epoce brązu. Problem der Kulturellen Differenzierung der Polnische Gebiete in der älteren Bronzezeit*, PA, t. 33, s. 105–157.
- Dąbrowski J., 1997, *Epoka brązu w północno-wschodniej Polsce*, Białystok.
- Dąbrowski J., 2004, *Ältere Bronzezeit in Polen. Starsza epoka brązu w Polsce*, Warszawa.
- Dąbrowski J., 2005, *Kultura trzciniecka na Mazowszu*, [w:] *Problemy przeszłości Mazowsza i Podlasia* (= Archeologia Mazowsza i Podlasia. Studia i Materiały, t. 3), red. M. Dułnicz, Warszawa, s. 61–66.
- Dąbrowski J., 2009, *Polska przed trzema tysiącami lat. Czasy kultury łużyckiej*, Warszawa.

- Garbacz-Klempka A., 2018, *Synteza badań archeometalurgicznych artefaktów z epoki brązu. Eksperymentalna rekonstrukcja dawnych stopów miedzi i technologii*, Kraków.
- Garbacz-Klempka A., Kowalski Ł., Kozana J., Gackowski J., Perek-Nowak M., Szczepańska G., Piękoś M., 2016, *Archaeometallurgical Investigations of the Early Iron Age Casting Workshop at Kamieniec. A Preliminary Study*, Archives of Foundry Engineering, Vol. 16, Issue 3, s. 29–34.
- Garbacz-Klempka A., Kozana J., Piękoś M., Kwak Z., Długosz P., Stolarczyk T., 2015, *Ceramic Moulds for Precision Casting in the Bronze Age and Computer Reconstruction of the Casts*, Archives of Foundry Engineering, Vol. 15 (Special Issue 1), s. 21–26.
- Garbacz-Klempka A., Kwak Z., Kozana J., Piękoś M., Czekaj E., 2017, *Formy odlewnicze i opis technologii procesów odlewniczych w epoce brązu*, [w:] *Nauka i technologia. Odlewnictwo metali nieżelaznych*, red. A. Garbacz-Klempka, J. Kozana, M. Piękoś, Kraków, s. 37–62.
- Garbacz-Klempka A., Makarowicz P., Tokarski T., 2017, *The Analysis of Foundry Engineering of Copper Alloys Based on the Research of a Metallurgist Settlement in Szczepidło*, Archives of Foundry Engineering, Vol. 17, Issue 1, s. 45–50.
- Garbacz-Klempka A., Rządkosz S., 2014, *Analiza technologii odlewania z epoki brązu i wczesnej epoki żelaza na podstawie form odlewniczych z osady kultury łużyckiej w Grzybianach*, [w:] *Osada kultury pól popielnicowych w Grzybianach koło Legnicy*, red. T. Stolarczyk, J. Baron, Legnica–Wrocław, s. 539–566.
- Garbacz-Klempka A., Suchy J.S., Kwak Z., Długosz P., Stolarczyk T., 2018, *Casting Technology Experiment and Computer Modeling of Ornaments from Bronze Age*, Archives Metallurgy and Materials, Vol. 63, Issue 3, s. 1329–1337.
- Garbacz-Klempka A., Suchy J.S., Kwak Z., Tokarski T., Klempka R., Stolarczyk T., 2018, *Study of Investment Casting Technology from Bronze Age. Casting Workshop in Grzybiany (Southwest Poland)*, Archives Metallurgy and Materials, Vol. 63, Issue 2, s. 615–624.
- Gardawski A., 1959, *Plemiona kultury trzcinieckiej w Polsce*, MS, t. 5, s. 7–189.
- Gardawski A., Wesołowski K., 1956, *Zagadnienia metalurgii kultury trzcinieckiej w świetle „skarbów” brązowych z Dratowa pow. Puławy i Rawy Mazowieckiej*, MS, t. 1, s. 59–103.
- Gediga B., 1978, *Starszy okres epoki brązu na zachodnich ziemiach polskich w zasięgu „kultury przedłużyckiej”*, [w:] *Wczesna epoka brązu*, red. A. Gardawski, J. Kowalczyk, Prahistoria Ziem Polskich, t. 3, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk, s. 137–172.
- Gedl M., 1975, *Kultura przedłużycka*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk.
- Gedl M., 1983, *Die Nadeln in Polen I*, Prähistorische Bronzefunde, dz. XIII, t. 7, München.
- Gedl M., 1989, *Kultura przedłużycka*, Pradzieje Ziem Polskich, t. 1: *Od paleolitu do środkowego okresu lateńskiego*, cz. 2: *Epoka brązu i początki epoki żelaza*, red. J. Kmiecinski, Warszawa–Łódź, s. 467–475.
- Gedl M., 1992, *Die Vorlausitzer Kultur*, Prähistorische Bronzefunde, dz. XXI, t. 2, Stuttgart.



- Hensel Z., 1982, *Technologia odlewnictwa brązu w Grzybianach, Pamiętnik Muzeum Miedzi*, t. 1, red. Z. Bukowski, s. 157–165.
- Ignaczak M., Makarowicz P., 1998, *Krąg trzciniecki i krąg mogiłowy. Problem zmiany kulturowej na Kujawach i w dorzeczu środkowej Warty*, [w:] „Trzciniec” – system kulturowy czy interkulturowy proces?, red. A. Koško, J. Czebreszuk, Poznań, s. 379–396.
- Jażdżewski K., 1959, *Miechowice 1, distr. de Włocławek, tresor votif de tourbiere*, [w:] *Age du bronze et periode de Halstatt*, Inventaria Archaeologica. Pologne 3, PL 17, Warszawa.
- Kaczmarek M., 2005, *Epoka brązu i wczesna epoka żelaza na ziemi obornicko-rogozińskiej*, [w:] *Archeologia powiatu obornickiego. Oborniki–Rogoźno–Ryczywół*, red. T. Skorupka, Poznań, s. 127–235.
- Kaczmarek M., 2012, *Epoka brązu na Nizinie Wielkopolsko-Kujawskiej w świetle interregionalnych kontaktów wymiennych*, Poznań.
- Kłosińska E., 1997, *Starszy okres epoki brązu w dorzeczu Warty*, Wrocław.
- Koehler K., 1900, *Album zabytków przedhistorycznych Wielkiego Księstwa Poznańskiego*, z. 2, Poznań.
- Kostrzewski J., 1923, *Wielkopolska w czasach przedhistorycznych*, Poznań.
- Kostrzewski J., 1953, *Wytwórczość metalurgiczna w Polsce od neolitu do wczesnego okresu żelaznego*, PA, t. 9, z. 2–3, s. 177–213.
- Kunawicz E., 1976, *Uwagi o metalurgii brązowej na Śląsku w II okresie epoki brązu*, Slavia Antiqua, t. 18, s. 59–75.
- Maciejewski F., 1962, *Materiały starożytne z powiatu żnińskiego*, MS, t. 8, s. 217–326.
- Maciukiewicz-Czarnecka B., 1978, *Sprawozdanie z badań wykopaliskowych prowadzonych na stan. 1 w Marcinkowie, pow. Inowrocław, w 1972 r.*, KA: *Badania wykopaliskowe na terenie województwa bydgoskiego w latach 1970–1972*, s. 27–33.
- Maciukiewicz-Czarnecka B., Sikorski C., 1972, *Marcinkowo, pow. Inowrocław*, IA: *Badania rok 1971*, s. 60.
- Makarowicz P., 1998, *Kujawski nurt trzcinieckiego kregu kulturowego – podstawy taksonomiczne*, [w:] „Trzciniec” – system kulturowy czy interkulturowy proces?, red. A. Koško, J. Czebreszuk, Poznań, s. 33–60.
- Makarowicz P., 2010, *Trzciniecki krąg kulturowy – wspólnota pogranicza Wschodu i Zachodu Europy*, Poznań.
- Niewiarowski W., Weckwerth P., 2006, *Geneza i rozwój rzeźby terenu*, [w:] *Toruń i jego okolice. Monografia przyrodnicza*, red. L. Andrzejewski, P. Weckwerth, Sz. Burak, Toruń, s. 65–98.
- Piaszykowska M., 1959, *Nabytki Działu Przedhistorycznego Muzeum Wielkopolskiego w latach 1938–1939*, FAP, t. 10, s. 229–242.
- Rajewski Z., 1939, *Bransolety brązowe z Wawrzynek w pow. żnińskim*, PA, t. 6, s. 267–268.
- Rajewski Z., 1971, *Dépôt d'objets de bronze, Żyrardów, distr. de Żyrardów, dép. de Varsovie*,

*Pologne, [w:] Bronze II/III (Mont.) – période romaine, Inventaria Archaeologica, Fasc. XXVII: PL 165–167, Warszawa.*

Szpunar A., 1987, *Die Beile in Polen I, Prähistorische Bronzefunde, dz. IX, t. 16, München.*

Woźny J., 2005, *Struktury osadnicze w pradziejach przy ujściu Brdy do Wisły. Wstęp do syntezy, [w:] XIV Sesja Pomorzoznawcza, t. 1: Od epoki kamienia do okresu rzymskiego, red. M. Fudziński, H. Paner, Gdańsk, s. 35–42.*

## TWO EARLY BRONZE AGE BRACELETS, ONE FROM THE KUJAWY PART OF TORUŃ AND ONE FROM BRUDZYŃ IN PAŁUKI, IN TERMS OF ARCHAEOLOGICAL AND ARCHAEO-METALLURGICAL RESEARCH

*Keywords:* bracelets made of copper alloys, early Bronze Age, the Tumulus (proto-Lusatian) culture, Trzciniec culture, Pałuki, Kujawy.

### *Summary*

The article presents two metal bracelets found separately but both associated with the manufacturing phase of the early Bronze Age. The lack of data on the original contexts for the finding of both features significantly limits the scope of their cultural interpretation. Therefore, the features might have come from grave goods, treasures, or they could simply have been lost.

The artefact found in Toruń (Kujawy part) is from the artillery training area, although it shows analogies in its manufacturing style to features representing the Tumulus culture (proto-Lusatian); it was in fact found in a settlement of the Trzciniec culture, where such funerary artefacts are only sporadically listed as part of metal treasure hoards. On the other hand, the feature found in Brudzyń, in the district of Żnin, suggests a fairly large number of close similarities with the funerary treasures and grave goods found in the Kujawy, Wielkopolska (Greater Poland) and Śląsk (Silesia) regions. The feature was found in the zone where the influences of the Tumulus culture and the Trzciniec culture once overlapped. The results of archaeo-metallurgical expert appraisal indicate that both features represent body ornamentation but can be associated with separate metallurgical traditions. While there is no doubt that the bracelet from Brudzyń is a bronze product made in a workshop following the south-western style of Tumulus culture, the feature from Toruń might be an example of a local (“Trzciniec”) product, though having the aesthetic features characteristic of Tumulus metal artwork. Based on the results of the archaeo-metallurgical analysis for the artefact from Brudzyń, a virtual model of the process of pouring metal into a casting mould was produced.