

# THE COPPER SHIP

A MEDIEVAL SHIPWRECK AND ITS CARGO

## MIEDZIOWIEC

WRAK ŚREDNIOWIECZNEGO STATKU I JEGO ŁADUNEK

Edited by / Redaktor tomu  
Waldemar Ossowski

Published by the National Maritime Museum in Gdańsk  
Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku  
Gdańsk 2014

**Ministerstwo  
Kultury  
i Dziedzictwa  
Narodowego**



**NARODOWY INSTYTUT  
DZIEDZICTWA**  
NATIONAL HERITAGE BOARD OF POLAND

Published with the financial assistance of the Ministry of Culture and National Heritage  
Dofinansowano ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego

Reviewers / Recenzenci tomu  
prof. dr hab. Błażej Śliwiński, prof. dr hab. Witold Świątosławski

Translation / Tłumaczenie  
Barbara Gostyńska, Junique, Krzysztof Dudek

Language consultation / Redakcja  
Barbara Gostyńska, Anna Ciemińska

Proofreading / Korekta  
Kathryn Sleight, Jarosław Kurek

Design & DTP / Opracowanie graficzne, skład i redakcja techniczna  
Paweł Makowski

Printed by / Druk  
Wydawnictwo Bernardinum

© Copyright  
Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku and individual authors  
Gdańsk 2014

ISBN 978-83-64150-05-0

This book is available directly from  
The National Maritime Museum in Gdańsk  
ul. Ołowianka 9–13, PL 80-751 Gdańsk  
tel. (+48) 58-301-86-11, fax (+48) 58-301-84-53  
info@nmm.pl www.nmm.pl



**NARODOWE  
MUZEUM  
MORSKIE**  
w Gdańsku

Front cover / Na okładce  
15th-century city seal of Gdańsk / Pieczęć Gdańska z XV wieku  
from the collections of the State Archives in Gdańsk / ze zbiorów Archiwum Państwowego w Gdańsku

# CONTENTS

## SPIS TREŚCI

From the Publisher .....	9
Od Wydawcy .....	11

### INTRODUCTION / WPROWADZENIE

#### **Jerzy Litwin**

Medieval Gdańsk – centre of shipbuilding and maritime trade on the Baltic Gdańsk – średniowieczne centrum okrętownictwa i handlu morskiego nad Bałtykiem .....	15
---	----

#### **Beata Możejko**

Shipping and maritime trade in Gdańsk at the turn of the 14th century: the maritime and commercial background of the sinking of the Copper Ship in 1408 Żegluga i handel morski Gdańska na przełomie XIV i XV wieku. Morskie i handlowe tło katastrofy Miedziowca w 1408 roku .....	57
--	----

### EXCAVATION AND CONSERVATION / BADANIA WYKOPALISKOWE I KONSERWACJA

#### **Waldemar Ossowski**

The Copper Ship excavations Badania Miedziowca .....	77
---	----

#### **Irena Jagielska, Wiesław Urbański**

Conservation of the Copper Ship's hull and cargo Konservacja kadłuba oraz ładunku Miedziowca .....	121
---	-----

#### **Marek Krapiec, Paweł Krapiec**

Dendrochronological analysis of the Copper Ship's structural timbers and timber cargo Analiza dendrochronologiczna drewna użytego do budowy statku oraz stanowiącego ładunek .....	143
---	-----

#### **Wojciech Jegliński, Szymon Uścińowicz, Piotr Przedziecki**

The geological structure and evolution of the area around the Copper Ship Budowa geologiczna i rozwój obszaru w rejonie wraku Miedziowca .....	161
---	-----

### HULL RECONSTRUCTION / REKONSTRUKCJA KADŁUBA

#### **Jerzy Litwin**

The shipwreck's structural elements Elementy konstrukcyjne wraku Miedziowca .....	179
--	-----

#### **Cezary Źrodowski**

An attempt to create a digital reconstruction of the Copper Ship Próba cyfrowej rekonstrukcji kadłuba wraku Miedziowca .....	197
---	-----

## CARGO / ŁADUNEK

### Waldemar Ossowski

The Copper Ship's cargo Ładunek Miedzowca .....	241
--	-----

### Aldona Garbacz-Klempka, Stanisław Rządkosz, Ireneusz Suliga

The cargo of the Copper Ship in the light of metallurgical research Ładunek Miedzowca w świetle badań metaloznawczych .....	301
--	-----

## SHIP'S EQUIPMENT AND PERSONAL EFFECTS / WYPOSAŻENIE STATKU I RZECZY OSOBISTE

### Waldemar Ossowski

Equipment and personal belongings from the Copper Ship Elementy wyposażenia statku i przedmioty osobiste z Miedzowca .....	339
---	-----

### Piotr Paweł Woźniak

Stone cannonballs recovered from the Copper Ship – analysis of the materials and surface features Kamienne kule armatnie z Miedzowca – analiza materiału i cech powierzchniowych .....	387
---	-----

### Bogdan Kościński

The pottery Naczynia ceramiczne .....	393
--	-----

### Monika Badura

The plant remains Pozostałości roślinne .....	419
--	-----

### Jerzy Maik

Textile recovered from the Copper Ship Tkanina z Miedzowca .....	429
---	-----

### Piotr Paweł Woźniak

The stone and brick net sinkers from the Copper Ship – analysis of the materials and surface features Kamienne i ceglane ciężarki do sieci z Miedzowca – analiza materiału i cech powierzchniowych .....	435
---	-----

# Waldemar Ossowski

National Maritime Museum in Gdańsk  
Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku

## THE COPPER SHIP'S CARGO

### ŁADUNEK MIEDZIOWCA

#### 1. INTRODUCTION

Excavation of the W-5 shipwreck led to the recovery of a diverse range of commodities exported from the port of Gdańsk in the early 15th century (Fig. 1). The Copper Ship's cargo consisted of goods that were among those most frequently mentioned in written records, revealing the part played by the present day territories of Poland in Baltic trade of the period.

#### 2. COPPER

One of the principal export commodities that became a source of wealth and status for the merchants of Kraków and Toruń was copper extracted from mines in present-day Slovakia.

Ingots of this metal – from which the Copper Ship takes its name – were the first distinctive artefacts found at the wreck site (Fig. 2). As mentioned when recounting the history of the excavation work, immediately after the wreck's discovery a large portion of copper cargo was raised onto the deck of a vessel belonging to the ship salvage enterprise Polskie Ratownictwo Okrętowe (PRO), between June and July 1969 (see Ossowski this volume). Unfortunately, it has never been established exactly how much of the cargo was raised at that time. It has also proved impossible to trace any relevant reports or other records (if indeed any were compiled) that would indicate in which parts of the wreck these ingots were found. It was not until 25 April 1970, after numerous efforts, that a collection of 124 ingots, jointly weighing approximately 950 kg, were entrusted to the Maritime Museum.

Successive seasons of excavation revealed that the PRO divers had not salvaged all of the copper cargo. In 1972, during the first year of archaeological investigations, another ingot was discovered next to a group of barrels being excavated in sector I-II. Two years later a further 24 ingots were recovered. All of them lay submerged in sand at a depth of 15–30 cm, in sector H, and were uncovered in the course of tunnelling under the wreck in the region of the keel. An entry in the site logbook records that the ingots looked as if they had “slid off the hull”. Additional parts of this cargo came to light in every subsequent excavation season: in 1975, 1976, 1981, 2011 and 2012.

#### 1. WSTĘP

W efekcie badań Miedziowca pozyskany został zbiór różnorodnych partii ładunku wywożonych z portu gdańskiego w początkach XV wieku (il. 1). Towary wchodzące w skład ładunku Miedziowca należą do najczęściej wymienianych w źródłach pisanych, ukazując udział dzisiejszych ziem polskich w handlu bałtyckim tego okresu.

#### 2. MIEDŹ

Jednym z podstawowych towarów eksportowych, który stał się źródłem bogactwa i znaczenia kupców krakowskich i toruńskich, była miedź wydobywana w kopalniach na terenie dzisiejszej Słowacji.

Wlewki tego metalu – od których utworzono nazwę wraka W-5 – były pierwszymi charakterystycznymi obiektami znalezionymi w jego rejonie (il. 2). Jak wspomniano przy okazji omawiania historii badań, zaraz po odkryciu wraku duża partia ładunku miedzi została podniesiona na pokład statku Polskiego Ratownictwa Okrętowego (PRO), w okresie pomiędzy czerwcem a lipcem 1969 (Ossowski w niniejszym tomie). Niestety, nigdy nie udało się ostatecznie wyjaśnić, jaka łączna ilość ładunku została wtedy wydobyta. Nie udało się również dotrzeć do raportów czy innej dokumentacji (jeśli taka w ogóle została sporządzona), pozwalających na określenie, w których rejonach wraka znajdowały się wlewki. Dopiero 25 kwietnia 1970 roku, po wielu staraniach, do kolekcji Muzeum Morskiego przekazano zbiór liczący 124 wlewki, których łączną wagę określono na około 950 kg.

Kolejne sezony badań archeologicznych pokazały, że nurkowie PRO nie wydobyli całości ładunku miedzi. W 1972 roku, w pierwszym roku prac archeologicznych, odkryto kolejną wlewkę, która znajdowała się przy skupisku beczek eksplorowanych w sektorze I-II. Dwa lata później podniesiono z dna kolejne 24 sztuki. Wszystkie one zalegały w piasku na głębokościach od 15 do 30 cm, w sektorze H, a zostały odsłonięte w trakcie wykonywania podkopu pod wrakiem w rejonie stępki. W dzienniku badań odnotowano, że wyglądały, jakby „ześliznęły się z kadłuba”. Kolejne części tej partii ładunku odkrywano we wszystkich następnych sezonach badań: w latach 1975, 1976, 1981, 2011, 2012. Były rozrzucone wokół konstrukcji

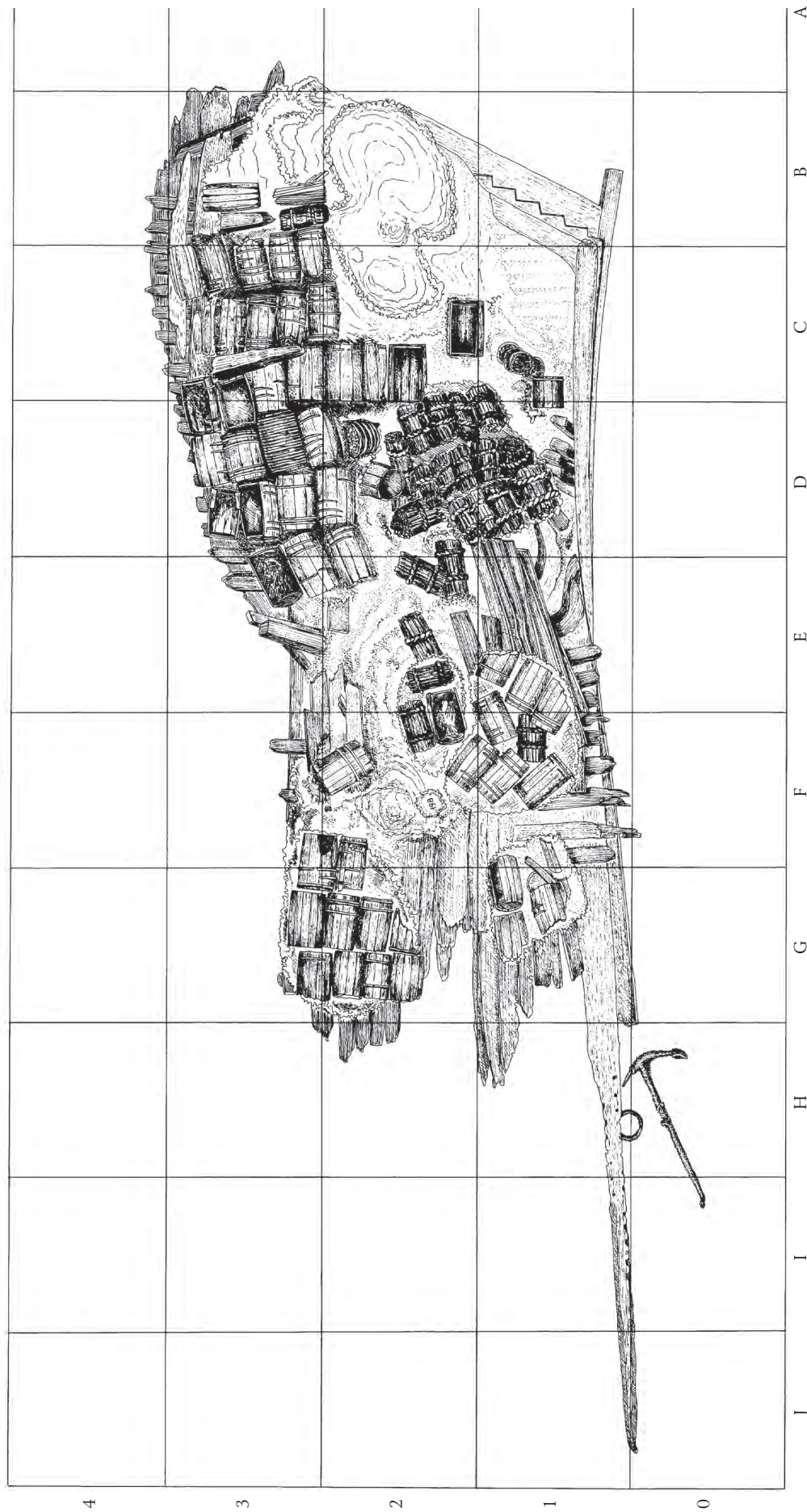


Fig. 1. Distribution of cargo inside the shipwreck, 1975 (drawing by Lech Nowicz).

Il. 1. Plan rozmieszczenia ładunku we wraku, wykonany w 1975 (rys. Lech Nowicz).



The ingots were scattered around the wreck in a layer of sand, though a few also survived within the main block of cargo inside the hull.

At present, according to the museum accessions catalogue, it can be estimated that at least 226 ingots were recovered in total. The dimensions and weight of individual specimens varies greatly (see Table 1). The length of these oval ingots ranges from 21.5 cm to 61 cm, with widths of 13.8 cm to 51 cm. The weight of individual ingots ranges from only 1.65 kg to 17.6 kg. Their original weight was probably greater, but diminished as they corroded in their saline depositional environment (Garbacz-Klempka et al. this volume). It was possible to weigh 212 specimens, amounting to a total of 1277.45 kg. Thus, the average weight of an ingot was 6 kg. Applying this average to the 15 specimens that could not be weighed, the combined estimated weight of all the ingots amounts to 1361.45 kg.

Extant excavation records reveal that the ingots aboard the W-5 wreck were piled one on top of the other, in stacks of approximately 10, positioned between the barrels and other commodities. There were at least three well-documented instances of copper arranged in such stacks: in the lower aft section of the hull (grid square B1 – Fig. 1) and in higher sections (grid square C2), both aft (Fig. 3A) and amidships (Fig. 3B). This information suggests that the copper cargo was not stowed in only one area of the hull, but was divided into smaller portions and distributed among the other transported commodities. This manner of stowing probably reflected the varied ownership of individual parts of the cargo.

We know from historical written sources that cargo of this type was shipped by merchants from Kraków via a transit route leading through Toruń, where it was packed into barrels and reloaded on to river ships (see Możejko this volume); however, extant records from the Copper Ship excavations do not corroborate this type of maritime shipping.

Metallurgical analysis of the ingots has shown that this was a relatively high quality raw material. The analysed samples contained a high concentration of copper and only a small number of impurities, mostly in the form of ore-related elements, reflecting both historical metallurgical processing, as well as ongoing corrosion processes. This analysis led to the identification of two sorts of copper among the ship's cargo. Differences in the chemical composition of the copper are probably attributable to variations in its quality. This material came from numerous foundries, and in view of the compositional variation exhibited by metal ore deposits, the content of individual elements within ingots may have varied depending on the region where they were produced (see Garbacz-Klempka et al. this volume).

In previous assessments of raw material composition it was suggested that the copper most likely came from the region of Banská Bystrica, Slovakia. This interpretation was based largely on known historical facts about late medieval Hungarian copper (modern-day Slovakia was then part of the Kingdom of Hungary) being one of the

w warstwie piasku, ale niewielkie partie przetrwały także w głównej bryle ładunkowej wypełniającej kadłub.

W chwili obecnej na podstawie inwentarza muzealnego możemy szacować, że łącznie wydobyto co najmniej 226 sztuk wlewek. Wymiary i masa poszczególnych egzemplarzy jest bardzo zróżnicowana (patrz tabela 1). Długość owalnych wlewek waha się od 21,5 do 61 cm, przy szerokości od 13,8 do 51 cm. Masa poszczególnych wlewek wynosi od zaledwie 1,65 kg do 17,6 kg. Waga ich była zapewne większa, ale uległa zmniejszeniu na skutek postępującej korozji w wodzie morskiej (Garbacz-Klempka i in. w niniejszym tomie). W przypadku 212 egzemplarzy możliwe było pomierzenie ich ciężaru, który wyniósł 1277,45 kg. Średnia waga wlewki wynosiłaby zatem 6 kg, tak więc, dodając 14 niepoważonych sztuk, masę wszystkich możemy szacować na 1361,45 kg.

Z zachowanej dokumentacji z badań podwodnych wynika, że wlewki na wraku W-5 były układane jedna nad drugą w stosy, składające się z około dziesięciu sztuk, umieszczone pomiędzy beczkami z innymi towarami. Możemy wskazać co najmniej trzy dobrze udokumentowane skupiska miedzi z takimi stosami: dolna, rufowa część kadłuba (kwadrat B1 – il. 1) oraz wyższe partie (kwadrat C2), zarówno części rufowej (il. 3A), jak i środkowej (il. 3B). Na tej podstawie można przypuszczać, że ładunku całej miedzi nie umieszczano w jednej części kadłuba, ale był on podzielony na mniejsze partie, umiejscowione pomiędzy innymi sortami ładunku. Takie zaszałowanie było prawdopodobnie spowodowane przynależnością poszczególnych części ładunku do różnych właścicieli.

Ze źródeł pisanych wiadomo, że ładunek tego typu, przewożony przez kupców krakowskich trasą tranzytową przez Toruń, był w tym mieście przeładowywany do beczek na statki rzeczne (Możejko w niniejszym tomie), ale zachowana dokumentacja z badań Miedziowca nie potwierdza takiego sposobu transportu morskiego.

Charakterystyka metaloznawcza materiału wykazała stosunkowo wysoką jakość badanego surowca. Przy dużym stężeniu miedzi w analizowanych próbkach wystąpiła niewielka ilość zanieczyszczeń, głównie pierwiastków pochodzących z rud, będących śladem dawnych procesów metalurgicznych, a także postępujących procesów korozyjnych. W wyniku przeprowadzonych badań metaloznawczych można wyróżnić dwa różne sorty miedzi występujące na wraku Miedziowca. Ową zmienność składu chemicznego zapewne interpretować można jako różnorodność gatunkową. Surowiec pochodzący z rozlicznych hut, przy uwzględnieniu wielorakości składu złóż rud metalicznych, mógł różnić się zawartością pierwiastków w zależności od rejonu wytwórczego (Garbacz-Klempka i in. w niniejszym tomie).

We wcześniejszych opracowaniach składu surowcowego wskazywano, że miedź pochodzi najprawdopodobniej z okolic Bańskiej Bystrzycy na Słowacji. Interpretacja ta opierała się w dużej mierze na znanych faktach historycznych, mówiących, że od późnego średniowiecza miedź węgierska (tereny dzisiejszej Słowacji należały wówczas do Królestwa Węgier) była jednym z podstawowych towarów eksportowych, który stał się źródłem bogactwa i znaczenia kupców krakowskich oraz toruńskich (Możejko w niniej-



Fig. 2. Copper ingots discovered during excavation of the Copper Ship: 1 – CMM/HŻ/3309; 2 – CMM/HŻ/3175/2; 3 – CMM/HŻ/1973; 4 – CMM/HŻ/3177/3 (photo: NMM Photography Unit).  
Il. 2. Wlewki miedzi odkryte w trakcie badań Miedziowca: 1 – CMM/HŻ/3309; 2 – CMM/HŻ/3175/2; 3 – CMM/HŻ/1973; 4 – CMM/HŻ/3177/3 (fot. Pracownia Fotograficzna NMM).



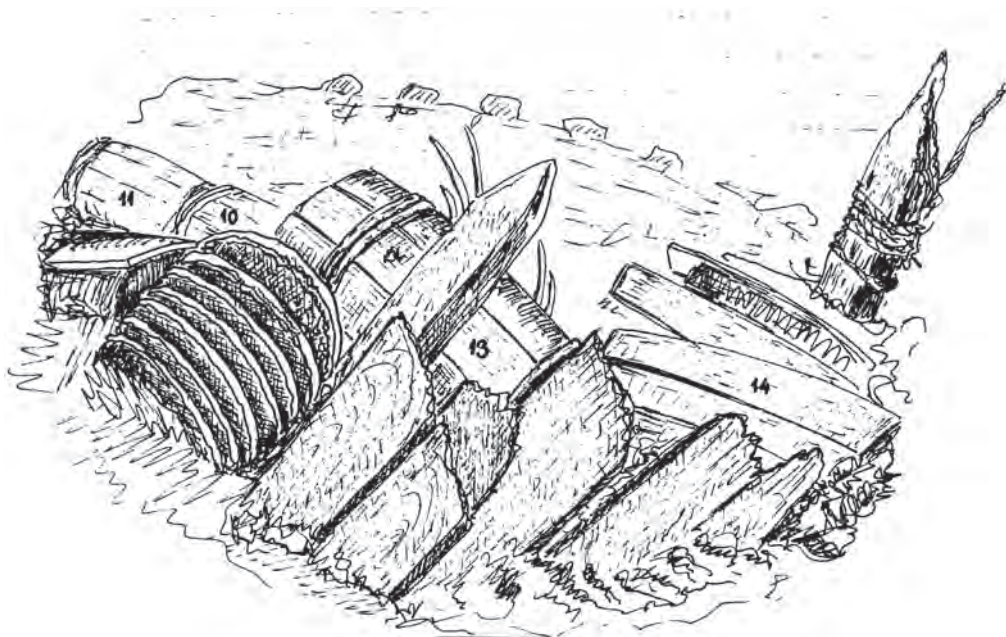


Fig. 3. Location of copper ingots amongst other items of cargo: A – upper amidships, recorded in 1973 (drawing by L. Nowicz), B – lower section near keel (photo by L. Nowicz).

Il. 3. Miejsce zalegania wlewek miedzi pośród różnych sortów ładunku: A – w górnej partii śródokręcia, zadokumentowane w 1973 (rys. L. Nowicz), B – w dolnej partii przy stępce (fot. L. Nowicz).

principal export commodities on which the merchants of Kraków and Toruń built their wealth (Możejko this volume). Hungarian copper is recorded in Gdańsk's customs tolls of the 14th–15th centuries. A distinction was made in these earlier studies between three varieties of copper from mines located in the territories of present-day Slovakia (Pieradzka 1935/36).

Currently, lead isotope analysis is used to identify raw material provenance. The isotopic composition of lead present in archaeological finds made from mineral-

szym tomie). Miedź węgierską odnotowywały taryfy celne w Gdańsku w XIV–XV wieku. Rozróżniano wówczas 3 gatunki miedzi z ośrodków górniczych z terenów dzisiejszej Słowacji (Pieradzka 1935/36).

Obecnie w odniesieniu do badań nad miejscem pochodzenia złóż surowca stosuje się metodę analiz izotopów ołowiu. Skład izotopowy ołowiu obecnego w materiałach archeologicznych wyprodukowanych z mineralnych surowców pozwala w wielu przypadkach zidentyfikować geograficzne źródła pochodzenia tych minerałów. Porów-

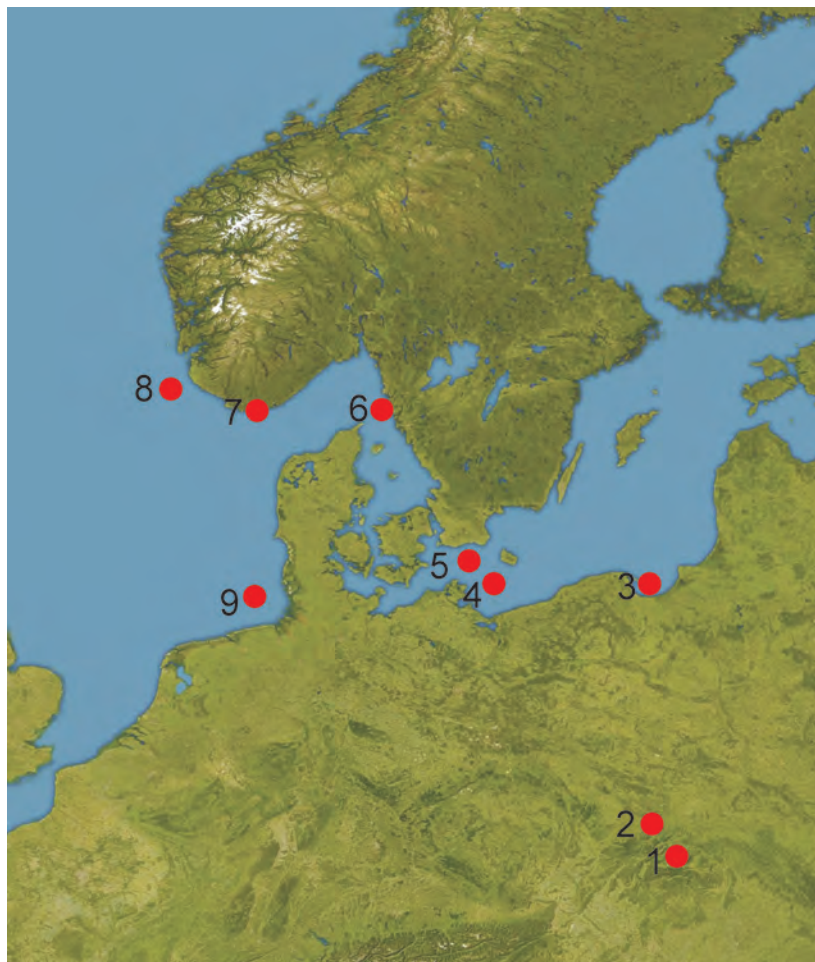


Fig. 4. Copper ingot finds in Europe: 1 – River Dunajec, 2 – Main Town Square, Kraków, 3 – Copper Ship, 4 – Monchgut 92, 5 – Koppervraket south of Trelleborg, 6 – Skaftö wreck, 7 – Selør 3 wreck, 8 – cargo at Maritime Museum, Stavanger, 9 – Helgoland (drawing by W. Ossowski).

Il. 4. Znaleziska wlewek miedzi w Europie: 1 – rzeka Dunajec, 2 – Rynek Główny w Krakowie, 3 – wrak W-5 Miedziowiec, 4 – Monchgut 92, 5 – Koppervraket na południe od Trelleborga, 6 – wrak ze Skaftö, 7 – wrak Selør 3, 8 – ładunek w Muzeum Morskim w Stavanger, 9 – Helgoland (rys. W. Ossowski).

based raw materials in many cases enables the geographic source of the relevant minerals to be identified. Comparing the isotopic composition of copper ingots from the W-5 shipwreck with other samples reveals that they are most closely comparable to copper recovered from excavations held in 2005–2008 at the main market square (Rynek Główny) in Kraków. Their isotopic composition is currently being compared with ores from mines in the Slovakian Tatras, and it is predicted that this will ultimately confirm that this was the provenance region of the cargo found aboard the Copper Ship (Garbacz-Klempka & Rzadkosz 2012).

The distribution pattern of previous finds of similar ingots charts a trade route that led from mines in what is now Slovakia, via Kraków and Toruń to Gdańsk, and further west by sea (Fig. 4). In Poland there are records of several copper ingots discovered by chance in the River Dunajec, which are now housed at the Kraków

nianie składów izotopowych miedzi z Miedziowca z innymi próbkami pozwoliło na stwierdzenie, że są one najbardziej podobne do miedzi znalezionej podczas badań archeologicznych na Rynku Głównym w Krakowie w latach 2005–2008. Obecnie skład izotopowy jest porównywany z rudami z kopalń w Słowackich Tatrach i to ostatecznie, jak należy przypuszczać, potwierdzi rejon dzisiejszej Słowacji jako miejsce pochodzenia ładunku Miedziowca (Garbacz-Klempka, Rzadkosz 2012).

Dotychczasowe odkrycia podobnych wlewek układają się w szlak handlowy, który wiódł od kopalni na terenie dzisiejszej Słowacji, przez Kraków i Toruń do Gdańska i dalej statkami morskimi w kierunku zachodnim (il. 4). Z terenu Polski dysponujemy informacjami o przypadkowym odkryciu kilku wlewek w rzece Dunajec, obecnie znajdujących się w zbiorach Muzeum Archeologicznego w Krakowie. Kolejne podobne wlewki odkryto w trakcie prac wykopaliskowych prowadzonych w rejonie dawnego budynku Wielkiej



Archaeological Museum. Other similar ingots came to light during excavations carried out in 2005–2011 around the Great Weigh House in Kraków's main town square (Buśko et al. 2009; Garbacz-Klempka & Rzadkosz 2012; Garbacz-Klempka et al. this volume).

In addition to the Copper Ship, several other wrecks with similar cargoes have been noted in the waters of the Baltic and the North Sea. One of these is the Monchgut 92 wreck, discovered in 2010 during the construction of the Nordstream gas pipeline off the coast of eastern Germany. It comprises the remains of a hull measuring 8.4 x 3 m. As well as a cargo of copper, barrels full of iron were also noted around this shipwreck (Staude & Schmidt 2011).

The second best-documented copper cargo to-date was found on the Skaftö wreck off the southeast coast of Sweden. At least 100 copper ingots were recorded at this site. In addition, the ship was also carrying irregular lumps of iron with various additives (known as *speiss*), a consignment of wooden staves, and barrels of lime. Research has indicated that this ship sank in the 1440s, probably whilst sailing from Gdańsk to one of the ports of western Europe. The copper cargo had been similarly distributed, the ingots having been found in stacks of no more than 20, stowed between the barrels of lime. Two concentrations of copper ingots were recorded in the ship's lower aft portion and in the upper section amidships (Arbin 2012, 2014).

Two other, as yet unpublished, sites are also worth mentioning. One is a wreck with a cargo of copper ingots discovered by Swedish divers at a depth of 42 m in Swedish waters to the south of Trelleborg, the other is a cargo of copper discovered by chance by fishermen off the coast of Norway, and now housed in the Maritime Museum in Stavanger.

To this list, we can also add a shipwreck discovered off the southern coast of Norway, referred to as Selør 3 'Flisevraket'. As well as copper, it was also found to be carrying glazed ceramic tiles, millstones and sandstone mortars (Naevsted 1999: 193–195).

Copper ingots of similar size, dating from the 12th–14th centuries, have also been found off the coast of the island of Helgoland in the North Sea (Stühmer et al. 1978). As copper ore was extracted and processed on this island from the Bronze Age to the medieval period, these ingots are regarded as evidence of local smelting of this raw material (Hänsel & Schulz 1980).

The 16th century saw a change in the routes by which copper was exported from the territories of present-day Slovakia to Western Europe. In the latter half of that century – in order to avoid duties levied in Kraków, Gdańsk and in the Sound – the river route leading along the Elbe to Hamburg began to gain in significance. Copper was exported in various forms, primarily forged into bars and oval ingots. An example of such a cargo dating from the first half of the 17th century was found aboard a wreck discovered in the Elbe in Wittenberg, near modern-day Hamburg (Bracker 1986).

Wagi na Rynku Głównym w Krakowie w latach 2005–2011 (Buśko i in. 2009; Garbacz-Klempka, Rzadkosz 2012; Garbacz-Klempka i in. w niniejszym tomie).

Poza Miedziowcem zlokalizowano też kilka stanowisk z podobnym ładunkiem w akwenach Morza Bałtyckiego i Północnego. Jednym z nich jest wrak Monchgut 92, odkryty w 2010 roku podczas budowy gazociągu Nordstream u wybrzeży wschodnich Niemiec. Stanowią go pozostałości kadłuba o wymiarach 8,4x3 m, w rejonie którego poza ładunkiem miedzi stwierdzono również obecność beczek z zawartością żelaza (Staude & Schmidt 2011).

Drugi najlepiej do tej pory rozpoznany ładunek miedzi został odsłonięty we wraku ze Skaftö w rejonie południowo-zachodnich wybrzeży Szwecji. Odnotowano tam obecność co najmniej 100 wlewek miedzi. Poza tym statek ten przewoził ładunek nieregularnych brył metalu, zawierających żelazo z różnymi domieszkami, określane jako *speiss*, ładunek klepek drewnianych oraz wapna w beczkach. Dotychczasowe badania wskazują, że zatonięcie statku nastąpiło w latach 40. XV wieku oraz że płynął on najprawdopodobniej z Gdańska do któregoś z portów w zachodniej Europie. Rozłokowanie ładunku miedzi wyglądało tutaj podobnie, gdyż udokumentowane wlewki zalegały pomiędzy beczkami z wapnem w formie stosów złożonych z kilkunastu sztuk. Zadokumentowano dwa skupiska wlewek, umiejscowione w dolnej części partii rufowej oraz w górnej partii śródokręcia (Arbin 2012, 2014)

Należy jeszcze wspomnieć o dwóch stanowiskach, które nie doczekały się do tej pory żadnych opracowań. Są to wrak z ładunkiem miedzianych wlewek odkryty przez szwedzkich płetwonurków na głębokości 42 m na wodach szwedzkich na południe od Trelleborga oraz ładunek miedzi odkryty przypadkowo przez rybaków u wybrzeży Norwegii i pozostający obecnie w zbiorach Muzeum Morskiego w Stavanger.

Dotychczasową listę wraków uzupełnia obiekt odkryty u południowych wybrzeży Norwegii, określane jako Selør 3 „Flisevraket”, na którym poza miedzią stwierdzono obecność glazurowanych płytek ceramicznych, kamieni młyńskich oraz moździerzy z piaskowca (Naevsted 1999: 193–195).

Wlewki miedzi o podobnych wymiarach, pochodzące z XII–XIV wieku, odkryto także u wybrzeży wyspy Helgoland na Morzu Północnym (Stühmer i in. 1978). Ponieważ na samej wyspie wydobywano rudy miedzi, które były wykorzystywane do wytopu tego metalu od epoki brązu po średniowiecze, odkryte wlewki uznawane są za świadectwo wytopu z lokalnego surowca (Hänsel, Schulz 1980).

W XVI wieku zmieniają się szlaki eksportu miedzi z terenów dzisiejszej Słowacji do Europy Zachodniej. W drugiej połowie tego wieku – w celu omińnięcia cła w Krakowie, Gdańsku oraz w Sundzie – większe znaczenie zaczyna odgrywać szlak rzeczny, prowadzący Łabą do Hamburga. Miedź eksportowana jest w różnej formie, przede wszystkim kutyh sztabek i owalnych wlewek. Archeologicznym przykładem takiego ładunku z pierwszej połowy XVII wieku jest wrak odkryty w Łabie, w Wittenbergen w obrębie dzisiejszego Hamburga (Bracker 1986).

### 3. IRON BUNDLES

The bulk of the cargo recovered from the Copper Ship consisted of iron bars shipped in bundles. Two types of bars were noted: shorter ones held together by two bast fibre ties and longer, thinner, flat bars or billets secured with an iron tie.

#### 3.1. BARS

Bundles of iron bars represented the most numerous intermediate products (Fig. 5). Extant records show that a total of 62 bundles and 63 individual bars were found aboard the W-5 wreck. These were located primarily in the lower and central portions of the hull's stern section, a few also being found amidships. Several of them fell into the sea during the salvage operation in 1975, and were ultimately recovered in 1981.

Each bundle consisted of 50–60 bars (Fig. 6). The wedge-shaped bars are 50–60 cm long and rectangular in cross-section, the narrower end measuring around 2 cm wide and 1 cm thick, with the corresponding measurements of the wider end amounting to 5 cm and 1.7 cm respectively. The weight of a well-preserved bar prior to conservation ranged from approximately 2.2 kg to 2.4 kg, dropping to 1.6–1.9 kg after conservation.

Detailed analysis of this part of the cargo is complicated by the fact that the majority of this assemblage has not undergone conservation treatment (Fig. 7). Only two bundles and four bars have been treated. Labels do not survive on most of the untreated artefacts, and it is not possible at present to attribute specific items to the accession numbers entered in registers in the 1970s and '80s.

In 2013 the untreated bars were re-catalogued, thus enabling an attempt to be made at estimating their combined weight (Tab. 2). This task encompassed 31 bundles, though only 20 of these could be weighed, yielding a combined result of 3323 kg. The weight of individual bundles varied considerably, ranging from 109 kg to 235 kg. Assuming that, on average, a single bundle weighs 166 kg, the combined weight of all 32 bundles can be estimated as 5315 kg. In addition, there are a further 1138 loose bars, weighing 2617.4 kg in total (calculated on the basis that the average weight of a single bar is 2.3 kg), representing the remains of at least 18 bundles. The combined weight of all of the untreated iron bars (loose and in bundles) would amount to 7932.4 kg. The weight of the treated items should also be added to this total. These calculations indicate that at least 55 bundles of iron bars, jointly weighing 8376.4 kg, were discovered aboard the remains of the Copper Ship.

Merchants' marks revealing the identity of the cargo's owners were found inside those bundles that survived in good condition. They took the form of graphic symbols carved on pieces of oak staves tucked beneath the ties that held the bundles together. Single bundles contained up to two merchants' marks. In total, 12 staves featuring two different versions of merchants' marks have survived to this day (Fig. 8).

In 1976 Tadeusz Pompowski analysed three of the iron bars. Their chemical composition was as follows: in

### 3. ŻELAZO W WIĄZKACH

Największą część masy ładunkowej wydobytej z Miedziowca stanowiły odkuwki żelaza przewożone w wiązkach. Na wraku odkryto dwa typy tego ładunku: krótsze sztaby wiązane dwoma obejmami z łyka oraz dłuższe i cieńsze płaskowniki przewiązane żelazną taśmą.

#### 3.1. SZTABY

Największą ilość półproduktu stanowiły wiązki ze sztabami (il. 5). Według zachowanej dokumentacji, na Miedziowcu odkryto ich łącznie 62, a ponadto 63 luźne sztabki. Znajdowały się przede wszystkim w rejonie rufowej części kadłuba, zarówno w dolnych, jak i środkowych partiach, a także w niewielkiej ilości w rejonie śródokręcia. Kilka z nich spadło do morza w trakcie operacji wydobywczej w 1975 roku i zostało wydobytych w 1981 roku.

Na wiązkę składało się około 50–60 sztab (il. 6). Mają one kształt klinów o długości 50–60 centymetrów, przekroju prostokątnym, z których węższy kraniec ma szerokość ok. 2 cm i grubość 1 cm, zaś szerszy odpowiednio 5 i 1,7 cm. Waga pojedynczej, dobrze zachowanej sztabki przed konserwacją wynosiła od ok. 2,2 do 2,4 kg, natomiast po konserwacji od 1,6 do 1,9 kg.

Szczegółową analizę omawianej partii ładunku utrudnia fakt, że większa część tej grupy zabytków nie została zakonserwowana (il. 7). Zabiegom konserwatorskim poddano jedynie 2 wiązki oraz 4 luźne sztaby żelazne. W niezakonserwowanej partii ładunku przeważnie nie zachowały się oznaczenia i obecnie nie ma możliwości przyporządkowania konkretnych obiektów do numerów inwentarzowych odnotowanych w księgach z 70. i 80. ubiegłego wieku.

W 2013 roku wykonano ponowną inwentaryzację niekonserwowanej partii, co umożliwiło próbę podjęcia oszacowania ich łącznej masy (tabela 2). W trakcie tych prac doliczono się 31 wiązek, jednak tylko w przypadku 20 możliwych było pomierzenie ich ciężaru, który wyniósł 3323 kg. Waga poszczególnych wiązek była bardzo zróżnicowana, wahała się od 109 do 235 kg. Przyjmując średnią wagę 166 kg dla jednej wiązki, łączną wagę wszystkich 32 wiązek możemy szacować na 5315 kg. Ponadto zachowało się 1138 sztuk luźnych sztab, ważących razem 2617,4 kg (obliczone na podstawie średniej wagi jednej sztabki 2,3 kg), stanowiących pozostałości co najmniej 18 wiązek. Łącznie waga całego niezakonserwowanego ładunku sztab żelaznych (luźnych oraz wiązek) wynosiłaby 7932,4 kg. Do tego należy dodać masę zakonserwowanych obiektów.

W dobrze zachowanych wiązkach znaleziono oznaczenia właścicieli ładunku – gmerki. Stanowiły je wsunięte pod obejmę fragmenty dębowych klepek od beczek, na których wryto znaki graficzne. W pojedynczej wiązce umieszczano od jednego do dwóch znaków własnościowych. Łącznie do dnia dzisiejszego zachowało się 12 klepek, na których widnieją dwa różne wzory merków (il. 8).

W 1976 roku wykonane zostały przez Tadeusza Pompowskiego analizy 3 sztabek. Ich skład chemiczny był następujący: poza żelazem zawierały węgiel (C) od 0,15 do 0,22%, fosfor (P) od 0,353 do 0,717%, krzem (Si) od 0,33 do 0,51% i mangan (Mn) od 0,04 do 0,05%. Zawartość siar-



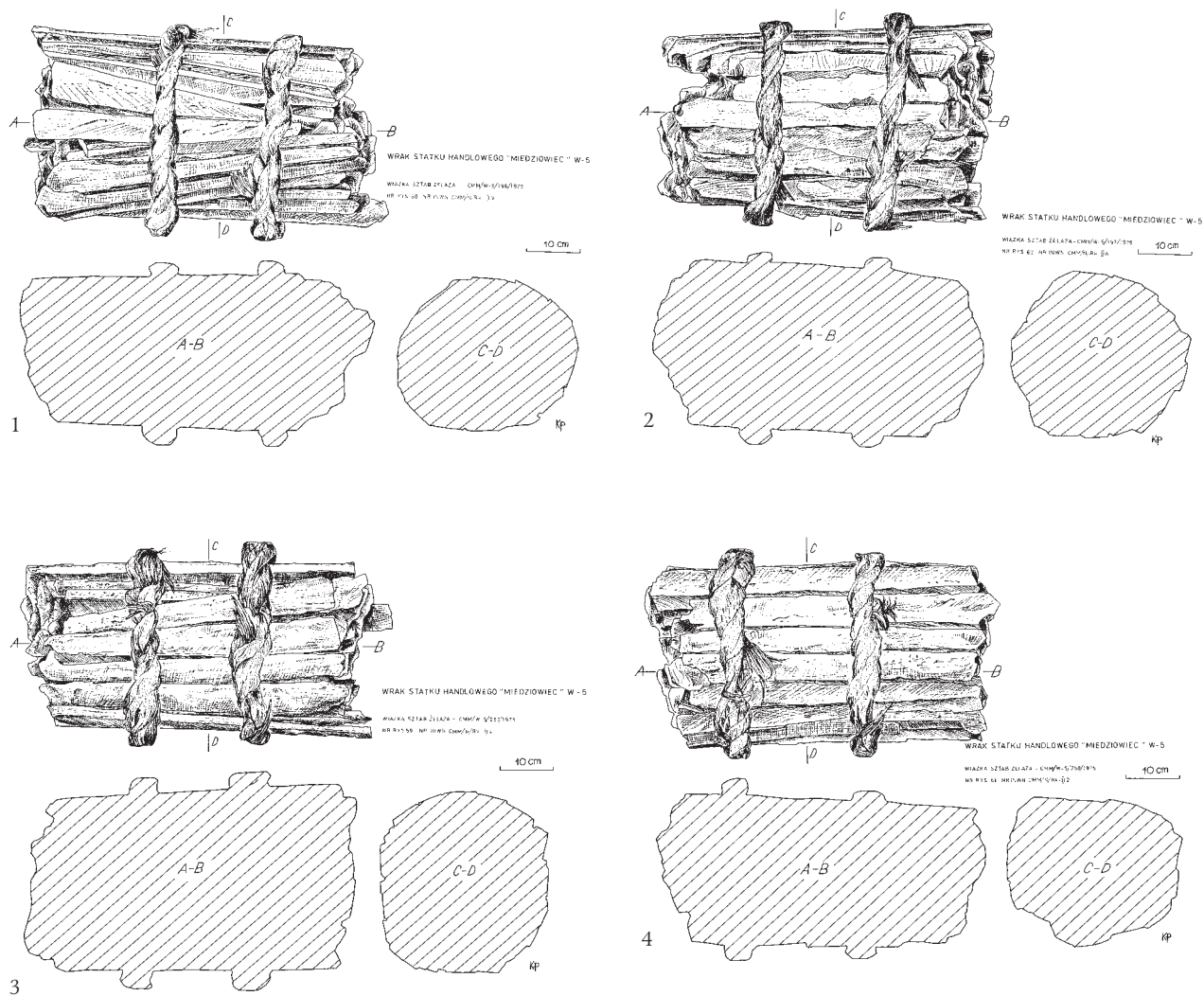


Fig. 5. Records made of iron bar bundles after their recovery: 1 – W-5/196/75; 2 – W-5/197/75; 3 – W-5/257/75; 4 – W-5/258/75 (NMM Archive).

Il. 5. Wiązki sztab żelaznych zadokumentowane po wydobytcu: 1 – W-5/196/75; 2 – W-5/197/75; 3 – W-5/257/75; 4 – W-5/258/75 (rys. Archiwum NMM).



Fig. 6. Iron bars CMM/HŻ/1169 after conservation (photo: NMM Photography Unit).  
Il. 6. Sztab żelazne CMM/HŻ/1169 po konserwacji (fot. Pracownia Fotograficzna NMM).



Fig. 7. Untreated bundles of iron bars at the Conservation Laboratory, Tczew:  
1 – 1/13; 2 – 2/13; 3 – 15/13; 4 – 27/13 (photo by W. Ossowski).

Il. 7. Niezakonserwowane wiązki sztab w Pracowni Konserwacji w Tczewie:  
1 – 1/13; 2 – 2/13; 3 – 15/13; 4 – 27/13 (fot. W. Ossowski).

addition to iron they contained 0.15-0.22% carbon (C), 0.353–0.717% phosphorous (P), 0.33–0.51% silicone (Si) and 0.04–0.05% manganese (Mn). Their sulphur content was very low, not exceeding 0.009%, and on this basis the analysed bars were classified as steel products with a low sulphur content, derived from the processing of iron ore in Poland. The low levels of manganese and sulphur detected in these samples, in combination with a high phosphorous content, was regarded as evidence of their deriving from limonite which occurs in Poland. The low carbon content, as well as the significant hardness of this steel, demonstrates that these bars were repeatedly roasted at high temperatures, and subsequently forged and quenched by sudden immersion in water. Pompowski also concluded that these bars were most probably intermediate products from which weapons or tools would have been made (Pompowski 1976).

More recent analysis has not conclusively resolved the issue of this raw material's provenance. The currently held view is that this iron did not come from Poland, as domestic production would only have satisfied local demand. It is thought that, like the copper, it may have been imported from Slovakia via Kraków, as mentioned in numerous historical sources, or that it may have been reworked from raw material imported from Sweden (Garbacz-Klempka et al. this volume). According to Maria Bogucka, by the 15th century there were processing plants on the outskirts of Gdańsk where osmond iron from Sweden was reworked into bar iron and steel; however, there are very few extant historical records on this subject (Bogucka, 1962: 103).

ki była bardzo mała i nie przekraczała 0,009%; na tej podstawie badane sztaby określone zostały jako wytwór stalowy z niską zawartością siarki, oparty na przerobie rudy żelaznej z terenów polskich. Ponieważ w próbkach stwierdzono niską zawartość manganu i siarki przy jednocześnie dużej ilości fosforu, miało to świadczyć o pochodzeniu z rudy limonitowej, występującej na terenie Polski. Niski procent węgla, jak również duża twardość stali świadczą o tym, że pręty te były wielokrotnie wyprażane w wysokiej temperaturze, a następnie przekuwane i hartowane przez nagłe schładzanie w wodzie. Autor badań uznał także, że sztaby są najprawdopodobniej półproduktami do odkuwania białej broni lub narzędzi (Pompowski 1976).

Nowsze badania nie potwierdziły w sposób ostateczny miejsca pochodzenia tego surowca. Obecnie przypuszcza się, że żelazo nie miało pochodzenia polskiego, gdyż krajowa produkcja zaspokajała jedynie zapotrzebowanie miejscowe. Wskazuje się, że mogło być ono importowane podobnie jak miedź ze Słowacji przez Kraków, o czym wspominają liczne źródła historyczne, lub mogło być przekute i zgrzewane z surowca przywożonego ze Szwecji (Garbacz-Klempka i in. w niniejszym tomie). Według Marii Boguckiej już w XV wieku istniały pod Gdańskiem zakłady, w których przekuwano wywożony ze Szwecji osmund na żelazo sztabowe oraz na stal, ale zachowane na ten temat informacje źródłowe są bardzo skąpe (Bogucka, 1962: 103). Brakuje jednak danych historycznych, które by tę drugą okoliczność – powszechną zwłaszcza w XVI wieku – potwierdzały już dla początków XV wieku.



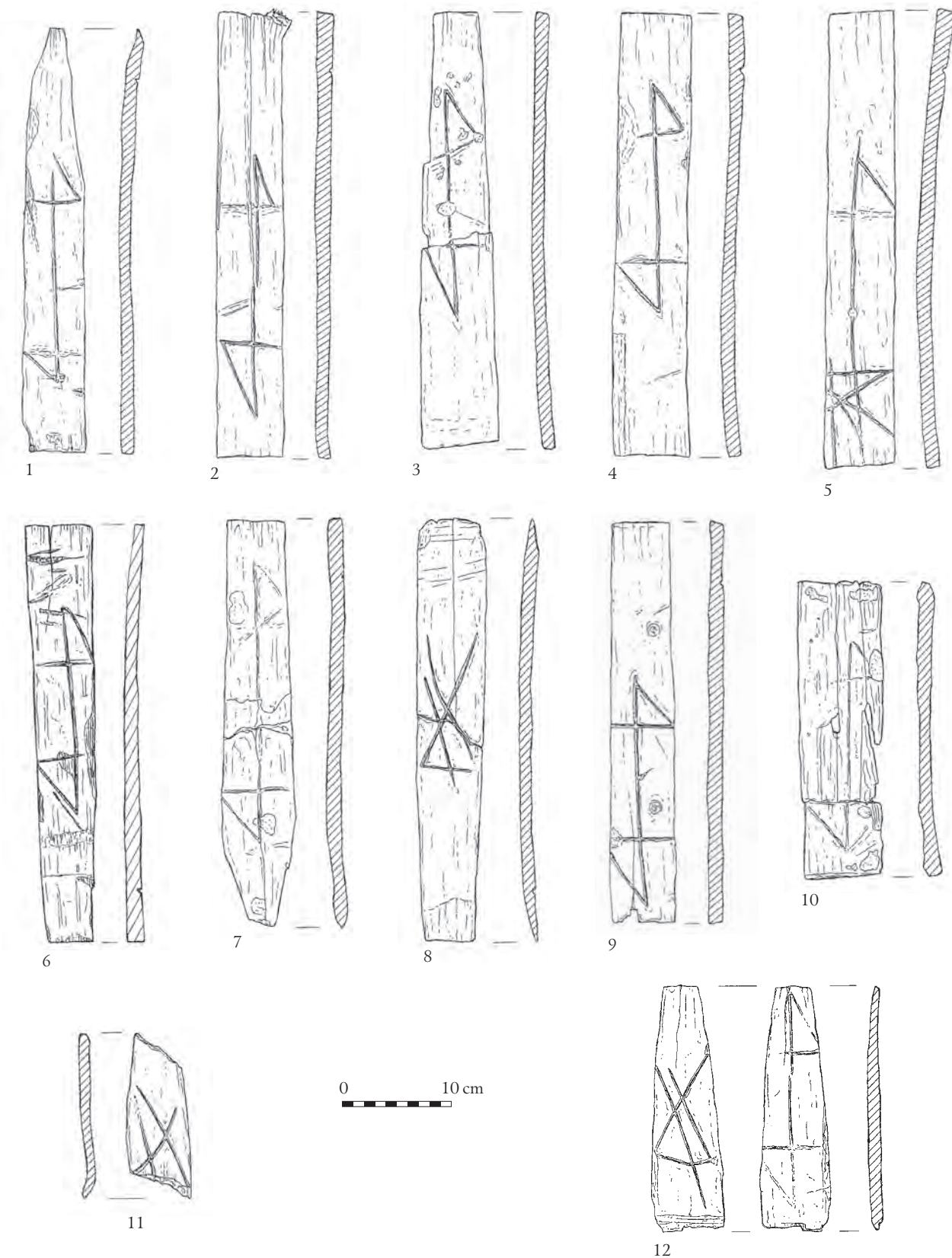


Fig. 8. Wooden staves with merchants' marks found tucked beneath ties used to fasten iron bar bundles:  
 1 – W-5/613/13; 2 – W-5/604/13; 3 – W-5/605/13; 4 – W-5/606/13; 5 – W-5/610/13; 6 – CMM/HŻ/NW/1814; 7 – W-5/603/13;  
 8 – W-5/612/13; 9 – W-5/609/13; 10 – W-5/607/13; 11 – W-5/613/13; 12 – W-5/611/13 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 8. Drewniane klepki z merkami wkładane pod obejmy wiązek ze sztabami:  
 1 – W-5/613/13; 2 – W-5/604/13; 3 – W-5/605/13; 4 – W-5/606/13; 5 – W-5/610/13; 6 – CMM/HŻ/NW/1814; 7 – W-5/603/13;  
 8 – W-5/612/13; 9 – W-5/609/13; 10 – W-5/607/13; 11 – W-5/613/13; 12 – W-5/611/13 (rys. P. Dziewanowski).

### 3.2. BILLETS

The second variety of bundled iron cargo is represented by billets which are 75–93 cm long, rectangular in cross-section, 46–52 mm wide and 10 mm thick, held together by an iron billet wrapped around the middle of each bundle (Fig. 11).

At least 11 bundles of this type were discovered in total. The first three, which had been stowed in an upright position at the back of the upper portion of the stern (W-5/459/75), were recovered in the autumn of 1975. Several others fell back into the sea as the main section of the hull was being raised. They were retrieved in subsequent excavation seasons: four of them in 1981, and another four in 2012 (Fig. 10.1–2). At present there are five bundles and 141 loose individual billets in the collections of the NMM.

The weight of a single billet prior to conservation amounted to approximately 2.2–2.4 kg. Determining the number of billets in a bundle has not been possible to-date due to their highly corroded state.

Three bundles survive in good condition, hence it was possible to establish that they weighed 150, 176 and 184 kg respectively, giving an average of 170 kg (Tab. 3). On this basis it can be assumed that the Copper Ship was carrying 11 bundles jointly weighing 1870 kg.

No merchants' marks were noted among the bundled billets. No specialist physico-chemical analysis has ever been carried out on this particular assemblage.

It is difficult to pinpoint any discoveries of similar goods being transported by ship in the late medieval period in northern Europe. Evidence of iron already having been traded on a scale beyond the local level in Poland in the 8th–9th centuries comes from the increased number of hoards featuring items made of this metal, particularly in southern Poland, as well as the Carpathian and middle Danube regions (Adamczyk 2004). The fact that intermediate iron products were being shipped by sea at this time is borne out by the discovery of several dozen iron bars in the port of Truso – a trading settlement in Janowo Pomorskie near Elbląg. The stratigraphic context in which these artefacts were found suggests that they were dropped in the water during the reloading of goods on to a sailing vessel (Jagodziński 2010: 174). Their parameters and the results of metallurgical analysis indicate that they were most likely blanks for making sword blades (Biborski et al. 2010). Similar billets of various types have been found at many trading settlements of this period in the Baltic and North Sea regions (Westphalen 2002: 115–117). These iron billets had a low carbon content, and would have been used for making tools and swords. Excavation of the Copper Ship has provided confirmation of the fact that this type of cargo was the subject of long-distance trade in the Baltic in the early 15th century, but efforts to definitively identify the provenance of this raw material have thus far been unsuccessful.

### 3.2. WIĄZKI PŁASKOWNIKÓW

Drugi rodzaj wiązek z ładunkiem żelaza stanowiły płaskowniki o długości od 75 do 93 cm, w przekroju prostokątne, o szerokości 46–52 mm i grubości 10 mm, przewiązane pośrodku jednym zawiniętym wokół płaskownikiem (il. 9).

Łącznie wiązek tego typu zostało odkrytych co najmniej jedenaście. Pierwsze trzy, które zaszałowano w pozycji pionowej w skrajnej rufowej górnej części kadłuba (bryła W-5/459/75), wydobyto jesienią 1975. Kilka z nich spadło do morza podczas operacji wydobywania głównej partii kadłuba. Zostały one podniesione z dna w kolejnych sezonach: cztery w 1981, a kolejne cztery w 2012 roku (il. 10.1–2). Obecnie w zbiorach NMM przechowywanych jest 5 wiązek oraz 141 sztuk luźnych płaskowników.

Waga pojedynczego płaskownika przed konserwacją wynosiła ok. 2,2 do 2,4 kg. Określenie ilości płaskowników w wiązce ze względu na duży stopień korozji nie było do tej pory możliwe.

Trzy wiązki zachowały się w dobrym stanie, stąd możliwe było ustalenie ich wagi, która wynosi 150, 176 i 184 kg, czyli średnio 170 kg (tabela 3). Na tej podstawie możemy przypuszczać, że Miedziowiec przewoził ogółem 11 wiązek o łącznej wadze 1870 kg.

W żadnej z wiązek z płaskownikami nie odkryto merków. Ta grupa ładunku nie doczekała się do tej pory wykonania specjalistycznych analiz fizykochemicznych.

Z okresu późnego średniowiecza trudno wskazać na analogie w postaci odkryć podobnego ładunku przewożonego drogą morską w Europie Północnej. Rozwój ponadlokalnego handlu żelazem na terenie ziem polskich można zaobserwować już w okresie VIII–XI w. – w postaci wzmoczonej tezauryzacji żelaza, widocznej w występowaniu skarbów przedmiotów wykonywanych z tego metalu, szczególnie z terenu południowej Polski, regionu Karpat i środkowego Dunaju (Adamczyk 2004). Natomiast o tym, że półprodukty żelazne w tym czasie były przewożone szlakami morskimi, może świadczyć odkrycie kilkudziesięciu sztabek w obrębie dawnego basenu portowego osady rzemieślniczo-handlowej Truso, zlokalizowanej w Janowie Pomorskim niedaleko Elbląga. Kontekst stratygraficzny miejsca odkrycia nasuwa przypuszczenie, że dostały się one do wody podczas przeładunku towarów z jednostki pływającej (Jagodziński 2010: 174). Ich parametry oraz wyniki analizy metaloznawczej wskazują, że były to prawdopodobnie półprodukty głównej mieczy (Biborski i in. 2010). Podobne sztabki żelazne różnych typów są znajdowane na wielu osadach handlowych rejonu Morza Bałtyckiego i Północnego z tego okresu (Westphalen 2002: 115–117). Były to półprodukty o niskiej zawartości węgla, służące do wyrobu narzędzi oraz mieczy. Badania Miedziowca potwierdzają, że ten rodzaj ładunku stanowił część dalekosiężnej wymiany handlowej w obrębie Bałtyku w początkach XV wieku, ale pomimo podjętych wysiłków nie udało się do tej pory w sposób ostateczny rozpoznać miejsca pochodzenia tego surowca.



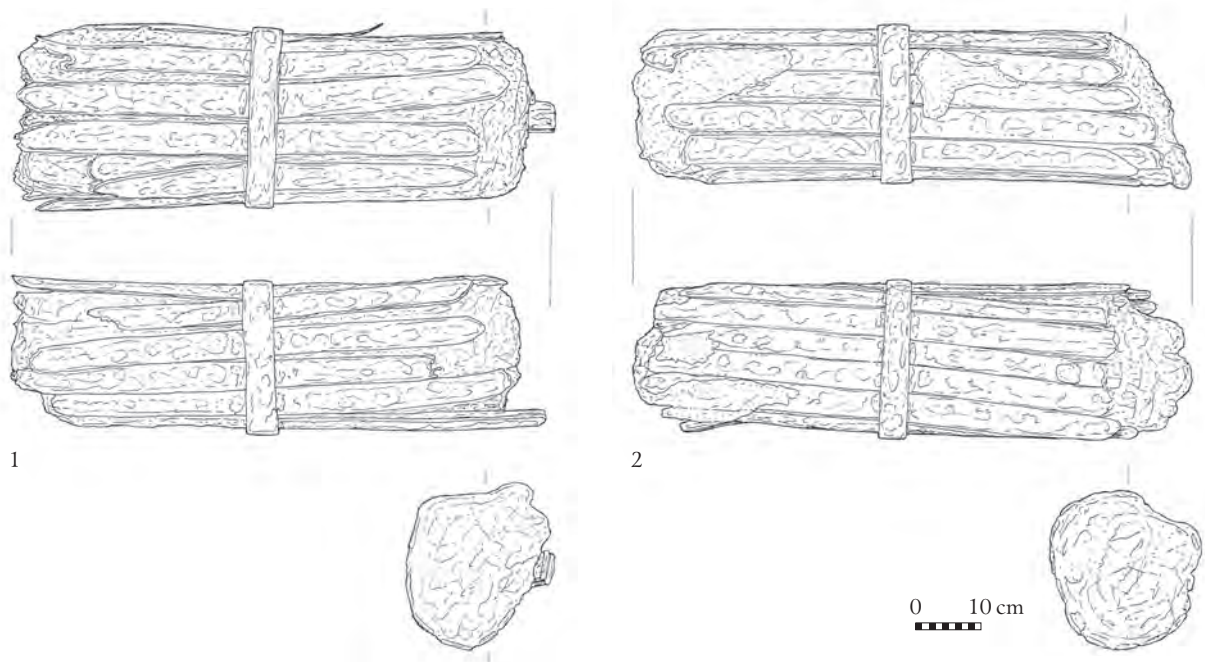


Fig. 9. Iron billet bundles recovered from the Copper Ship: 1 – W-5/586/12; 2 – W-5/587/12 (drawing by P. Dziewanowski).  
Il. 9. Wiązki płaskowników wydobyte z Miedziowca: 1 – W-5/586/12; 2 – W-5/587/12 (rys. P. Dziewanowski).



Fig. 10. Bundles of iron billets discovered during excavation in 2012:  
1 – *in situ*, 2 – after recovery (photo by W. Ossowski).  
Il. 10. Wiązki płaskowników odkryte w trakcie badań podwodnych w 2012 roku:  
1 – *in situ*, 2 – po wydobyciu na pokład (fot. W. Ossowski).

#### 4. OAK

##### 4.1. WAINSCOT

Two varieties of oak boards were discovered on the Copper Ship. The larger ones are planks measuring 185–252 cm long and 18.5–30.5 cm wide (Fig. 11). They usually take the form of a scalene trapezium in transverse cross-section, the two parallel sides representing the thickness of the plank, which is different on each side, the thinner edge of the plank being on the same side as the point hewn at one of its ends. The narrower edge is 1.5–3 cm thick, the opposite outer edge measuring 4–6 cm in thickness. The faces of the plank were neatly dressed with an axe or hatchet, as evidenced by the blade marks visible on many specimens. The planks examined are free of knots, hence they were produced from the lower parts of tree trunks (Fig. 12).

Having removed samples for dendrochronological analysis and revealed a cross-section of the timber, it was easy to see that the annual growth rings run more or less perpendicular to the face of the board, and that each plank retains a paler layer of sapwood. The sharpened ends of the planks are those which were situated near the base of the trunk, at the point where the tree was felled. Thus, these boards had been made by radially splitting the lower portions of tree trunks along their medullary rays. The grain structure observed in cross-section suggests that the central core of the trunk was discarded during the manufacturing process. This would be consistent with instructions recorded in the 16th century regarding exported timber products, which advocated the removal of the three-inch-wide section of wood representing the centre of the trunk (Heymanowski 1979: 346).

Radially split boards were more durable than those obtained by sawing logs tangentially; they were also less permeable and less susceptible to cracks and distortion because of their lower coefficient of contraction. These planks must have been expensive, as making them from the knot-free parts of a tree resulted in significant wastage of raw material – around 60%, and in some cases even as much as 70% (Heymanowski 1979: 346).

A total of 96 planks of this type were recovered, all of which had been damaged to varying degrees during the course of the ship's fire. This assemblage includes several dozen planks that had been shortened to a length of 85–180 cm, other dimensions remaining the same. The present author believes that this was done deliberately in order to fit some of the long planks in between the structural components of the hull. A summary of the dimensions of all of the long planks is given in table 4. The weight of 59 specimens ranged from 5.32 to 13.76 kg, at an average of 9.2 kg.

Samples were taken from 20 boards for dendrochronological analysis, yielding felling dates of 1403, 1404 and 1405. This analysis also revealed that this timber most probably came from Eastern Pomerania and northeast Poland (Krapiec this volume). As other parts of the timber cargo came from trees felled no earlier than after September 1407 (more of which later), it can be concluded that in this instance we are largely dealing with dried and seasoned timber.

#### 4. DĘBINA

##### 4.1. WAŃCZOS

Na Miedziowcu odkryto dwa sortymenty ładunku dębiny w formie klepek. Większe z nich to klepki o długości od 185 do 252 cm i szerokości od 18,5 do 30,5 cm (il. 11). W przekroju poprzecznym mają kształt przeważnie nierównobocznego trapezu, którego dwa równoległe boki stanowią grubość deski, różną z jednej i drugiej strony, przy czym cieńsza strona deski znajduje się po stronie szpica wyciosanego u jednego z jej końców. Grubość ostrzejszej krawędzi wynosi 1,5–3 cm, zaś przeciwległa, zewnętrzna krawędź ma od 4 do 6 cm grubości. Ściany ich są starannie wygładzone toporem lub siekierą, o czym świadczą widoczne na wielu egzemplarzach ślady ostrza. W obejrzanym egzemplarzu brak obecności sęków, były więc one wyrabiane z dolnych partii pni (il. 12).

Po wycięciu wyrzynków do analiz dendrochronologicznych i po odsłonięciu przekroju bez trudu zauważyć można, że przebieg słoju przyrostu rocznego jest mniej lub bardziej prostopadły, a na każdej z klepek zachowana jest jaśniejsza warstwa bielasta. Zaostrzone części klepek to partie usytuowane blisko odziomka pnia, w miejscu, gdzie ścinano drzewo. Tak więc klepki były łupane wzdłuż promieni rdzeniowych z dolnych części pnia. Obserwowany na przekrojach poprzecznych układ słoju pozwala sądzić, że przy ich wyrobie odrzucano rdzeń. Zgodne byłoby to z odnotowanymi w XVI wieku instrukcjami dotyczącymi wywożonych produktów drewnianych, w których to polecano usuwać pochodzącą ze środka pnia część o szerokości trzech placów (Heymanowski 1979: 346).

Tak łupana klepka miała wyższą wytrzymałość w porównaniu z tymi, które były uzyskiwane z kłód wyrabianych poprzez darcie w płaszczyźnie stycznej; charakteryzowała się również niższą przesiąkliwością i była mniej narażona na pęknięcia lub odkształcenia ze względu na mniejszy współczynnik skurczu. Klepki takie musiały być drogie, gdyż jako łupane z bezsęcznych części drewna powodowały duży ubytek surowca – około 60%, a w szczególnych przypadkach nawet do 70% (Heymanowski 1979: 346).

Łącznie wydobyto 96 takich desek, zniszczonych w różnym stopniu, przede wszystkim w czasie pożaru. W tej grupie znajduje się kilkadziesiąt klepek, które zostały skrócone do długości 85–180 cm, natomiast pozostałe wymiary pozostały takie same. Autor przypuszcza, że zabiegu tego dokonano celowo, aby wpasować część długich klepek pomiędzy elementy konstrukcyjne kadłuba. Zestawienie wymiarów wszystkich klepek długich podano w tabeli nr 4. Waga ich, pomierzona w przypadku 59 egzemplarzy, waha się od 5,32 do 13,76 kg, średnio wynosząc 9,2 kg.

Z 20 klepek pobrano wyrzynki do analiz dendrochronologicznych, dla których ustalono roczne daty ścięcia na lata 1403, 1404 i 1405. Ponadto wykonane badania wskazują, że najbardziej prawdopodobnym obszarem pochodzenia tych klepek było Pomorze Gdańskie i północno-wschodnia część Polski (Krapiec w niniejszym tomie). Ponieważ inne partie ładunku były ścinane najwcześniej po wrześniu 1407 (o czym w dalszej części), można stwierdzić





Fig. 11. Long planks (waincos) recovered from the Copper Ship: 1 – CMM/HŻ/2291/4; 2 – CMM/HŻ/2291/3; 3 – CMM/HŻ/1988; 4 – CMM/HŻ/3178/9; 5 – CMM/HŻ/972; 6 – CMM/HŻ/971; 7 – CMM/HŻ/2347; 8 – CMM/HŻ/1994; 9 – CMM/HŻ/1988; 10 – CMM/HŻ/3180/2 (photo by W. Józwiak).  
Il. 11. Kłepki długie (wańczos) wydobyte z Miedziowca: 1 – CMM/HŻ/2291/4; 2 – CMM/HŻ/2291/3; 3 – CMM/HŻ/1988; 4 – CMM/HŻ/3178/9; 5 – CMM/HŻ/972; 6 – CMM/HŻ/971; 7 – CMM/HŻ/2347; 8 – CMM/HŻ/1994; 9 – CMM/HŻ/1988; 10 – CMM/HŻ/3180/2 (fot. W. Józwiak).



Fig. 12. Reconstruction of oak plank production, after Jean-Albert Glatigny.

Il. 12. Rekonstrukcja sporządzania długich klepek dębowych wg Jeana-Alberta Glatigny.



Fig. 13. Part of the cargo of planks recovered together with portion W-5/377/75 of the hull in 1975 (photo by L. Nowicz).

Il. 13. Część ładunku długich klepek wydobyta razem z fragmentem kadłuba W-5/377/75 w 1975 roku (fot. L. Nowicz).

The results of annual growth ring analysis, which suggests that some of the timber may have come from the present-day territories of northeast Poland, may in fact demonstrate that it came from the River Neman basin. However, thus far it has not been possible to compare measurements taken from timber found aboard the Copper Ship with dendrochronological sequences for the area of present-day Lithuania, which could provide definitive confirmation of this theory. Support for this notion comes from the findings of historians who have identified the areas of Lithuania around the lower Neman basin – a source of inexhaustible stocks of timber and other woodland products – as the most important supply

dzić, że w tym przypadku w znacznym stopniu mamy do czynienia z drewnem wysuszonym i sezonowanym.

Wyniki analiz słoików przyrostu, wskazujące na pochodzenie części drewna z obecnych terenów północno-wschodniej Polski, mogą świadczyć, że w rzeczywistości drewno to pochodzi z dorzecza rzeki Niemen. Jednak w trakcie dotychczasowych prac nie udało się porównać pomiarów klepek z Miedziowca do skal dendrochronologicznych z terenu dzisiejszej Litwy, które by w sposób jednoznaczny potwierdziły tę tezę. Dane takie mają źródłowe poparcie w ustaleniach historyków, którzy obok północnych ziem Polski za najważniejsze zaplecze dla handlu gdańskiego w początkach XV w. uznają właśnie obszary Litwy w do-



base, along with the northern territories of Poland, for Gdańsk's trade in the early 15th century. The agreement concluded in 1398 by the Teutonic Order and Vytautas, Grand Duke of Lithuania, giving up Samogitia to the Order, and probably also providing Prussian merchants full freedom to trade within the confines of the Grand Duchy, was facilitated by the pre-existing commercial presence of Prussian citizens. They focused on developing river trade along a route leading from the Vistula Lagoon via the lower Pregolya, the Deyma, the Curonian Lagoon, the Gilija and the Neman to Kaunas – the most important city in Lithuania after Vilnius. It was from this region that large quantities of oak planks were shipped by river in the early 15th century (Biskup 1978: 397–416), and it is highly probable that this commodity would have been carried aboard the Copper Ship.

All of the oak planks under discussion made up part of the cargo that had been stowed at the bottom of the hull amidships (Fig. 13). Barrels filled with iron and wood tar were placed directly on top of them.

#### 4.2. STAVES

The second variety of oak timber found among the Copper Ship's cargo is represented by planks of smaller dimensions: 54–85.7 cm long, 7–17.3 cm wide and 1.3–3 cm thick (Fig. 14). A total of 243 specimens were recovered. The weight of 122 of these was gauged, yielding a range of 0.4 to 2 kg, at an average of 1.37 kg.

They were stowed directly alongside the long planks, at the bottom of the hull amidships, nearer the stern. It was here that planks were recovered representing the fragmentary remains of a bulkhead that had probably demarcated an area of the hold (entries in the site logbooks from the first excavations also refer to these planks as elements of a bulkhead).

Dendrochronological analysis of the short planks indicates that they came from trees grown in Eastern Pomerania (Krąpiec this volume). Forty six planks were analysed, most of them yielding a felling date of either 1406 or 1407, a small number producing a date of 1404. Hence, it can be concluded this consignment of timber mostly comprised unseasoned wood that had been cut down shortly before it was loaded on to the ship.

These planks, apart from being of smaller dimensions and subrectangular in cross-section, had similar properties to the long planks. They were made by radially splitting logs, and retain a layer of sapwood, but do not feature any part of the core.

Their size suggests that this was a raw material from which barrel staves would have been made. Differences in the length of these planks (Tab. 5), probably within the permissible tolerance range, can be explained by the slight variations in the length of the logs from which they were produced. Any differences in width were no obstacle to their use in barrel making.

To-date, discoveries of similar cargoes of various types of oak plank have been made on two other shipwrecks noted off the southern coast of the Scandinavian Peninsula.

rzecz dolnego Niemna, stanowiące nieprzebrane źródło dostaw drewna i innych artykułów leśnych. Układ zawarty przez Zakon w 1398 r. z wielkim księciem Witoldem, przekazujący Krzyżakom Żmudź, a także zapewniający kupcom pruskim pełnię swobód handlowych na obszarze Wielkiego Księstwa, ułatwił istniejącą już wcześniej penetrację gospodarczą mieszczan pruskich. Rozwinięty został przez nich zwłaszcza handel na drodze wodnej, biegnącej od Zalewu Wiślanego dolną Pregołą, Dejną, Zalewem Kurońskim i Gilgą – ramieniem Niemna oraz głównym jego korytem do Kowna – najważniejszego obok Wilna ośrodka miejskiego na Litwie. Z tego rejonu statkami rzecznyymi przewożono w początkach XV wieku znaczne ilości klepek dębowych (Biskup 1978: 397–416) i produkt ten z dużym prawdopodobieństwem mógł się znajdować na Miedziowcu.

Wszystkie omawiane klepki dębowe były częścią ładunku statku zaszałowaną w partii dennej kadłuba w rejonie śródkręcia (il. 13). Bezpośrednio na nich umiejscowiono beczki z żelazem oraz smołą drzewną.

#### 4.2. KLEPKI

Drugi rodzaj ładunku dębiny przewożonej na Miedziowcu stanowią klepki o mniejszych rozmiarach: długości 54–85,7 centymetrów, szerokości od 7 do 17,3 cm i grubości od 1,3 do 3 centymetrów (il. 14). Łącznie odkryto ich 243 sztuki. Waga ich, pomierzona w przypadku 122 egzemplarzy, waha się od 0,4 do 2 kg, średnio wynosząc 1,37 kg.

Umieszczono je w bezpośrednim sąsiedztwie klepek długich, w dolnych partiach kadłuba w rejonie śródkręcia, bliżej rufy. W tym rejonie natrafiono także na klepki tworzące fragmentarycznie zachowaną gródź poprzeczną, stanowiącą prawdopodobnie element wydzielający części ładowni (również w początkowym okresie badań klepki te określano w dzienniku badań klepkami grodziowymi).

Badania dendrochronologiczne klepek krótkich wskazują, że pochodzą one z drzew rosnących w rejonie Pomorza Gdańskiego (Krąpiec w niniejszym tomie). Łącznie przebadanych zostało 46 klepek, dla których większość rocznych dat ścięcia przypada na lata 1406 i 1407, tylko sporadycznie zdarza się rok 1404. Dlatego można stwierdzić, że ta partia ładunku stanowiła przeważnie drewno niesezonowane, ścięte w krótkim okresie przed załadunkiem na statek.

Klepki te, poza mniejszymi wymiarami oraz przekrojem zbliżonym do prostokąta, cechują podobne właściwości jak w przypadku klepek długich. Zostały one wykonane poprzez promieniowe darcie pni, mają zachowaną warstwę bielastą, brak natomiast części przyrdzeniowej.

Wielkości ich sugerują, że stanowiły surowiec do sporządzania klepek beczek. Różnice długości klepek (tab. 5), mieszczące się zapewne w granicach dopuszczalnej tolerancji, można tłumaczyć nieco zróżnicowaną długością wyrzynków, z których je „bito”. Natomiast różnice w szerokości nie stanowiły przeszkody przy wyrobieniu beczek.

Podobny ładunek różnych rodzajów klepek dębowych odkryto do tej pory na dwóch innych wrakach statków, które zatonięły u południowych wybrzeży Półwyspu Skandynawskiego. Jednym z nich jest wspomniany wcześniej



Fig. 14. Staves recovered from the Copper Ship: 1 – CMM/HŻ/3300/4; 2 – CMM/HŻ/3300/5; 3 – CMM/HŻ/3301/3; 4 – CMM/HŻ/3302/1; 5 – CMM/HŻ/3307/7; 6 – CMM/HŻ/3307/8; 7 – CMM/HŻ/3307/9; 8 – CMM/HŻ/3287; 9 – CMM/HŻ/3289/2; 10 – CMM/HŻ/3289/3 (photo by W. Józwiak).

Il. 14. Klepki krótkie wydobyte z Miedziowca: 1 – CMM/HŻ/3300/4; 2 – CMM/HŻ/3300/5; 3 – CMM/HŻ/3301/3; 4 – CMM/HŻ/3302/1; 5 – CMM/HŻ/3307/7; 6 – CMM/HŻ/3307/8; 7 – CMM/HŻ/3307/9; 8 – CMM/HŻ/3287; 9 – CMM/HŻ/3289/2; 10 – CMM/HŻ/3289/3 (fot. W. Józwiak).

One of these is the earlier mentioned Skaftö wreck. Its cargo was found to contain both long planks, 3.5 cm thick and between 23 cm and 30 cm wide, and shorter planks measuring from 15 cm to 17 cm in width and around 2 cm in thickness. Dendrochronological analysis was carried out on eight of them, the results showing that they came from trees that had been felled during 1437–1441 in the territories of present-day Poland (von Arbin 2014: 59).

The second wreck represents the remains of a ship referred to as Skjernøysund 3, found in Langvika: a small bay separating the island of Skjernøysund from the mainland of southern Norway. Apart from barrels of lime in the extant starboard section of the hull, 35 badly degraded planks of two sizes were also found. The larger planks, measuring 2.3 m long and 25–30 cm wide, lay stacked on top of ceiling planks in the lower portion of the hull. The smaller ones, around 50 cm long and 16 cm wide, were stacked across the width of the hull between beams serving as supports for the mast step (Auer & Maarleveld 2013).

Seven planks were sampled for dendrochronological analysis. Nearly all of the samples showed that the planks retained a layer of sapwood and had been split radially. Analysis of two samples in which the annual growth ring nearest the bark had survived revealed that they came from trees that had been felled in the winter of 1393/94, and that had grown in the Lower Vistula region (Daly 2013).

The planks noted in both shipwrecks' cargoes are very similar in size to the consignment of oak timber discovered on the Copper Ship. Only the smaller planks from the Skjernøysund 3 wreck are shorter, though they are of the same length as those from the W-5 wreck. It is possible that they were shortened in order to fit into the space where they were stowed.

Interestingly, in all three wrecks the planks were stowed in the same place, hence at the bottom of the hull amidships, near the mast step. It would seem that this was a common practice with timber cargoes. It may point to the fact that attempts were made to use the available stowage capacity as efficiently as possible by stowing the longest planks at the point where the hull's curvature was minimal. Another explanation is that this could have been an attempt to additionally protect the hull interior from the heavier items of cargo stowed above.

In earlier studies the longer planks recovered from the Copper Ship were referred to as ship's timbers. This was due to initial suspicions that they represented shipbuilding materials (Heymanowski 1979). However, they are much shorter than the planks which made up strakes in medieval ships; therefore, they must have been intended for a different purpose.

There are no details dating from the early 15th century regarding the types of timber exported from Gdańsk, despite the fact that the earliest shipments from Poland via Gdańsk are ascribed in the literature to the 14th century at latest. At that time, timber sorters were already active in Gdańsk, thus it can be assumed that there were certain standard types of timber products. Further records about the export of timber and its assorted varieties do not appear

wrak ze Skaftö. Wśród sortymentów jego ładunku stwierdzono obecność zarówno dłuższych klepek o grubości 3,5 cm i szerokości od 23 cm do 30 cm, jak i krótszych, o szerokości od 15 cm do 17 cm i grubości około 2 cm. Osiem z nich zostało poddanych analizom dendrochronologicznym, których wyniki wskazują, że pochodzą one z drzew ściętych w latach 1437–1441 i rosnących na terenie dzisiejszej Polski (von Arbin 2014: 59).

Drugim wrakiem są pozostałości statku określane jako Skjernøysund 3, zalegające w małej zatoce Langvika w południowej Norwegii, oddzielającej wyspę Skjernøysund od stałego lądu. Oprócz beczek z wapnem w zachowanej części kadłuba, będącej pozostałością prawej burty, zostało znalezionych 35 mocno zniszczonych klepek dwóch rozmiarów. Większe, o długości do 2,3 m i szerokości 25–30 cm, zalegały na potnicach w niższych partiach kadłuba, ułożone w stosy. Mniejsze, o długości około 50 cm i szerokości 16 cm, zostały ułożone w sterty w poprzek kadłuba pomiędzy belkami, pełniącymi funkcję wsporników gniazda masztowego (Auer, Maarleveld 2013).

Z siedmiu klepek zostały pobrane próbki do analiz dendrochronologicznych. Prawie wszystkie próbki pokazały, że klepki miały warstwę bielastą i były darte promieniowo. Wyniki badań w przypadku dwóch próbek, w których zachował się słoń podkorowy pokazały, że drzewa zostały ścięte zimą z 1393 na 1394, a drewno, z których wykonano klepki, rosło w rejonie dolnej Wisły (Daly 2013).

Wymiary klepek ładunku w obydwu wrakach są bardzo zbliżone do dębowego ładunku z Miedziowca. Jedynie mniejsze klepki z wraka Skjernøysund 3 są krótsze, lecz mają taką samą długość, jak te z wraka W-5. Niewykluczone, że zostały skrócone, aby lepiej wypełnić przestrzeń, w którą je załadowano.

Interesujące, że we wszystkich trzech wrakach klepki zostały zasztatowane w tym samym miejscu, czyli na dnie środkowej części kadłuba, blisko gniazda masztu. Wygląda na to, że była to powszechnie stosowana praktyka w przypadku załadunku drewna. Może to świadczyć o próbie jak najbardziej efektywnego wykorzystania przestrzeni ładunkowej poprzez załadowanie długich klepek w miejscu, gdzie krzywizny kadłuba były najmniejsze. Innym wytłumaczeniem może być próba stworzenia dodatkowej ochrony wnętrza kadłuba przed ciężkim ładunkiem zalegającym wyżej.

We wcześniejszych opracowaniach omawiane dłuższe klepki z Miedziowca określano jako tarcica okrętowa, a potem jako ciosy okrętowe. Spowodowane to było początkowymi przypuszczeniami, że ta część ładunku miała zastosowanie w budowie statków (Heymanowski 1979). Jednak ich długości są zbyt małe w porównaniu do długości klepek wykorzystywanych do wykonania pasów poszycia jednostek średniowiecznych, należy się więc zastanowić nad ich innym zastosowaniem.

Nie dysponujemy szczegółowymi informacjami z początku XV wieku na temat sortymentów drewna wywożonych z Gdańska, mimo że początki wywozu drewna z dzisiejszych ziem polskich przez Gdańsk są w literaturze określane najpóźniej na wiek XIV. Już wówczas działali w Gdańsku brakarze drewna, można więc przypuszczać, że



until the latter half of the 15th century. For example, in 1463 a consignment being shipped along the Vistula included planks of two classes of quality, and deal of three classes (Biskup 1953; Samsonowicz 1960). However, more precise specifications of exported classes of timber are first recorded in a set of detailed instructions dating from the 16th century (Leskiewiczowa & Sucheni-Grabowska 1957).

According to Theodor Hirsch, in the early 15th century oak was most commonly exported from Gdańsk in the form of two products referred to as wainscot (German *Wagenschoss*) and staves (German *Klappholz*). Wainscot boards were 3.13 m to 5.63 m long and made from high quality, straight oak logs. Each log was split in half or into quarters, from which boards were removed. In the early 15th century wainscot boards were 38 cm wide and 1.8 cm to 3.7 cm thick. Staves were produced in the same way, but measured up to 1.5 m in length, and 18–33 cm in width. Other timber products exported from Gdańsk included yew for making longbows, as well as timber for oars and masts (Hirsch 1858).

If we compare this information to data obtained from excavation of the three aforementioned shipwrecks which sank between 1394 and around 1441, we find staves of similar, though slightly smaller, dimensions. The longer planks are around 2 m long, 24–30 cm wide and have a maximum thickness of 4–6 cm, whilst the shorter ones are up to 85 cm long, with a maximum width of 17 cm and a thickness of 2.5 cm.

In recent years, despite the fact that they did not tally exactly with the specifications published by Hirsch, the longer planks from the Copper Ship have been referred to by some authors as wainscot boards, and the smaller ones as staves (Ważny & Eckstein 1987; Bonde et al. 1997; Zunde 1999; Ważny 2005). It was noted that similar raw materials had been used, among other things, as supports for panel paintings and for making sculptures, tables, doors and stairs. For a number of years now, since the development of dendroprovenance studies, we have known that artworks were painted in Western Europe from the 14th to the mid-17th century on supports made from oak boards imported from the Baltic region (Eckstein et al. 1986; Ważny 2005). The precise dimensions of this type of board, often referred to in 15th-century sources as *wagenschoss*, *waagenschott*, *vanszos*, *wayneskot*, and *wagenschot*, are not known (Haneca et al. 2005). Those who made painting supports sought radial boards with straight fibres and no knots, thus the longer planks would have satisfied these requirements very well. Minor differences in size may have stemmed from past use of less rigorous standards dictating the size of boards, or from ongoing changes in the dimensions of timber categories in the port of Gdańsk.

One of the longer planks features an extant merchant's mark (Fig. 15). Similar marks have been noted on boards in numerous medieval altarpieces from Antwerp, as described by Jean-Albert Glatigny (1993). Glatigny believes that lumberjacks incised these *marques enigmatiques* in the wood whilst still in the forest, and subsequently used them to settle their accounts with timber merchants.

obowiązywały pewne znormalizowane rodzaje produktów drewnych. Więcej informacji o eksporcie drewna i różnych jego sortymentach przynoszą dopiero źródła późniejsze, z drugiej połowy XV wieku. Na przykład w 1463 r. w jednym z płynących Wisłą transportów znajdowały się klepki dwu klas jakości i dyle trzech klas (Biskup 1953; Samsonowicz 1960). Bliższą charakterystykę objętych wywozem klas drewna zawierają jednak dopiero szczegółowe instrukcje z XVI wieku (Leskiewiczowa, Sucheni-Grabowska 1957).

Według Theodora Hirscha na początku XV wieku przeważnie eksportowano z Gdańska drewno dębowe w postaci dwóch produktów, określanych jako wańczos (niem. *Wagenschoss*) i klepki (niem. *Klappholz*). Wańczos miał długość od 3,13 m do 5,63 m i był wykonywany z wysokiej jakości prostych pni dębowych. Każdy pień był darty na pół albo na cztery części, z których łupano klepki. Wańczos z początku XV wieku miał do 38 cm szerokości i od 1,8 do 3,7 cm grubości. Mniejsze klepki wytwarzano w ten sam sposób, ale długość ich wynosiła do 1,5 m, zaś szerokość od 18 do 33 cm. Inne produkty drewniane eksportowane z Gdańska obejmowały cis do produkcji łuków, jak również drewno na wiosła i maszty (Hirsch 1858).

Jeśli porównamy te informacje z danymi dostarczonymi przez badania trzech wspomnianych wraków, które zatoniły w okresie pomiędzy 1394 a około 1441 rokiem, to stwierdzimy obecność klepek o wymiarach zbliżonych, ale jednak odrobinę mniejszych. Dłuższe klepki mają ponad 2 m długości, szerokość 24–30 cm i maksymalną grubość 4–6 cm, zaś krótsze – długość do 85 cm, maksymalną szerokość 17 cm i grubość do 2,5 cm.

W ostatnich latach, mimo braku całkowitej zgodności z informacjami podanymi przez Hirscha, dłuższe klepki z Miedziozca były przez niektórych autorów określane jako wańczos, a mniejsze jako drewno klepkowe (Ważny & Eckstein 1987; Bonde i in. 1997; Zunde 1999; Ważny 2005). Zauważono bowiem, że podobny surowiec był wykorzystywany m.in. jako podobrazia malarstwa tablicowego oraz do wykonywania rzeźb, stołów, drzwi, schodów. Od kilkunastu lat dzięki rozwojowi dendroproweniencji wiadomo, że w Europie Zachodniej od XIV do połowy XVII wieku malowano na podobrazjach wykonanych z klepek drewna dębowego sprowadzanego z rejonu Bałtyku (Eckstein i in. 1986, Ważny 2005). Dokładne wymiary tego rodzaju klepek, często wzmiankowanych w źródłach XV-wiecznych jako *wagenschoss*, *waagenschott*, *vanszos*, *wayneskot*, *wagenschot*, nie są znane (Haneca i in. 2005). Wytwórcy podobrazii poszukiwali desek promieniowych, o prostych włóknach i pozbawionych sęków, zatem dłuższe klepki bardzo dobrze spełniałyby takie wymagania. Nie wielkie różnice w wielkości mogą wynikać ze stosowania w przeszłości mniej rygorystycznych norm określających wielkość klepek lub też postępujących zmian wymiarów sortymentów drewna w porcie gdańskim.

Na jednej z klepek dłuższych zachował się wycięty gmerk (il. 15). Podobne znaki odnotowano na deskach wielu średniowiecznych ołtarzy antwerpskich, które zostały opisane przez Jeana-Alberta Glatigny (Glatigny 1993). Owe *marques enigmatiques* według tego autora miały stano-

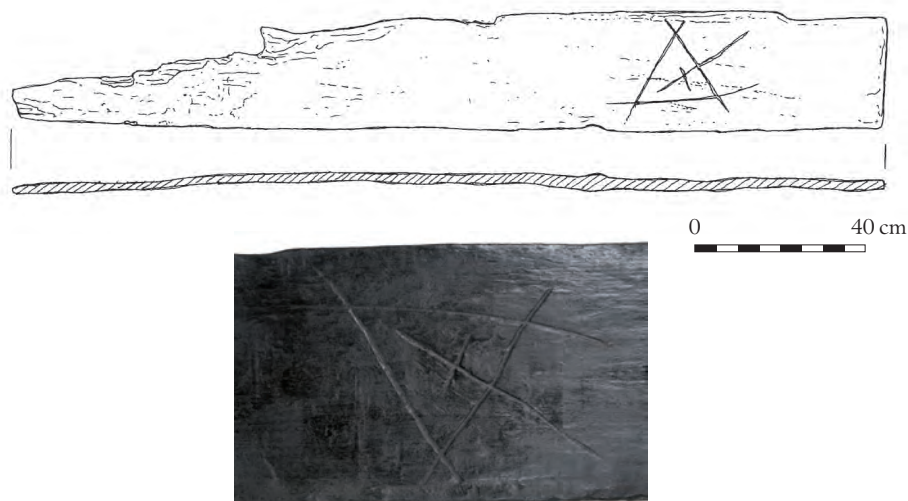


Fig. 15. Plank CMM/HŻ/2347 with merchant's mark recovered from the Copper Ship (drawing by P. Dziwanowski, photo by W. Józwiak).

Il. 15. Klepka długa z merkiem wydobyta z Miedziowca, nr inwentarza CMM/HŻ/2347 (rys. P. Dziwanowski, fot. W. Józwiak).

Research carried out on the timber cargo has provided key data on which to base deliberations regarding the date of the Copper Ship's sinking. The results of dendrochronological analysis indicate that the youngest timber in this cargo came from trees in Eastern Pomerania felled no earlier than in late September 1407. The easiest and cheapest method of transport at the time was to tie logs into rafts and float them downriver, or to take planks by ship along inland waterways. In the late autumn, from September to December, high water levels and strong river currents would have created favourable conditions for this type of transport. Probably immediately after reaching Gdańsk, the rafts were dismantled and the resultant timber, as well as river-ship cargoes, would have been taken to a storage yard for processing by a sorter, before being collected by merchants and loaded aboard seagoing ships.

Thus, given the right circumstances, the Copper Ship may have set sail with a cargo including freshly cut timber in the autumn of 1407. However, by 11 November the standard winter hiatus in the sailing season would have begun, lasting until 2 or 22 February. Although this break was not always observed in Gdańsk, as in practice it was entirely dependent on prevailing weather conditions, it is nonetheless difficult to imagine that such a great risk would have been taken when dealing with the highly valuable cargoes involved in long-distance trade. Furthermore, the extant accounts of merchants from Kraków who traded in copper (see Możejko this volume) indicate that copper, as a transit commodity, was only shipped via the port of Gdańsk in the early spring. This was often a period of easterly winds, allowing for easy sailing to ports on the Atlantic. Overall, these facts allow us to conclude that the Copper Ship most probably went down at earliest in the spring of 1408.

wić znaki drwali wycinane przez nich jeszcze w lesie, a służące do późniejszego rozliczenia z handlarzami drewnem.

Badania ładunku drewna dostarczają nam głównych danych do rozważań na temat daty zatonięcia Miedziowca. Wyniki analiz dendrochronologicznych wskazują, że najmłodsze drewno stanowiące ładunek zostało ścięte najwcześniej pod koniec września 1407 w rejonie Pomorza Gdańskiego. Ponieważ w tym okresie najłatwiejszym i najtańszym sposobem transportu drewna był spław pni powiązanych w tratwy lub klepek statkami rzecznyymi, było ono zapewne spławiane rzekami. Późną jesienią od września do grudnia ze względu na odpowiednio wysoki poziom wody oraz prędkość nurtu istniały korzystne warunki do takiego transportu. Zapewne zaraz po przybyciu do Gdańska tratwy demontowano, a drewno i ładunek ze statków rzecznych trafił do miejsca składowania, gdzie był sortowany przez brakarza, a następnie zabierany przez kupców i ładowany na statki pełnomorskie.

Tak więc w sprzyjających okolicznościach Miedziowiec mógł wyruszyć w rejs z ładunkiem m.in. świeżo ściętego drewna jeszcze jesienią 1407 roku. Jednak już od 11 listopada rozpoczynała się, trwająca do 2 lub 22 lutego, unormowana przerwa w żegludze na okres zimowy. Choć w Gdańsku nie była ona zawsze stosowana, bo w praktyce uzależnione to było wyłącznie od panujących warunków atmosferycznych, to jednak trudno przypuszczać, że podejmowano ryzyko żeglugi o tej porze roku w przypadku bardzo cennych ładunków uczestniczących w handlu dalekosytnym. Ponadto zachowane rachunki kupców krakowskich handlujących miedzią (patrz Możejko w niniejszym tomie) wskazują, że miedź jako produkt tranzytowy był wywożony przez port gdański tylko wczesną wiosną. W tym czasie często również wiały sprzyjające wiatry z kierunku wschodniego, pozwalające na łatwą żeglugę do portów atlantyckich. To wszystko pozwala przyjąć wiosną 1408 roku jako najbardziej prawdopodobną najwcześniejszą datę zatonięcia Miedziowca.



Fig. 16. Bundle of plant material CMM/BO/1559 recovered from the Copper Ship (photo by W. Józwiak).  
Il. 16. Wiązka materiału roślinnego o numerze inwentarza CMM/BO/1559 wydobyta z Miedziowca (fot. W. Józwiak).

### 5. BUNDLED PLANT MATERIAL

Excavation of the W-5 wreck during 1973–75 revealed five bundles of plant material, very neatly packed in sheaves measuring 23–28 cm long and 14–17 cm in diameter, tied at each end with a hemp cord of 3 mm in diameter (Tab. 6). One of these bundles survives to this day (Fig. 16), the remainder having perished during the course of chemical analysis, or having not survived due to their very poor state of preservation. Specialist analysis carried out by Dr Monika Badura of the University of Gdańsk did not enable these remains to be identified. They may have been hemp fibres that were used for ongoing repairs to the hull whilst at sea, or they may have been part of the cargo. It cannot be precluded that they represent remnants of the cargo that had been stowed at the fore end of the vessel, which was destroyed by fire.

### 6. WAX

Cleaning the amidships section of the hull (W-5/377/75) led to the discovery of over 40 lumps of wax weighing around 10 kg in total (Fig. 17). Wax was a very valuable commodity, mostly due to its demand (in the form of candles) for liturgical purposes. It was almost exclusively imported from the eastern territories of the then Kingdom of Poland, from Podolia and Ruthenia. Wax from Lviv was particularly highly valued, and by the mid-14th century it was being exported to Toruń and thence to Bruges. Mentions of Polish wax are recorded in Toruń at the turn of the 13th century. In addition to Ruthenian wax, wax from Kraków was also the subject of long-distance trade, though it is possible that this product actually came from the same region, and was merely melted down in Kraków (Myśliwski 2006: 289–290). We also know that in the early 15th century Kraków merchants were shipping wax via Toruń and Gdańsk to Bruges (Możejko this volume).

### 5. WIĄZKI MATERIAŁU ROŚLINNEGO

W trakcie badań 1973–1975 odkryto na wraku 5 wiązek surowca roślinnego, bardzo dokładnie złożonego w pęczki o długości 23–28 cm i średnicy 14–17 cm, które wiązano z dwóch stron sznurkiem konopnym o średnicy 3 mm (tabela 6). Do dnia dzisiejszego zachował się jeden egzemplarz (il. 16), pozostałe uległy zniszczeniu w trakcie badań chemicznych lub nie przetrwały ze względu na bardzo zły stan zachowania. Specjalistyczne analizy wykonane przez dr hab. Monikę Badurę z Uniwersytetu Gdańskiego nie pozwalają na identyfikację tych pozostałości. Być może były to włókna konopne, które mogły zarówno służyć do bieżących napraw kadłuba w trakcie rejsu, jak i stanowić partie ładunku. Niewykluczone, że są śladami ładunku przewożonego w części dziobowej, która uległa wypaleniu.

### 6. WOSK

W trakcie oczyszczania fragmentu środkowej części kadłuba (część konstrukcji W-5/377/75) natrafiono na ponad 40 bryłek wosku o łącznej wadze około 10 kg (il. 17). Wosk stanowił bardzo cenny towar, nabywany przede wszystkim do celów liturgicznych (świece). Sprowadzano go niemal wyłącznie ze wschodnich terenów ówczesnego Królestwa Polskiego, z Podola oraz z Rusi. Ceniony był zwłaszcza wosk skupowany we Lwowie, który już w połowie XIV w. wywożono do Torunia, skąd towar transportowano aż do Brugii. Wzmianki o wosku z Polski odnotowano w tym mieście na przełomie XIII i XIV w. Oprócz wosku ruskiego w handlu dalekosiężnym obecny był także wosk krakowski, choć niewykluczone, że był to wosk pochodzący z tych samych regionów, tylko przetapiany w tym mieście (Myśliwski 2006: 289–290). Wiadomo także, że na początku XV wieku kupcy krakowscy również przewozili wosk, podróżując przez Toruń, Gdańsk do Brugii (Możejko w niniejszym tomie).





Fig. 17. Wax recovered from the Copper Ship: 1 – CMM/HŻ/2289/3; 2 – CMM/HŻ/2289/5 (photo: NMM Photography Unit).

Il. 17. Wosk wydobyty z Miedziowca: 1 – CMM/HŻ/2289/3; 2 – CMM/HŻ/2289/5 (fot. Pracownia Fotograficzna NMM).

### 7. GOODS SHIPPED IN BARRELS

Much of the cargo stowed aboard the Copper Ship was transported in barrels. There is no doubt that in the late medieval period barrels were the best containers for shipping because they were durable, watertight and could easily be moved by rolling. Usually built of oak, they were resistant to decay and to being crushed when the ship heeled. They were used for storing and transporting woodland products, such as pitch, tar and potash, as well as foodstuffs – herring, beer, oil, salt, water, grain – and metal goods, such as iron or readymade products, like nails, knives and arrowheads (Polak 1998). The food supplies needed to prepare meals for a ship's crew and passengers were also stored in barrels.

Three products were stowed in barrels aboard the Copper Ship: iron, wood tar and potash. It is currently difficult to analyse this group of finds because of the manner in which they were processed during and immediately after excavation. Only nine barrels reached the Conservation Laboratory intact. The remainder were usually dismantled into their constituent parts, and their contents, in most cases, were removed. Many of the barrels survive in fragmentary form, and numerous loose pieces of barrel were also found around the wreck site. Once they had undergone conservation, the better preserved barrels were restored by replacing missing barrel heads and staves with loose components or ones taken from more badly damaged barrels. This is one of the reasons why it is difficult to determine exactly how many barrels there were, or to establish their laden weight. According to current estimates, 74 barrels were recovered in total, of which 48 have been restored to-date.

#### 7.1. IRON

Most of the excavated barrels were filled with lumps of iron. These barrels are cylindrical in shape and of narrow and tall proportions (Fig. 18). They vary in size, height ranging from 67 cm to 80 cm, and the width of barrel heads – from 29 cm to 34 cm. This assemblage also includes specimens that differ significantly from the average, one example being barrel CMM/HŻ/2518

### 7. TOWARY PRZEWOŻONE W BECZKACH

Dużą część ładunku zasztutowanego na Miedziowcu przewożono w beczkach. Nie ulega wątpliwości, że w późnym średniowieczu beczki były najlepszymi pojemnikami w transporcie morskim z racji swojej wytrzymałości, szczelności i możliwości łatwego przetaczania. Wykonywane zazwyczaj z dębiny, były odporne na gnicie oraz wytrzymałe na zgniecenie w czasie przechyłów statku. Służyły do przechowywania i transportu produktów leśnych, takich jak smoła, dziegieć, potaż, produktów spożywczych: śledzi, piwa, oleju, soli, wody, zboża, a także produktów hutniczych, takich jak żelazo czy gotowych wytworów rzemieślniczych, takich jak np. gwoździe, noże, groty od bełtów (Polak 1998). W beczkach przewożono także zaopatrzenie żywnościowe, niezbędne do przygotowywania posiłków dla załogi i pasażerów.

Na Miedziowcu przewożono w beczkach trzy produkty: żelazo metaliczne, smołę drzewną i potaż. Analiza tej grupy zabytków jest w chwili obecnej znacznie utrudniona z powodu przyjętych, w trakcie badań i tuż po, sposobów postępowania. Tylko 9 beczek trafiło do Pracowni Konserwacji w całości. Pozostałe po wydobyciu były zazwyczaj rozbierane na elementy składowe, a ich zawartość w większości przypadków usuwana. Wiele z beczek zachowało się jedynie częściowo, ponadto w rejonie wraka zalegało szereg luźnych fragmentów. Po konserwacji lepiej zachowane beczki rekonstruowano poprzez uzupełnianie brakujących denek i klepek fragmentami luźnymi lub pochodzącymi z bardziej zniszczonych beczek. Z tego też powodu m.in. próba określenia dokładnej ich liczby czy podanie masy ładunkowej beczek napotyka duże trudności. Obecnie szacujemy, że łącznie wydobyto 74 beczki, z których zrekonstruowano do tej pory 48 egzemplarzy.

#### 7.1. ŻELAZO

Większość spośród wydobytych beczek wypełniona była bryłkami żelaza. Beczki te charakteryzują się cylindrycznym kształtem, są w proporcjach wąskie i wysokie (il. 18). Różnią się wielkościami – ich wysokość wynosi od 67 do 80 cm, natomiast szerokość denek od 29 do 34 cm. W zespole znajdziemy także egzemplarze mocno odstające



Fig. 18. Restored barrels of iron recovered from the Copper Ship: 1 – CMM/HŻ/2550; 2 – CMM/HŻ/522; 3 – CMM/HŻ/2554; 4 – CMM/HŻ/3667; 5 – CMM/HŻ/3666; 6 – CMM/HŻ/2560 (photo: NMM Photography Unit).

Il. 18. Zrekonstruowane beczki z żelazem wydobyte z Miedziowca: 1 – CMM/HŻ/2550; 2 – CMM/HŻ/522; 3 – CMM/HŻ/2554; 4 – CMM/HŻ/3667; 5 – CMM/HŻ/3666; 6 – CMM/HŻ/2560 (fot. Pracownia Fotograficzna NMM).



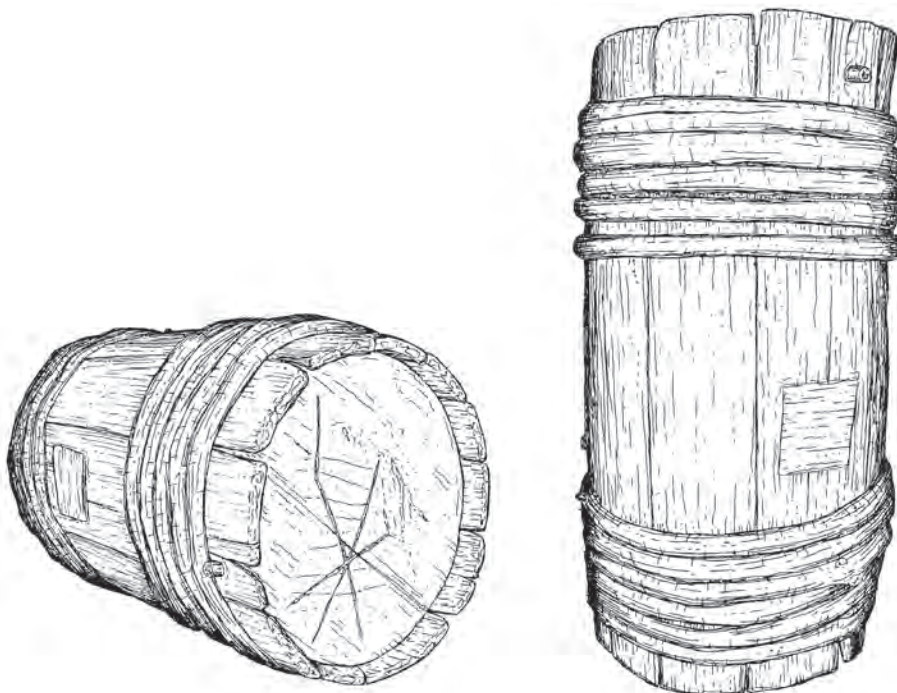


Fig. 19. Barrel with iron load CMM/HŻ/2518 is distinguished from others by its greater height and by a rectangular hole in one stave (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 19. Beczka z ładunkiem żelaza o numerze inwentarza CMM/HŻ/2518, wyróżniająca się większą wysokością od pozostałych oraz prostokątnym otworem w jednej z klepek (rys. P. Dziewanowski).

(W-5/297/75), which is 80 cm high, with heads of 23 cm in diameter (Fig. 19). A total of 44 barrels of iron were recovered<sup>1</sup> (Tab. 7).

These barrels were built from 9 to 15 thin staves of 2-cm thickness and various widths. Crozes were cut into the staves to receive the barrel heads, which were often made up of 2–3 elements. The staves feature numerous holes of 1.5 cm in diameter with wooden pegs protruding from them to aid the attachment of hazel wood hoops. The fragile hoops survive in very poor condition, but excavation records show that there were several dozen of them. At present, following conservation treatment, the width of the staves has shrunk and numerous gaps can be seen between them, though even prior to conservation the individual staves would not have had to lie flush to one another given what these barrels were used for.

Barrels filled with iron were distributed in various parts of the hold, arranged in rows along the sides of the ship and secured with dunnage (Fig. 20.1–3).

The barrels were loaded with severely corroded, small, irregular nuggets of iron measuring 80 x 41 x 27 mm on average and varying greatly in weight – from 64 g to 312 g (Fig. 21). During the most recent excavation season in 2011–2012 a number of well-preserved, loose nuggets coated in tar were recovered. Many of them are approximately cuboid in shape with cut marks on their sides (Fig. 22).

od średniej, jak na przykład beczka o numerze inwentarza CMM/HŻ/2518 (W-5/297/75), której wysokość wynosi 80 cm, a średnica denek 23 cm (il. 19). Łącznie wydobyte zostały 44 beczki z żelazem<sup>1</sup> (tabela 7).

Do wykonania beczek użyto cienkich klepek o grubości do 2 cm, różnej szerokości, w liczbie od 9 do 15 sztuk. Mają one wycięte wątroty, w których umieszczano denka, często składające się z 2-3 elementów. W klepkach znajdują się liczne otwory o średnicy ok. 1,5 cm, z których wystają kołki drewniane, służące do łatwiejszego osadzania leszczynowych obejm. Nietrwałe obejmy zachowały się w bardzo złym stanie, ale dokumentacja z badań wskazuje, że było ich od kilkunastu do kilkudziesięciu. Po zabiegach konserwatorskich szerokość klepek uległa skurczowi i obecnie zauważalne są liczne prześwity, ale także przed konserwacją przeznaczenie nie wymuszało ścisłego przylegania do siebie poszczególnych klepek.

Beczki z żelazem zostały umieszczone w różnych miejscach ładowni, ciągnącymi się wzdłuż burt rządami, których formowanie wspomagało użycie klinów sztauerskich (il. 20.1–3).

W beczkach znajdowały się mocno skorodowane, małe, nieregularne bryłki o średniej wielkości 80 x 41 x 27 mm i bardzo zróżnicowanej wadze, od 64 do 312 gram (il. 21). W trakcie ostatnich badań wykopaliskowych w latach 2011–2012 wydobyto dobrze zachowane, luźne bryłki zalegające w bryłach smoły. Duża część z nich ma kształt zbli-

<sup>1</sup> The number of barrels recovered from the Copper Ship has been estimated based on extant barrel heads.

<sup>1</sup> Liczba odkrytych na Miedziowcu beczek została oszacowana na podstawie zachowanych denek.



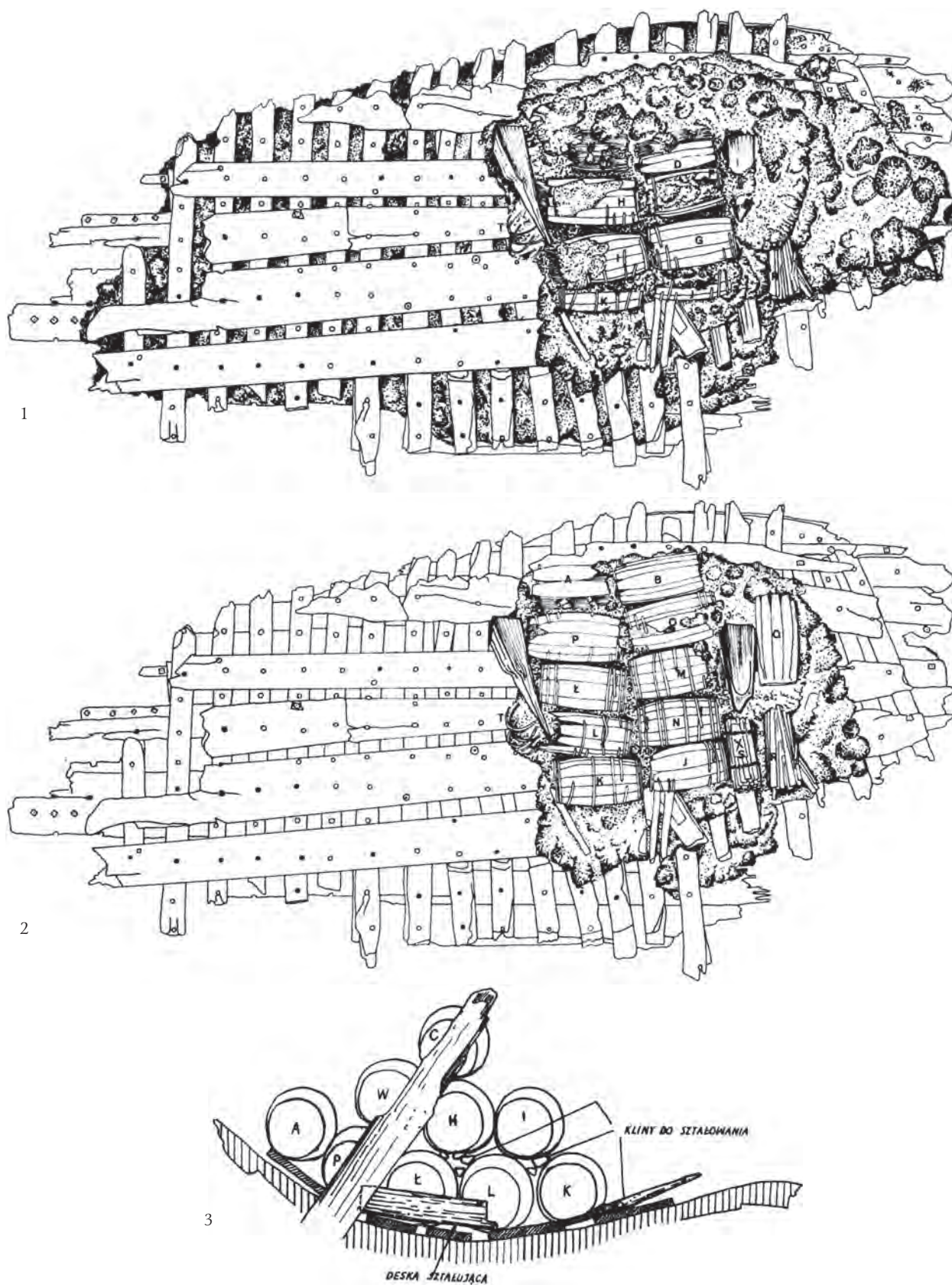


Fig. 20. Drawings showing how barrels were stowed in hull structure part W-5/460/75: 1 – first layer of barrels, 2 – layer of barrels, 3 – cross-section, A, B, D, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q – barrels filled with iron, Ł – barrel filled with tar, R – billet bundles, S – iron bar bundles (20.1–2 after Kola & Wilke 1983, 20.3 drawing by L. Nowicz).

II. 20. Zasztalowanie beczek udokumentowane w części konstrukcyjnej W-5/460/75: 1 – pierwsza warstwa beczek, 2 – warstwa beczek, 3 – przekrój poprzeczny, A, B, D, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q – beczki z żelazem, Ł – beczka ze smołą, R – wiązki płaskowników, S – wiązki sztab żelaznych (20.1–2 wg A. Koli i G. Wilke 1983, 20.3 rys. L. Nowicz).



Fig. 21. Iron nuggets shipped in barrels, after conservation (photo by W. Józwiak).

Il. 21. Bryłki żelaza przewożone w beczkach po konserwacji (fot. W. Józwiak).

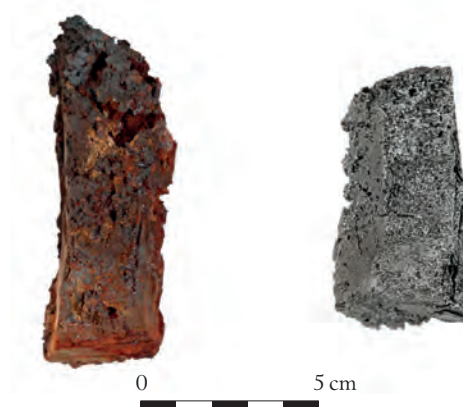


Fig. 22. Cuboid iron nuggets with cut marks on their sides shipped in barrels (photo by W. Józwiak).

Il. 22. Przewożone w beczkach bryłki żelaza w kształcie zbliżonym do prostopadłościanu, ze śladami cięcia na bokach (fot. W. Józwiak).

This suggests that after the smelting process, iron billets were cut into smaller pieces and packed in barrels.

In previous studies of this group of finds they are variously referred to as blooms (Pompowski 1976), iron ore (Litwin 1985; Śledź 1986) and osmond iron (Litwin 1985; Śledź 1986). The use of these terms was probably influenced by the fact that part of the cargo was heavily clad in corrosion products reminiscent in appearance of crude ore.

The first analysis of this material was carried out in 1976 by Professor Tadeusz Pompowski, who concluded that these were blooms, hence a type of iron produced in a furnace known as a bloomery. Iron ore that had been washed and broken into pieces was mixed with charcoal and placed in a furnace and then heated to a temperature of 1200–1300°C. During this process the smelted iron formed lumps which came out of the furnace together with molten slag; this product could then be further processed to make steel (Pompowski 1976). The results of this analysis are presented in table 8.

Subsequent analysis of three nuggets weighing 64, 168 and 200 g respectively was carried out by Docent Vagn Fabritius Buchwald of Denmark in 2003–2005 (Buchwald 2008). He concluded that this product had the characteristics of a hypereutectoid steel, very similar to the iron nuggets of the 14th–16th centuries referred to as osmonds, with a carbon content of 1–1.2%, less than 0.05% phosphorous, less than 0.05% silica and less than 0.05% manganese.

Osmond iron was a wrought iron supplied in the form of nodules, and constituted a very important Swedish export from the medieval period up until the 17th century (Geijerstam & Nisser 2011: 207). It was made from iron ore smelted in finery forges, where the iron was fined through the process of decarburisation, involving the removal of carbon through oxidisation, yielding malleable nodules weighing around 300 g. The term osmond is noted in customs records from Flensburg in 1252, but was probably

żony do prostopadłościanu, ze śladami cięcia na bokach (il. 22). Oznaczałoby to, że po wytopie kęsy żelaza były cięte na mniejsze fragmenty, które pakowano do beczek.

W dotychczasowych opracowaniach dotyczących tej grupy produktów określano je rozmaicie: żelgruda (Pompowski 1976), ruda żelaza (Litwin 1985, Śledź 1986) czy osmund (Litwin 1985, Śledź 1986). Na takie określenia zapewne wpłynął fakt, że ta część ładunku była mocno obłożona produktami korozji, wyglądem przypominając nieoczyszczoną rudę.

Pierwsze analizy żelaza przeprowadził w 1976 roku prof. Tadeusz Pompowski, który uznał, że mamy do czynienia z żelgrudą, czyli produktem żelaza metalicznego, otrzymywanym w piecach dymarskich w procesie wzbogacania ubogich rud. Do takiego pieca wprowadzano mieszaninę miąłkiej, wstępnie mytej rudy i węgla drzewnego, a następnie ogrzewano do temperatury 1200–1300 °C. W procesie tym wytapiające się żelazo zlepia się w grudy i wychodzi z pieca z półciekłym żużlem, a z otrzymanego produktu w toku dalszej obróbki można otrzymać stal (Pompowski 1976). Wyniki pierwszych analiz przedstawiono w tabeli 8.

Kolejne analizy trzech bryłek o wadze 64, 168 i 200 g wykonał docent Vagn Fabritius Buchwald z Danii w latach 2003–2005 (Buchwald 2008). Stwierdził on, że mamy do czynienia z produktem o cechach stali hipereutektoidalnej, bardzo podobnym do bryłek żelaza z XIV–XVI wieku określanymi jako osmund, z zawartością węgla 1–1,2%, fosforu mniej niż 0,05%, krzemionki mniej niż 0,05% oraz manganu mniej niż 0,05%.

Osmund to kowalne żelazo dostarczane w formie bryłek, stanowiące od okresu średniowiecza do XVII wieku bardzo ważny produkt eksportowany ze Szwecji (Geijerstam, Nisser 2011: 207). Był on wykonywany ze skalistych rud wytapianych w piecach hutniczych, gdzie w procesie fryszerskim, polegającym na świeżeniu surówki, czyli oczyszczaniu jej z domieszek poprzez ich utlenianie, uzyskiwano plastyczne bryłki o wadze około 300 g. Termin osmund jest odnotowany w zapiskach celnych z Flensburga



used much earlier. Osmund iron was a high quality raw material for further processing, as well as being a product which had a specific weight and value that could easily be taxed. It was because of this that it was used as a means of payment in mining regions, where surpluses of this product were freely sold at local markets by ordinary miners. In contrast, all foreign trade in the late medieval period was entirely controlled by Hanseatic merchants. However, in the early 15th century the amount of osmond iron being exported from Sweden was still small, and it played only a minor role in the supply of iron (Magnusson & Nisser 2011).

In addition to Sweden, we know from archival sources of the period that high quality iron, transported in barrels, was also being exported from the territories of present-day Slovakia – then part of the Kingdom of Hungary (Joachim 1896: 112, 477, 542). Therefore, it is difficult to determine the exact provenance of the iron cargo shipped in barrels.

In order to resolve this issue of provenance, a very large series of dating was carried out on the barrels (Krapiec this volume). Dendrochronological analysis revealed that the barrels had most probably been made in and around Gdańsk using timber supplies from various regions: Eastern Pomerania, as well as east and northeast Poland (possibly even from the Neman basin). This is evinced by the fact that many of the barrels were made from staves of various dendroprovenance.

This confirms that in the early 15th century cooperage was a well-established craft in Gdańsk, a fact linked to the growing demand for containers for commercial goods and products made by local artisans. In Gdańsk's Main Town coopers were one of the principal groups of craftsmen – the first recorded mention of them dating from 1340 (Biskup 1978: 418). In the latter half of the 14th century, 46 master coopers resided in this city (Bogucka 1962: 82).

It can be surmised that iron in the form of nuggets was loaded or reloaded into barrels made in Gdańsk.

V. F. Buchwald attempted to determine the number of nuggets in one of the barrels, having found 240 well-preserved specimens and a further 244 highly corroded fragments inside it. Based on this material, he estimated that one barrel would have weighed 150 kg – a figure obtained by adding up the weight of 480 nuggets of 283 g each and the weight of the barrel itself (Buchwald 2008). A similar weight for a barrel of osmond iron exported from Sweden had earlier been calculated by Nils Björkenstam (1993). However, the problem is that it is difficult to find any significant number of nuggets weighing close to 300 g among the surviving remains of the Copper Ship's cargo, or to accept that the weight of them all, even those inside the barrel, has decreased so drastically as a result of corrosion. Earlier published studies cite a barrel capacity of 51 litres and an estimated weight of around 310 kg (Litwin 1985; Śledź 1986). It has recently been possible to carry out detailed measurements on the concreted contents of a barrel of iron recovered during the course of underwater work in 2011 (W-5/559/11). This complete mass weighed 129.7 kg, whilst 20 individual nuggets were found to

w 1252 r., ale był prawdopodobnie używany znacznie wcześniej. Osmund był wysokiej jakości surowcem do dalszego przetwarzania, a także produktem o specyficznej wadze oraz wartości, który można było łatwo opodatkować. Dlatego też używano go jako środka płatniczego w rejonach górniczych, gdzie nadwyżki tego produktu były dowolnie sprzedawane na lokalnych rynkach przez zwykłych górników. Natomiast cały handel zagraniczny w okresie późnego średniowiecza był całkowicie kontrolowany przez kupców hanzeatyckich. Jednak w początkach XV wieku ilość eksportowanego ze Szwecji osmundu była jeszcze niewielka i produkt ten odgrywał w tym okresie marginalną rolę w dostawach żelaza (Magnusson, Nisser 2011).

Poza Szwecją dysponujemy dla interesującego nas okresu danymi archiwalnymi świadczącymi o tym, że żelazo dobrej jakości eksportowano również z rejonu dzisiejszej Słowacji – ówczesnego Królestwa Węgier (Joachim 1896: 112, 477, 542). Dlatego też jednoznaczne wskazanie miejsca pochodzenia ładunku żelaza przewożonego w beczkach jest trudne do ustalenia.

Między innymi w celu znalezienia odpowiedzi na pytanie o pochodzenie żelaza wykonano bardzo duże serie datowań beczek (Krapiec w niniejszym tomie). Badania dendrochronologiczne pokazały, że beczki zostały sporządzone najprawdopodobniej w Gdańsku i jego okolicach z drewna dostarczanego z różnych regionów: Pomorza Wschodniego, wschodniej i północno-wschodniej części Polski (być może nawet z dorzecza Niemna). Świadectwem tego jest fakt, że dużą ilość beczek sporządzono z klepek o różniącej się dendroproweniencji.

Potwierdza to tylko, że w początkach XV w. rzemiosło bednarskie było w Gdańsku mocno rozwinięte, co miało związek ze wzrastającym zapotrzebowaniem na pojemniki dla wielu wytworów miejscowych rzemieślników oraz towarów handlowych. Na terenie Głównego Miasta bednarze stanowili podstawową grupę rzemieślników – pierwsza wzmianka o nich pochodzi z 1340 r. (Biskup 1978: 418), w II połowie XIV wieku mieszkało tu 46 mistrzów bednarskich (Bogucka 1962: 82).

Można domniemywać, że żelazo metaliczne w formie bryłek załadowywano lub przeładowywano do beczek wytworzonych w Gdańsku.

V. F. Buchwald starał się obliczyć również ilość bryłek w jednej z beczek, znajdując wewnątrz 240 dobrze zachowane oraz 244 silnie skorodowane fragmenty. Na tej podstawie szacował wagę jednej beczki na 150 kg, co wynikało z przeliczenia 480 sztuk bryłek po 283 g każda oraz wagi samej beczki (Buchwald 2008). Podobnie ciężar beczki z osmundem eksportowanej ze Szwecji obliczał wcześniej Nils Björkenstam (1993). Problem jednak polega na tym, że trudno znaleźć w zachowanych pozostałościach ładunku Miedziowca większą serię bryłek o wadze zbliżonej do 300 g, lub też uznać, że wszystkie, nawet te znajdujące się w środku beczki, uległy aż tak znacznemu zmniejszeniu masy wskutek korozji. Dane przytaczane we wcześniejszych opracowaniach mówią o pojemności wynoszącej 51 litrów oraz szacunkowej wadze wynoszącej około 310 kg (Litwin 1985; Śledź 1986). Ostatnio możliwe było wyko-



weigh between 139 and 312 g, hence 227 g on average. On this basis, we can assume that there would have been approximately 570 nuggets inside this barrel.

At present it is not possible to take a larger series of measurements of the contents of the iron-filled barrels, but the above data suggest that they varied greatly in weight.

It is also difficult to identify any comparable discoveries in Europe. There are certain similarities with the cargo of iron found in 1996 on the Egelskär wreck, near Nauvo in western Finland. Research has shown that this ship's load included stoneware pottery, bronze vessels, a Romanesque church bell and whetstones. The pottery dates this shipwreck to 1310–1330. In 2006 a cylindrical barrel was also recovered, standing 90 cm high and with a barrel head diameter of 29 cm. It contained around 2000 small iron bars measuring 8.5–9.6 cm long, 2.0–2.4 cm wide and 0.5–0.8 cm thick. Initially, this cargo was also identified as osmond iron, but currently it is more often described as an indeterminate iron product (Wessman 2007).

### 7.2. WOOD TAR

Another commodity shipped in barrels was wood tar. The barrels filled with tar are more bulbous in shape, and wide in relation to their height. The nature of the product they contained meant that they had to be impermeable (Fig. 23). The height of these barrels ranges from 67 cm to 81 cm, their head diameters ranging from 38 cm to 46.5 cm, with capacities of 69 l to 99 l (Litwin 1985: 47). Fifteen barrels of this type were recorded (Tab. 9).

They were built using 10 to 12 broad staves of a much greater thickness than seen in other barrels, measuring up to 4 cm, decreasing to 1 cm at the point where the barrel heads were fitted. The heads are also accordingly thicker and are often made from two to three elements. There are no holes with pegs in the staves, with only a few featuring bungs of 2 cm in diameter. The barrels were bound by several dozen hazel hoops, one of the barrels being bound in its entirety. They were stowed in similar fashion and locations to the barrels filled with iron.

The first physico-chemical analysis of tar samples revealed that the tar had most probably been made from a variety of tree species (Pompowski 1976), whilst the most recent studies point to coniferous trees having provided the basic raw material (Hołderyn & Langer 2006). Tar and pitch was produced by the destructive dry distillation of wood, initially carried out in pits and later in earth-covered heaps known as mielers. The samples taken from the Copper Ship retain their original properties. Wood tar had a wide variety of applications, from medicinal (e.g. for treating psoriasis) to technical – being used, for example, in the maintenance of ship's hulls and rigging.

Its use aboard ships is attested by a similar barrel recovered from the Bremen Cog, which was filled with wood tar made from coniferous trees from the northern or eastern Baltic coast (Lange 1983). This find is similar to the barrels from the Copper Ship; one of the heads of this barrel bears a merchant's mark, and one of the staves features

nianie szczegółowych pomiarów dla zbrylonej zawartości beczki z żelazem wydobytej w trakcie prac podwodnych w 2011 roku (W-5/559/11). Łączna jej masa wyniosła 129,7 kg, natomiast pomiary wagi 20 bryłek dały wyniki od 139 do 312 g, czyli średnio 227 g. Na tej podstawie możemy przypuszczać, że wewnątrz mieściło się około 570 bryłek.

Aktualnie wykonanie większej ilości pomiarów zawartości beczek z żelazem nie jest możliwe, ale przytoczone dane zdają się wskazywać na dużą rozpiętość ich wagi.

Również trudno wskazać podobne znaleziska w Europie. Znajdziemy pewne analogie do ładunku żelaza odkrytego w 1996 roku we wraku w Egelskär, niedaleko Nauvo w zachodniej Finlandii. Dotychczasowe badania pokazały, że statek ten przewoził ładunek kamionkowych naczyń ceramicznych, naczynia brązowe, romański dzwon kościelny oraz ostrzałki kamienne. Na podstawie odkrytych naczyń ceramicznych okres zatonięcia określa się na lata 1310–1330. W 2006 roku wydobyto również cylindryczną beczkę o wysokości 90 cm i średnicy den 29 cm. Wewnątrz znajdowało się około 2000 niewielkich sztabek żelaznych o wymiarach: długość 8,5-9,6 cm, szerokość 2,0-2,4 cm i grubość 0,5-0,8 cm. Początkowo również ładunek żelaza został określony jako osmund, ale obecnie opisuje się go raczej jako bliżej nieokreślony produkt żelazny (Wessman 2007).

### 7.2. SMOŁA DRZEWNA

Kolejnym towarem przewożonym w beczkach była smoła drzewna. Beczki ze smołą charakteryzuje bardziej pękaty kształt, są one w proporcjach szerokie i niezbyt wysokie, a rodzaj przewożonego ładunku wymagał, aby były szczelne (il. 23). Ich wymiary wynoszą: wysokość od 67 do 81 cm, średnica den od 38 do 46,5 cm, zaś pojemność od 69 do 99 litrów (Litwin 1985: 47). Łącznie odnotowano obecność 15 beczek tego typu (tabela 9).

Do wykonania beczek użyto szerszych klepek, w liczbie od 10 do 12 sztuk. Grubość klepek jest o wiele większa i wynosi do 4 cm, zmniejszając się do 1 cm w miejscu montowania denek. Również denka są odpowiednio grubsze i niejednokrotnie składają się z 2-3 elementów. W klepkach brak otworów z kołkami, tylko w niektórych widoczne są szpuncy o średnicy 2 cm. Beczki były opasane kilkunastoma-kilkudziesięcioma leszczynowymi obejmami. Jedna z beczek była nimi opasana w całości. Miejsce oraz sposób załadunku były podobne jak w przypadku beczek z żelazem.

Pierwsze analizy fizykochemiczne próbek smoły wskazywały, że została ona wykonana najprawdopodobniej z drzew mieszanych (Pompowski 1976), natomiast ostatnie wskazują na drzewa iglaste jako podstawowy surowiec (Hołderyn, Langer 2006). Produkcja smoły, dziegieciu i mazi polegała na suchej destylacji rozkładowej drewna, wykonywanej początkowo w dołach, potem w mielerzach. Pobrane z Miedziowca próbki zachowały swoje pierwotne własności. Smoła drzewna posiadała w dawnych czasach wiele zastosowań, od leczniczych, np. w przypadku łuszczycy skóry, do technicznych – stosowano ją m.in. do bieżącej konserwacji kadłubów oraz takielunku statków.



Fig. 23. Restored tar barrels recovered from the Copper Ship:  
1 – CMM/HŻ/2558; 2 – CMM/HŻ/507; 3 – CMM/HŻ/508; 4 – CMM/HŻ/509 (photo: NMM Photography Unit).

Il. 23. Zrekonstruowane beczki ze smołą wydobyte z Miedziowca:  
1 – CMM/HŻ/2558; 2 – CMM/HŻ/507; 3 – CMM/HŻ/508; 4 – CMM/HŻ/509 (fot. Pracownia Fotograficzna NMM).

a large, rectangular hole in the middle. The Bremen Cog barrel measures 74 cm high, and 51.5 cm in diameter, with a weight of 120 kg (Ellmers 1995: 211, Abb. 4).

Dendrochronological analysis indicates that – like the barrels used for shipping iron – the barrels filled with tar had most probably been made in and around Gdańsk from timber supplied from various regions (Krapiec this volume).

### 7.3. POTASH

In several earlier studies mention was made of potash being transported aboard the Copper Ship (Śledź 1986). At present it is difficult to verify this information, as in most cases the contents of individual barrels are no longer extant. In site logbooks potash is mentioned only once – having been recorded in barrel W-5/513/81, which was assembled from staves of 750 mm in length and had heads of 300 mm in diameter. The components of this barrel were used in the restoration of three other barrels. Potash, in other words potassium carbonate, is obtained by leaching wood ashes with water. The best grade potash is made from high quality hardwood ash from species such as oak, birch and beech. It has been widely used since antiquity in the production of soap, glass and ceramics, as well as for bleaching textiles and as a fertiliser (Dembińska & Podkowińska 1978: 101–112).

### 8. MERCHANTS' MARKS

Numerous merchants' marks feature on the barrels recovered from the Copper Ship. Several dozen of these carved marks were recorded on barrel heads and staves (Figs. 24–32). They are of very varied designs, some taking the form of geometric figures, others comprising a combination of mostly straight and broken lines. These incised lines were often executed with little attention to detail, and equally often the marks are now indistinct or survive only in fragmentary form, making it difficult to study them. Some merchants' marks cover the entire surface of a barrel head, measuring up to several dozen centimetres in height, others being limited to the width of a single stave and measuring only several centimetres high. It is a curious fact that multiple merchants' marks occur on some barrels whilst others are entirely unmarked. It is possible that the former instance reflects the repeated reuse of a barrel or individual stave.

Analysis of merchants' marks from the Copper Ship is complicated by the fact that many of the barrels have been restored using components from other wooden containers.

It is currently thought that the marks incised on these barrels were a means of identifying goods. By using these marks, in the event of a disaster at sea or the seizure of a ship, merchants/shareholders could pursue their claims to commodities. Attempts have previously been made to link some of the marks noted on barrels found aboard the Copper Ship to merchants, principally from Toruń and Gdańsk, active in the late 14th and 15th centuries (Śledź 1979). Attempts to verify these theories based on more detailed data, such as that regarding the date of the Copper

O tym ostatnim przeznaczeniu może świadczyć podobna beczka znaleziona we wraku kogi bremeńskiej, wypełniona smołą drzewną z lasów iglastych z północnych lub wschodnich wybrzeży Bałtyku (Lange 1983). Była podobna do beczek z Miedziowca, na jednym denku wyryto merk, jedna z klepek miała w środku duży prostokątny otwór, a wymiary jej były następujące: wysokość 74 cm, średnica 51,5 cm i waga 120 kg (Ellmers 1995: 211, Abb. 4).

Analizy dendrochronologiczne wskazują, że – podobnie jak w przypadku beczek, w których przewożono żelazo – beczki zawierające smołę najprawdopodobniej wykonano w Gdańsku i okolicach z drewna dostarczanego z różnych regionów (Krapiec w niniejszym tomie).

### 7.3. POTAZ

W kilku wcześniejszych opracowaniach wspomniano także, że na statku przewożony był potaż (Śledź 1986). W chwili obecnej trudno te informacje zweryfikować, gdyż zawartość poszczególnych beczek w większości przypadków nie zachowała się. W dziennikach polowych tylko raz wyraźnie odnotowano potaż – w przypadku beczki o numerze inwentarza W-5/513/81. Wykonano ją z klepek o wysokości 750 mm oraz denek o średnicy 300 mm. Elementy tego zabytku zostały wykorzystane do prac rekonstrukcyjnych przy trzech innych beczkach. Potaż, czyli węglan potasu, otrzymywany był poprzez ługowanie popiołu drzewnego wodą. Najlepszy gatunkowo potaż produkowano z wysokiej jakości popiołu drzewnego z twardego drewna – dąb, brzoza, buk. Był on od starożytności powszechnie stosowany przy produkcji mydła, szkła, wyrobów ceramicznych, do bielenia tkanin oraz jako nawóz (Dembińska, Podkowińska 1978: 101–112).

### 8. MERKI

Na denkach oraz na klepkach bocznych beczek wyryte zostały liczne merki. Ogółem zachowało się ich kilkadziesiąt (il. 24–32), a cechuje je znaczna różnorodność form. Niektóre mają kształt figur geometrycznych, inne są kombinacją głównie prostych i łamanych kresek. Znaki wycinano często niezbyt precyzyjnie, a równie często rysunek uległ zatarciu lub przetrwał zachowany fragmentarycznie, co utrudnia analizę. Niektóre merki pokrywają całą powierzchnię denka, dochodząc do kilkudziesięciu centymetrów wysokości, inne zaś mieszczą się na szerokości klepki, osiągając wysokość kilku centymetrów. Zastanawiający jest fakt występowania na niektórych beczkach większej liczby merków, podczas gdy inne nie są oznakowane. Nie jest wykluczone, że w pierwszym przypadku mamy do czynienia z wielokrotnym użyciem tej samej beczki albo klepki.

W przypadku Miedziowca wykonanie analiz utrudnia również fakt, że duża część beczek została zrekonstruowana przy wykorzystaniu elementów składowych z innych pojemników drewnianych.

Obecnie uważa się, że znaki wyryte na beczkach reprezentują typ merków towarowych. Posługując się takimi właśnie merkami, kupcy-udziałowcy – w razie katastrofy lub zajęcia statku – dochodzili swych praw do towaru. Wcze-



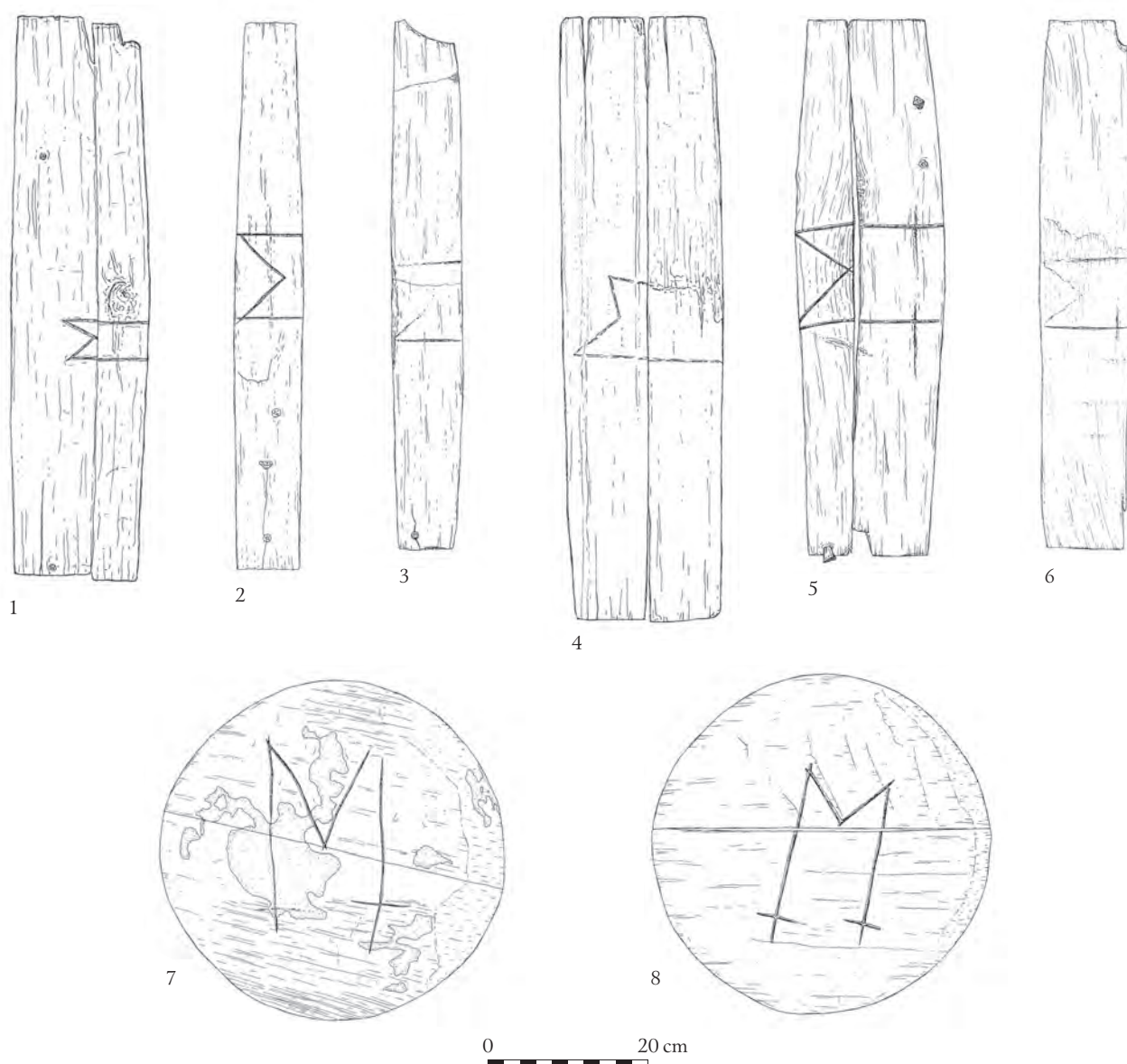


Fig. 24. Merchants' marks on barrel staves and heads: 1 – CMM/HŻ/2550; 2 – CMM/HŻ/2561; 3 – W-5/376/75; 4 – CMM/HŻ/2556; 5 – CMM/HŻ/2504; 6 – CMM/HŻ/2504; 7 – CMM/HŻ/505; 8 – CMM/HŻ/2609 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 24. Merki na klepkach i denkach od beczek: 1 – CMM/HŻ/2550; 2 – CMM/HŻ/2561; 3 – W-5/376/75; 4 – CMM/HŻ/2556; 5 – CMM/HŻ/2504; 6 – CMM/HŻ/2504; 7 – CMM/HŻ/505; 8 – CMM/HŻ/2609 (rys. P. Dziewanowski).

Ship's sinking, have been unsuccessful. Currently held opinion maintains that the owners of the goods aboard the Copper Ship may have come from Gdańsk, though only one of the merchants' marks has been identified as that of Johann Pilge – representative of the *Großschäffer* of Königsberg, who traded copper in Bruges and was also active in Gdańsk (Możejko this volume).

This is not the only possible explanation. In an earlier study of merchants' marks from the Copper Ship, Edward Śledź highlighted that their use was not limited solely to commercial transactions (Śledź 1979). He also raised the issue of recognising these marks as ones that denoted ownership, identifying either the merchants who exported

śniej próbowano łączyć niektóre ze znaków z Miedziowca z aktywnymi pod koniec XIV oraz w XV wieku kupcami, głównie z Torunia i Gdańska (Śledź 1979). Weryfikacja tych ustaleń w oparciu o bardziej precyzyjne dane, dotyczące m.in. daty zatonięcia Miedziowca, nie przyniosła ich potwierdzenia. Obecnie ciągle przypuszcza się, iż właściciele towarów wiezionych na Miedziowcu mogli pochodzić z Gdańska, ale zidentyfikowano tylko jeden z gmerków jako znak Johanna Pilge – przedstawiciela wielkiego szafarza królewieckiego, handlującego w Brugii miedzią, działającego także w Gdańsku (Możejko w niniejszym tomie).

Nie jest to jedyne możliwe wytłumaczenie. We wcześniejszym opracowaniu traktującym o merkach z Mie-

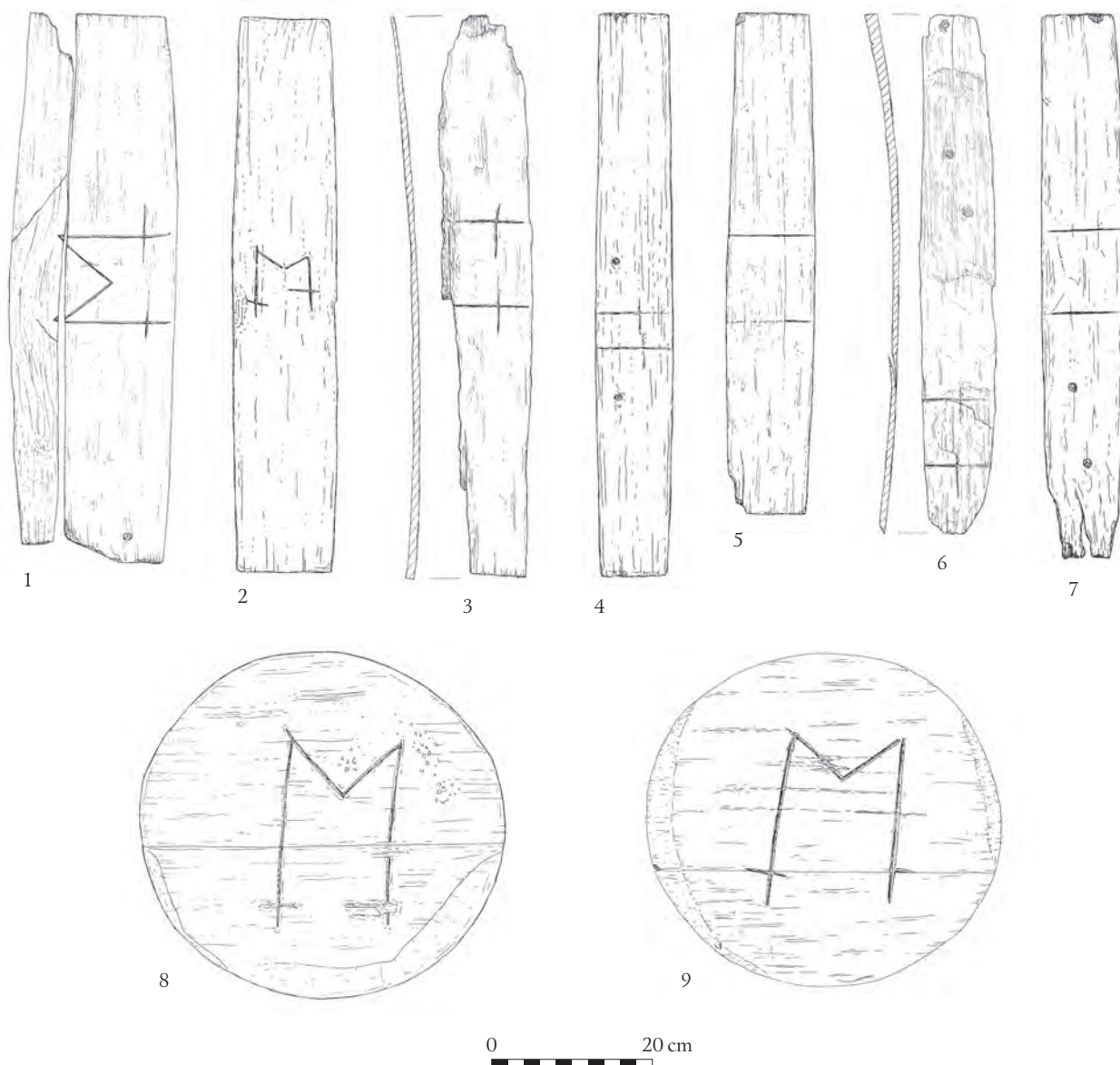


Fig. 25. Merchants' marks on barrel staves and heads: 1 – CMM/HŻ/2610; 2 – CMM/HŻ/515; 3 – CMM/HŻ/NW/1734; 4 – CMM/HŻ/2561; 5 – W-5/237/75; 6 – n/n; 7 – W-5/459/75; 8 – W-5/11/72; 9 – CMM/HŻ/2558 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 25. Merki na klepkach i denkach od beczek: 1 – CMM/HŻ/2610; 2 – CMM/HŻ/515; 3 – CMM/HŻ/NW/1734; 4 – CMM/HŻ/2561; 5 – W-5/237/75; 6 – n/n; 7 – W-5/459/75; 8 – W-5/11/72; 9 – CMM/HŻ/2558 (rys. P. Dziewanowski).

these goods, or those who were to receive them – examples of both instances can be found in the literature (Homeyer 1870). Moreover, a single merchant may well have used several different marks rather than just one.

At least some of the marks in the form of straight lines may have signified quantities or batches of goods, or may have been related to the quality control of products intended for use as packaging – an idea postulated at Hanseatic assemblies – Gdańsk having undertaken to control and mark all barrels produced in the city's cooperages (Bogucka 1962: 101). However, until a larger number of marks can be attributed to specific historical figures (owners), these questions will remain unanswered.

dziowca Edward Śledź podkreślał, że zastosowanie merków kupieckich nie ograniczało się tylko do sfery transakcji handlowych (Śledź 1979). Merki mogły być znakami własnościowymi kupców wysyłających towar, ale także odbiorców – w literaturze przedmiotu możemy znaleźć przykłady potwierdzające zarówno pierwszą, jak i drugą możliwość (Homeyer 1870). Ponadto kupiec mógł stosować nie jeden, lecz kilka merków.

Przynajmniej niektóre znaki, w postaci prostych kresek, mogą być oznaczeniem ilości albo partii lub mogą mieć związek z postulowanymi na zjazdach hanzeatyckich kontrolami jakości wyrobów przeznaczonych na opakowania, Gdańsk bowiem zobowiązywał się do kontrolowania i ce-

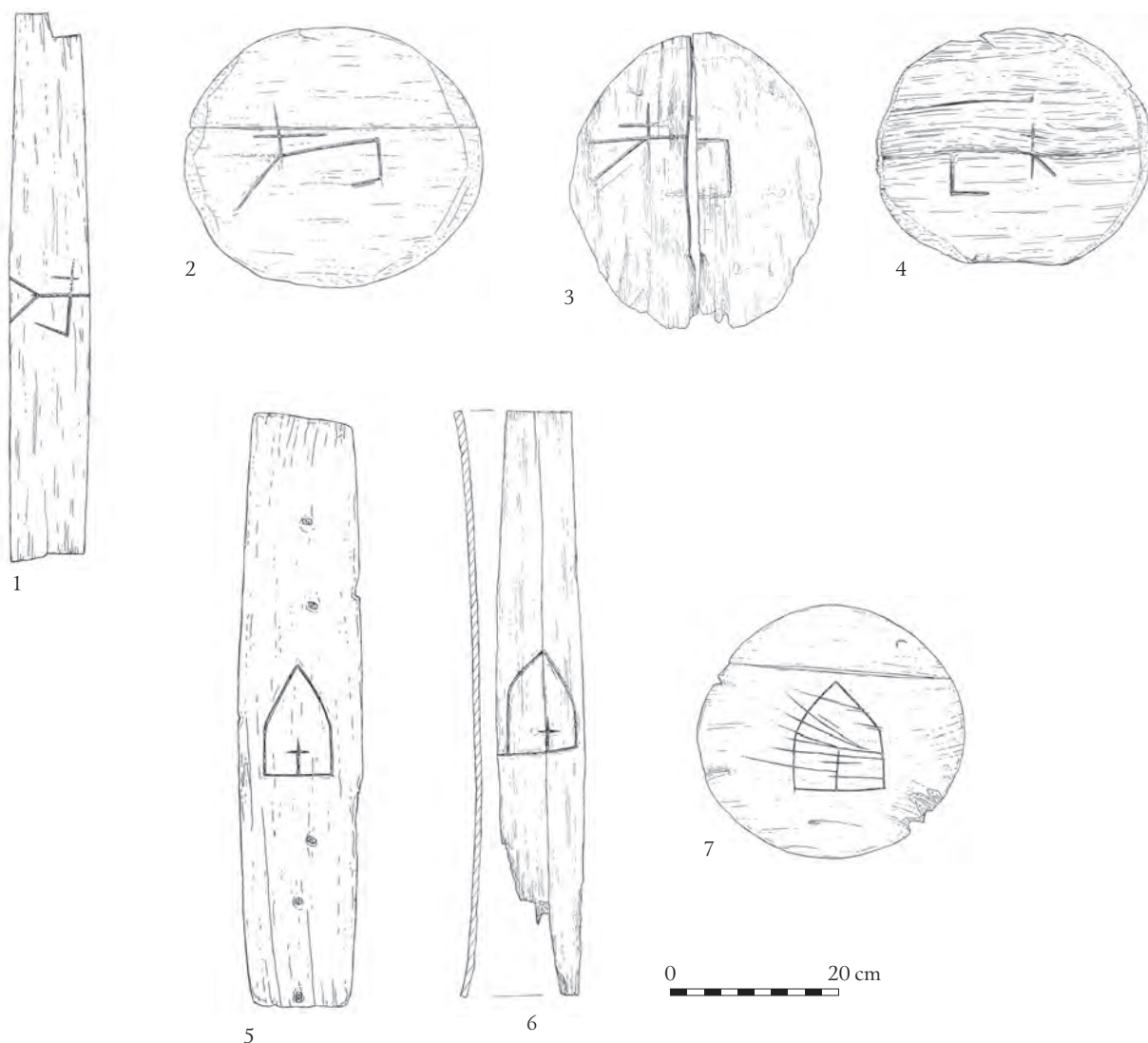


Fig. 26. Merchants' marks on barrel staves and heads: 1 – CMM/HŻ/2553; 2 – CMM/HŻ/524; 3 – W-5/403/75; 4 – CMM/HŻ/514; 5 – CMM/HŻ/515; 6 – CMM/HŻ/NW/1781; 7 – W-5/515/81 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 26. Merki na denku i klepkach od beczek: 1 – CMM/HŻ/2553; 2 – CMM/HŻ/524; 3 – W-5/403/75; 4 – CMM/HŻ/514; 5 – CMM/HŻ/515; 6 – CMM/HŻ/NW/1781; 7 – W-5/515/81 (rys. P. Dziewanowski).

The collated illustrations suggest that if we assume that all of these marks denote ownership, we would be dealing with a group of 28 merchants. In one case, the same mark appears on barrels of iron and wood tar and inside bundles of iron bars (Figs. 8 & 27), whilst in two other instances a mark noted on a barrel of iron also features on bundles of iron bars (Figs. 8 & 28.1), and one seen on a barrel of iron also occurs on a long plank (Figs. 15 & 29.3).

chowania wszystkich beczek wychodzących z bednarskich warsztatów (Bogucka 1962: 101). Jednak dopóki większej ilości merków nie uda się przyporządkować konkretnym postaciom historycznym właścicieli, pytania te pozostaną bez odpowiedzi.

Zebrany materiał ilustracyjny wskazuje, że gdyby uznać wszystkie merki za znaki własnościowe, to mielibyśmy do czynienia z grupą 28 kupców. Natomiast w jednym przypadku ten sam znak powtarza się na beczkach z żelazem, ze smołą drzewną i na wiązkach sztab żelaznych (il. 8, il. 27) natomiast w innych na beczce z żelazem i wiązkach sztab (il. 8, il. 28.1) oraz beczce z żelazem i klepcie długiej (il. 15 i il. 29.3).



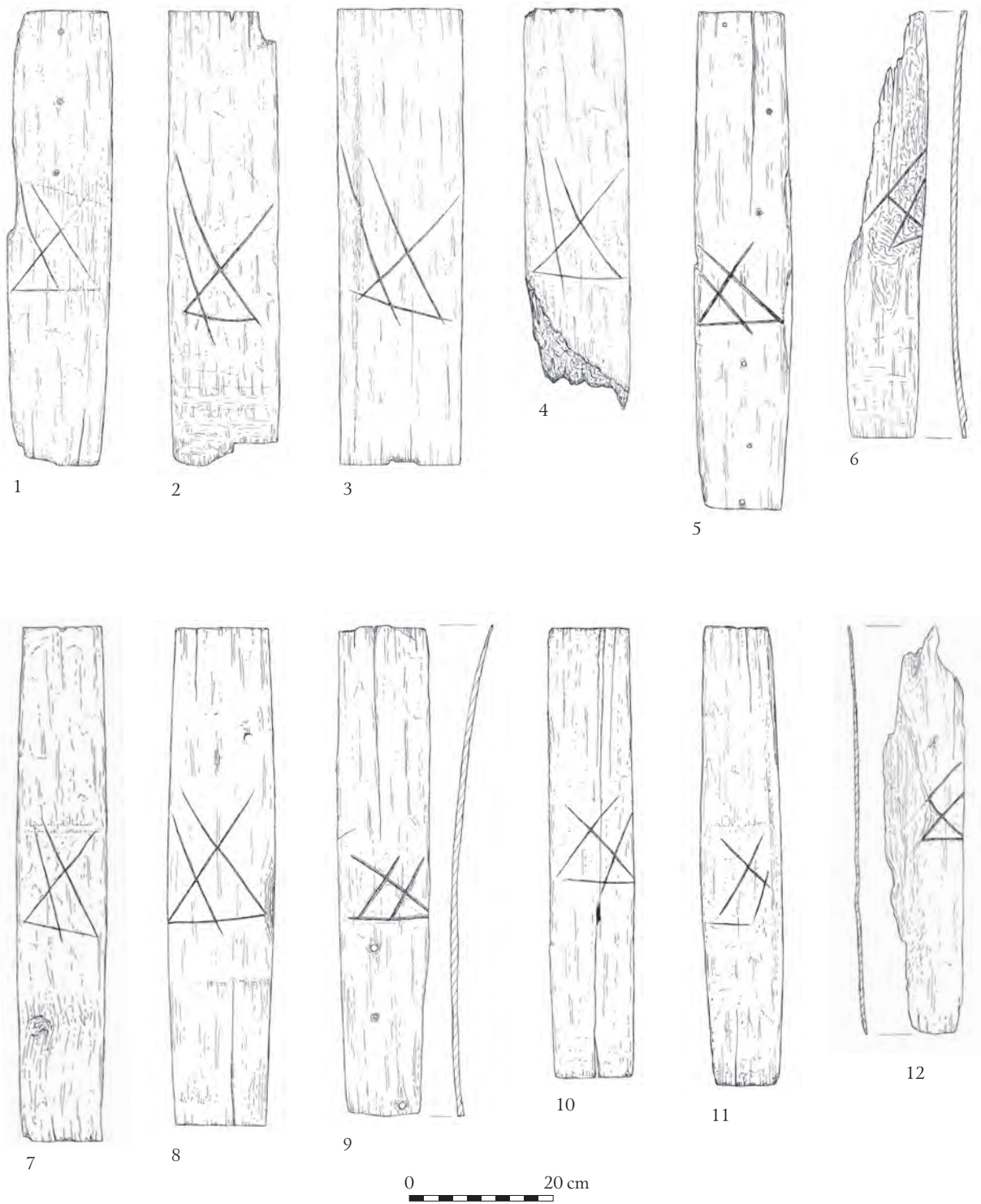


Fig. 27. Merchants' marks on barrel staves: 1 – W-5/237/75; 2 – CMM/HŻ/509; 3 – CMM/HŻ/507; 4 – n/n; 5 – 376/15; 6 – CMM/HŻ/NW/1600; 7 – W-5/ 376/17/75; 8 – CMM/HŻ/522; 9 – CMM/HŻ/514; 10 – W-5/423/75; 11 – W-5/459/75; 12 – CMM/HŻ/NW/1827 (drawing by P. Dziewanowski)

Il. 27. Merki na klepkach od beczek: 1 – W-5/237/75; 2 – CMM/HŻ/509; 3 – CMM/HŻ/507; 4 – n/n; 5 – 376/15; 6 – CMM/HŻ/NW/1600; 7 – W-5/ 376/17/75; 8 – CMM/HŻ/522; 9 – CMM/HŻ/514; 10 – W-5/423/75; 11 – W-5/459/75; 12 – CMM/HŻ/NW/1827 (rys. P. Dziewanowski).

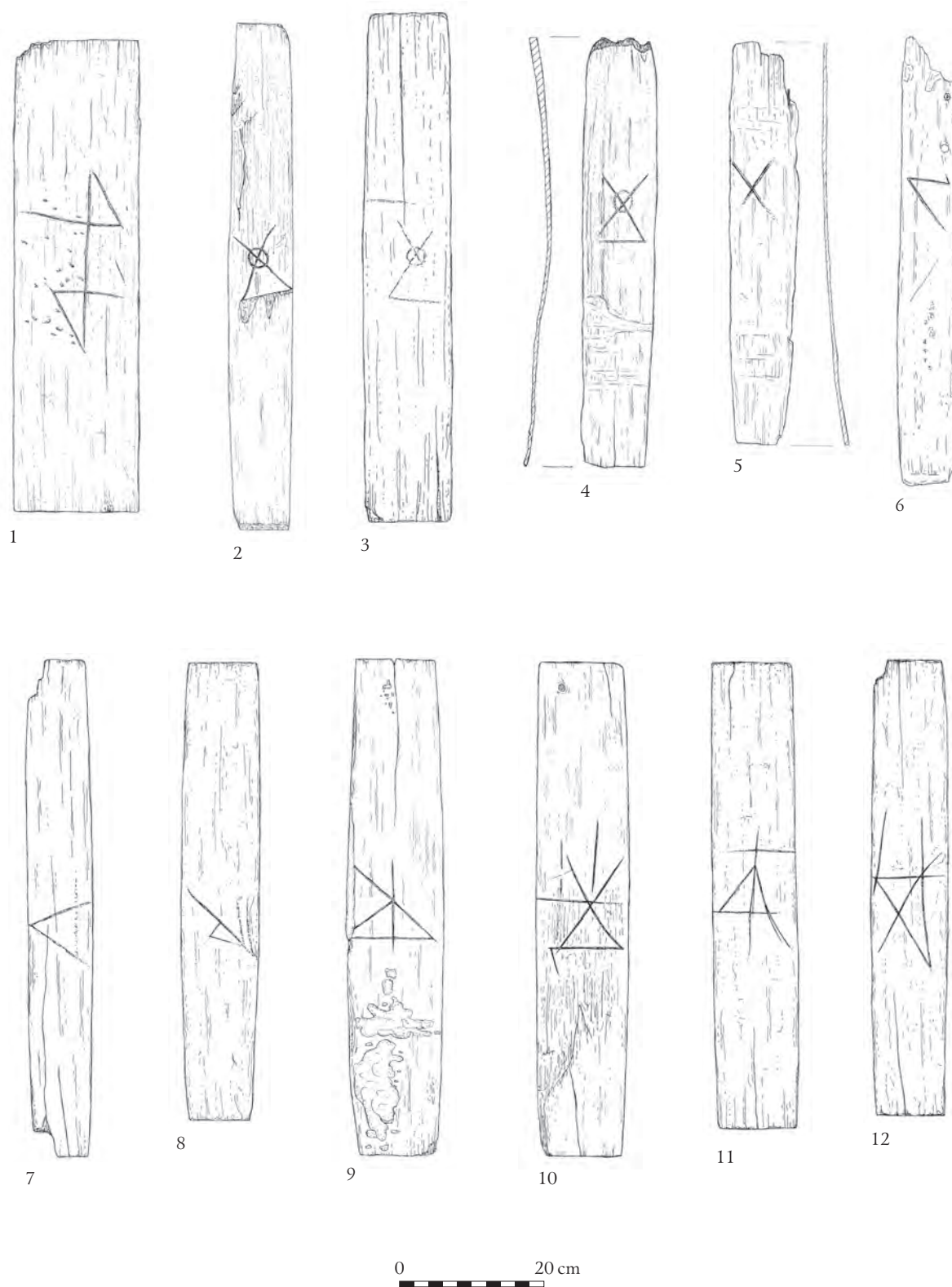


Fig. 28. Merchants' marks on barrel staves: 1 – CMM/HŻ/508; 2 – W-5/520/81; 3 – CMM/HŻ/2561; 4 – CMM/HŻ/NW/1683; 5 – CMM/HŻ/NW/1631; 6 – CMM/HŻ/NW/1464; 7 – W-5/376/75; 8 – W-5/459/75; 9 – CMM/HŻ/522; 10 – CMM/HŻ/2610; 11 – W-5/459/75; 12 – W-5/237/75 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 28. Merki na klepkach od beczek: 1 – CMM/HŻ/508; 2 – W-5/520/81; 3 – CMM/HŻ/2561; 4 – CMM/HŻ/NW/1683; 5 – CMM/HŻ/NW/1631; 6 – CMM/HŻ/NW/1464; 7 – W-5/376/75; 8 – W-5/459/75; 9 – CMM/HŻ/522; 10 – CMM/HŻ/2610; 11 – W-5/459/75; 12 – W-5/237/75 (rys. P. Dziewanowski).

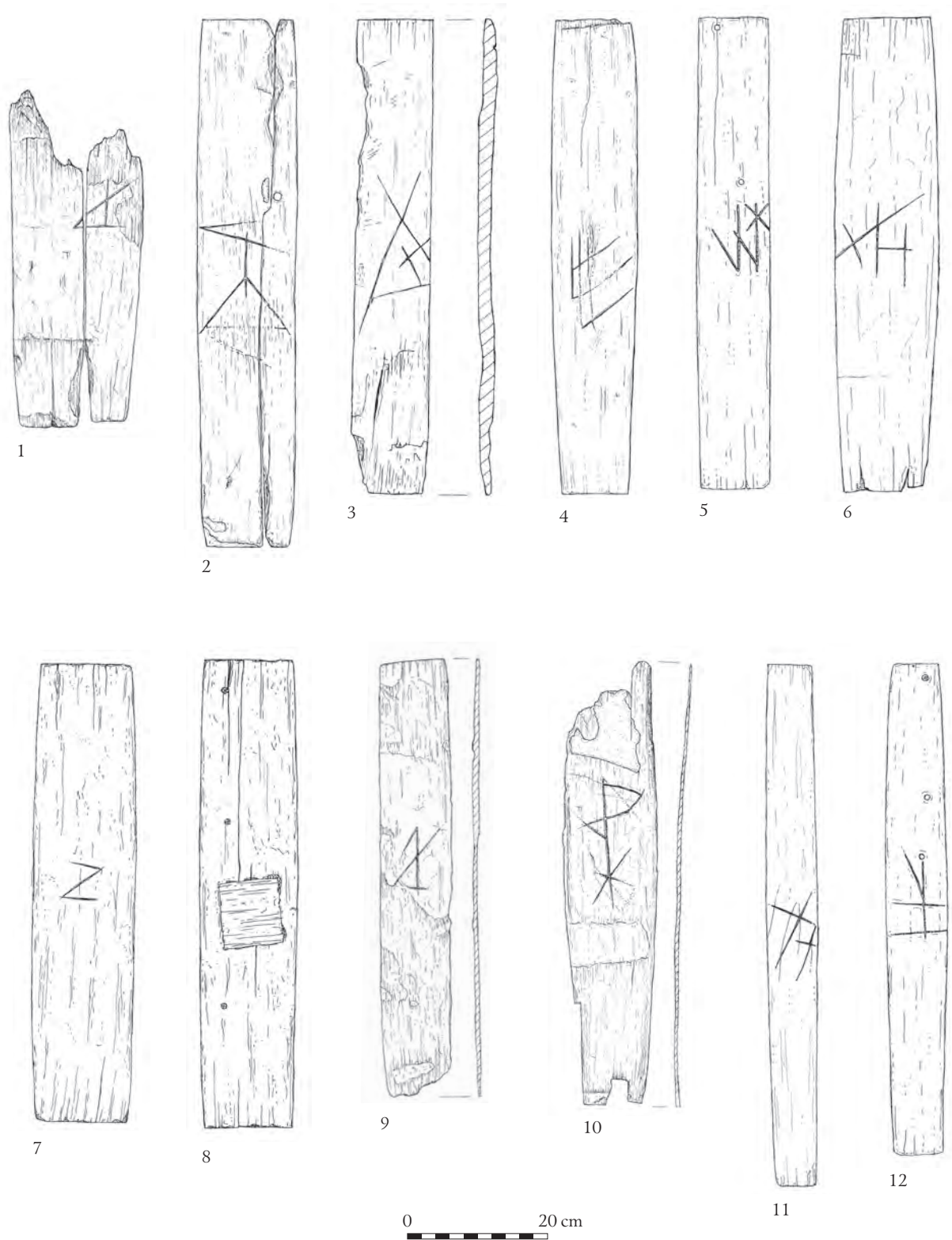


Fig. 29. Merchants' marks on barrel staves: 1 – W-5/518/81; 2 – CMM/HŻ/525; 3 – CMM/HŻ/NW/1481; 4 – CMM/HŻ/2610; 5 – CMM/HŻ/524; 6 – CMM/HŻ/2551; 7 – W-5/273/75; 8 – W-5/273/75; 9 – CMM/HŻ/NW/1746; 10 – CMM/HŻ/NW/1802; 11 – CMM/HŻ/2556; 12 – CMM/HŻ/524 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 29. Merki na klepkach od beczek: 1 – W-5/518/81; 2 – CMM/HŻ/525; 3 – CMM/HŻ/NW/1481; 4 – CMM/HŻ/2610; 5 – CMM/HŻ/524; 6 – CMM/HŻ/2551; 7 – W-5/273/75; 8 – W-5/273/75; 9 – CMM/HŻ/NW/1746; 10 – CMM/HŻ/NW/1802; 11 – CMM/HŻ/2556; 12 – CMM/HŻ/524 (rys. P. Dziewanowski).



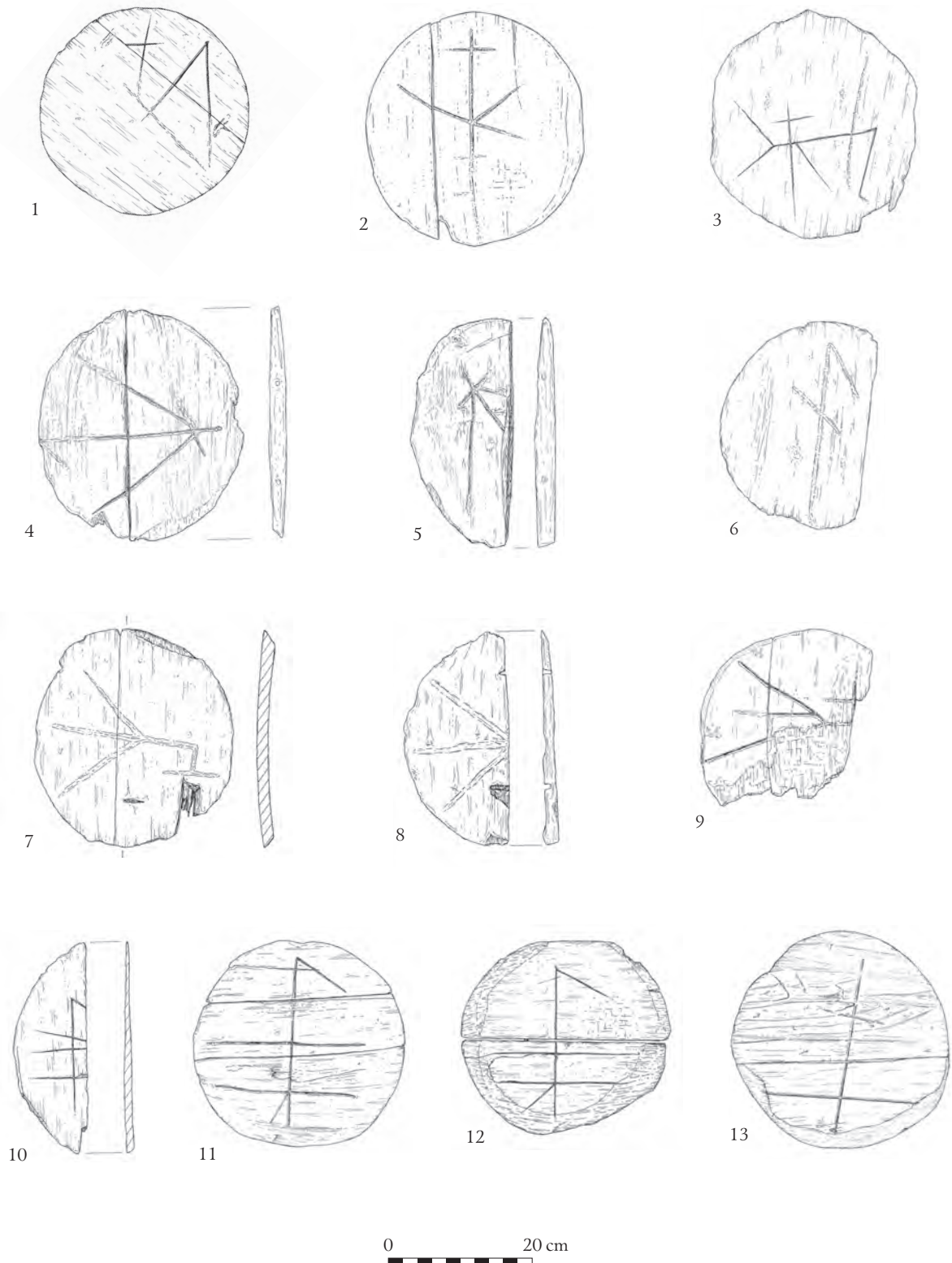


Fig. 30. Merchants' marks on barrel heads: 1 – W-5/459/46; 2 – W-5/515/81; 3 – CMM/HŻ/NW/1708; 4 – W-5/403/75; 5 – W-5/403/75; 6 – CMM/HŻ/2554; 7 – W-5/378/2/75/4; 8 – W-5/387/2/75; 9 – CMM/HŻ/NW/1709; 10 – W-5/409/75; 11 – barrel reconstruction 4; 12 – W-5/375/4/75; 13 – W-5/513/81 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 30. Merki na denkach od beczek: 1 – W-5/459/46; 2 – W-5/515/81; 3 – CMM/HŻ/NW/1708; 4 – W-5/403/75; 5 – W-5/403/75; 6 – CMM/HŻ/2554; 7 – W-5/378/2/75/4; 8 – W-5/387/2/75; 9 – CMM/HŻ/NW/1709; 10 – W-5/409/75; 11 – beczka rekonstrukcja 4; 12 – W-5/375/4/75; 13 – W-5/513/81 (rys. P. Dziewanowski).

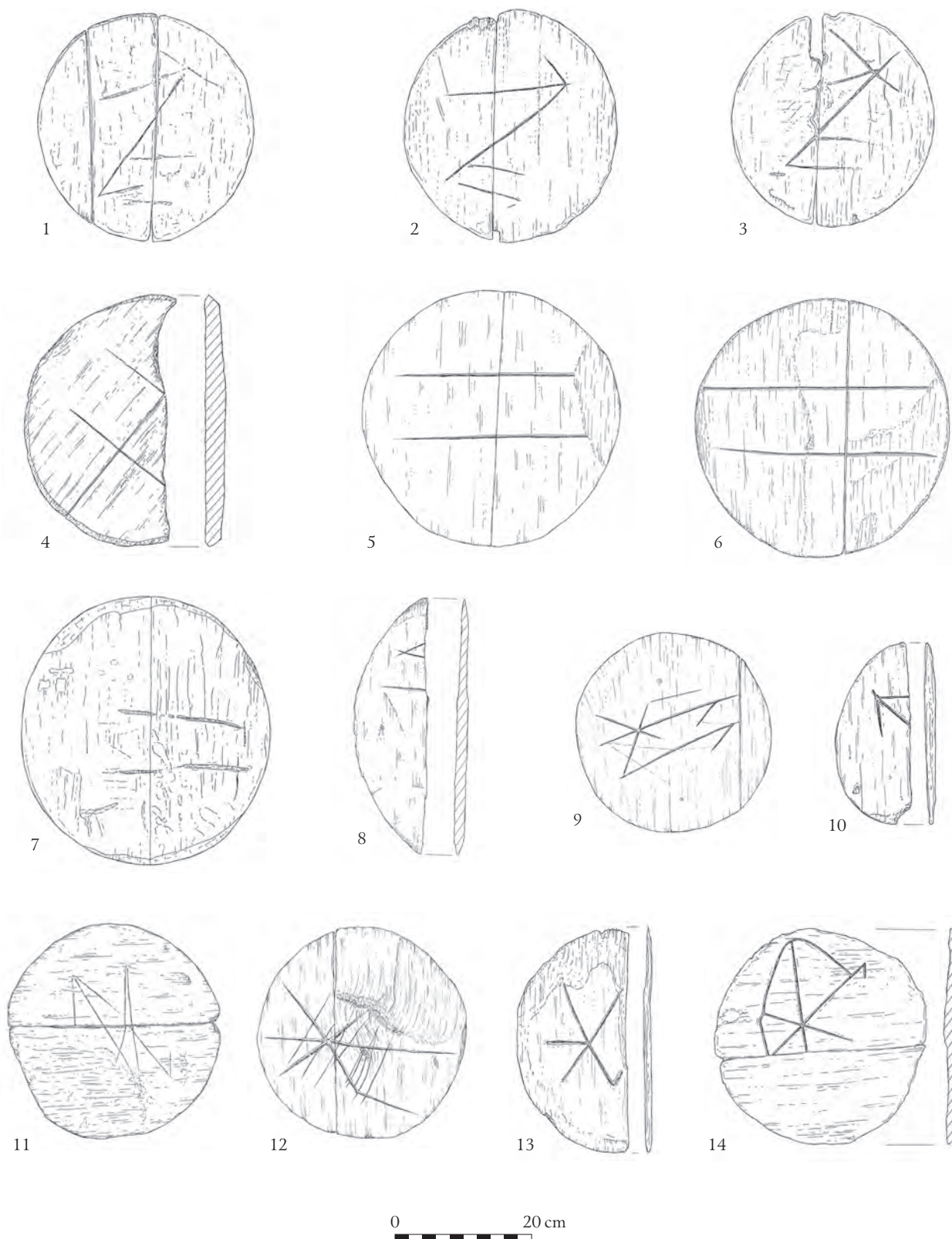


Fig. 31. Merchants' marks on barrel heads: 1 – CMM/HŻ/523; 2 – CMM/HŻ/524; 3 – CMM/HŻ/523; 4 – CMM/HŻ/NW/1384/1, CMM/HŻ/NW/1384/2; 5 – CMM/HŻ/507; 6 – CMM/HŻ/507; 7 – CMM/HŻ/2549; 8 – W-5/373/2/75; 9 – W-5/459/46; 10 – CMM/HŻ/1466; 11 – W-5/459/3/75; 12 – W-5/376/7/75; 13 – CMM/HŻ/1468/3; 14 – W-5/459/57 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 31. Merki na denkach od beczek: 1 – CMM/HŻ/523; 2 – CMM/HŻ/524; 3 – CMM/HŻ/523; 4 – CMM/HŻ/NW/1384/1, CMM/HŻ/NW/1384/2; 5 – CMM/HŻ/507; 6 – CMM/HŻ/507; 7 – CMM/HŻ/2549; 8 – W-5/373/2/75; 9 – W-5/459/46; 10 – CMM/HŻ/1466; 11 – W-5/459/3/75; 12 – W-5/376/7/75; 13 – CMM/HŻ/1468/3; 14 – W-5/459/57 (rys. P. Dziewanowski).

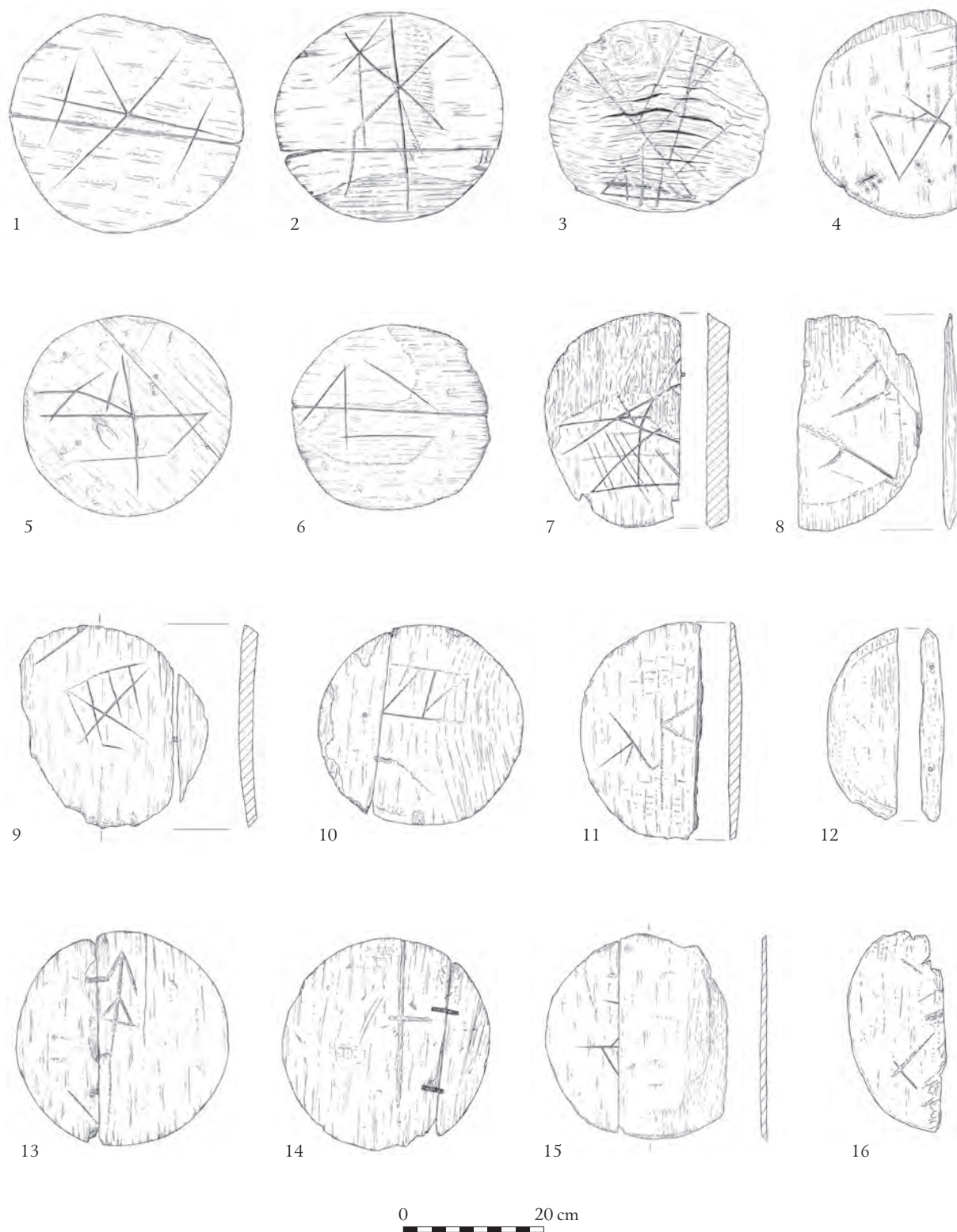


Fig. 32. Merchants' marks on barrel heads: 1 – CMM/HŻ/552; 2 – W-5/376/14/75; 3 – CMM/HŻ/NW/1707; 4 – CMM/HŻ/2554; 5 – W-5/276/75; 6 – CMM/HŻ/520; 7 – CMM/HŻ/NW/1380; 8 – CMM/HŻ/NW/1469; 9 – W-5/512/81; 10 – W-5/276/75; 11 – CMM/HŻ/NW/1625; 12 – W-5/593/12; 13 – W-5/459/23/75; 14 – W-5/108; 15 – W-5/376/11/75; 16 – W-5/377/36/75 (drawing by P. Dziewanowski).

Il. 32. Merki na denkach od beczek: 1 – CMM/HŻ/552; 2 – W-5/376/14/75; 3 – CMM/HŻ/NW/1707; 4 – CMM/HŻ/2554; 5 – W-5/276/75; 6 – CMM/HŻ/520; 7 – CMM/HŻ/NW/1380; 8 – CMM/HŻ/NW/1469; 9 – W-5/512/81; 10 – W-5/276/75; 11 – CMM/HŻ/NW/1625; 12 – W-5/593/12; 13 – W-5/459/23/75; 14 – W-5/108; 15 – W-5/376/11/75; 16 – W-5/377/36/75 (rys. P. Dziewanowski).



## 9. SUMMARY

The Copper Ship's cargo, as described herein, suggests that this vessel was mostly carrying goods in transit, passing through the port of Gdańsk in the 1410s, having arrived from distant regions of Europe. One such commodity was doubtless copper from mines in Slovakia, and wax shipped from Podolia or Ruthenia. Iron, shipped in three forms, accounted for the largest proportion of the cargo, and was also the subject of long-distance trade. In this instance, the provenance of the iron cannot be conclusively ascertained, though it is suspected that it may have come from Slovakian or Swedish mines. The last group of goods comprises oak boards of two varieties. Dendrochronological analysis indicates that they came from Gdańsk's immediate economic hinterland or were transported by river, most probably from northern Poland, and possibly also from the Neman basin. The smallest group of goods is represented by potash and bundles of organic material, of which little can be said at present.

Attempts at estimating the weight of cargo being shipped indicate that at least 26,047.3 kg of goods were recovered, of which copper ingots account for 1361.6 kg, iron bars tied in bundles – 10,458 kg (63 x 166 kg), flat iron bars in bundles – 1870 kg (11 x 170 kg), wax – 10 kg, long planks – 883.2 kg (96 x 9.2 kg), short planks – 364.5 kg (243 x 1.5 kg), barrels of iron – 6600 kg (44 barrels x 150 kg), barrels of tar with potash – 2250 kg (15 barrels x 150 kg) and barrels whose contents cannot be determined based on extant documentation – 2250 kg (15 specimens x 150 kg). This amounts to 26.26% of the 99-ton load capacity calculated for the reconstructed hull of the Copper Ship (Żrodowski this volume).

Merchants' marks carved on goods and the manner in which the cargo was stowed show that the products aboard the Copper Ship belonged to numerous merchants, though no doubt many of them were shipping various commodities at once. These findings are consistent with what is known about the organisation, subject and scope of maritime trade plied by Prussian cities in the early 15th century. However, identifying the owners of these goods requires a broader study to be undertaken.

The cargo recovered from the Copper Ship allows for one more observation to be made. The analyses carried out demonstrate that most of the goods being shipped in barrels were most probably repacked in the port of Gdańsk. Meanwhile, measurements taken of the cargo point to large fluctuations and diversity in terms of size and weight, both of the barrels in which goods were transported and of the bundles, copper ingots and oak boards. It is difficult to identify the existence of any standardised metric sizes based on the commodities aboard the Copper Ship; there is a large degree of variation in the weights and sizes of individual product types. This suggests that barrels and bundles were not packed according to a strictly prescribed weight, as they would have had to be repacked at the port because of the need to classify them in terms of their quality and size, and to pay applicable duties.

## 9. PODSUMOWANIE

Przedstawiony opis ładunku Miedziowca wskazuje, że statek przewoził w dużej mierze towary tranzytowe, które przechodziły w pierwszej dekadzie XV w. przez port gdański i były transportowane z dalszych rejonów Europy. Takim towarem była bez wątpienia miedź, pochodząca z kopalni słowackich oraz wosk, transportowany z terenów Podola lub Rusi. Największą zachowaną partię ładunku stanowiło żelazo metaliczne, przewożone w formie trzech sortymentów, również będące przedmiotem handlu dalekosiężnego. W tym przypadku nie jesteśmy obecnie w stanie podać z całą pewnością miejsca pochodzenia produktu, przypuszczając, że mogły nim być kopalnie słowackie lub szwedzkie. Ostatnią grupę towarów stanowiły klepki dębowe dwóch rodzajów. Analizy dendrochronologiczne wskazują, że zostały one pozyskane w najbliższym zapleczu gospodarczym Gdańska lub były transportowane rzekami, najprawdopodobniej z okolic Polski północnej, być może także z dorzecza Niemna. Najmniejszą grupę towarów stanowiły potaż oraz wiązki materiału organicznego, o których możemy w chwili obecnej niewiele powiedzieć.

Próby oszacowania masy przewożonego ładunku wskazują, że wydobyto co najmniej 26 047,3 kg towarów, z czego 1361,6 kg wlewek miedzi, 10 458 kg sztab żelaznych w wiązkach (63 x 166 kg), 1870 kg płaskowników żelaznych w wiązkach (11 x 170 kg), 10 kg wosku, 883,2 kg klepek długich (96 x 9,2 kg), 364,5 kg klepek krótkich (243 x 1,5 kg), 6600 kg żelaza w beczkach (44 beczki x 150 kg), 2250 kg smoły z potażem w beczkach (15 beczek x 150 kg) oraz 2250 kg beczek (15 sztuk x 150 kg), dla których nie można wskazać na podstawie zachowanej dokumentacji rodzaju zawartości. Stanowi to 26,26% nośności, obliczonej dla kadłuba Miedziowca na 99 ton (Żrodowski w niniejszym tomie).

Znaki własnościowe wyryte na towarach oraz sposób zaształowania ładunku świadczą o tym, że towary z Miedziowca były własnością wielu kupców, natomiast na pewno wielu z nich przewoziło jednocześnie różne towary. Dane te są zbieżne z informacjami na temat organizacji oraz przedmiotu i zasięgu handlu morskiego miast pruskich w początkach XV wieku. Natomiast identyfikacja właścicieli wymaga podjęcia szerszych studiów.

Ładunek wydobyty z Miedziowca pozwala na jeszcze jedno spostrzeżenie. Przeprowadzone analizy pokazały, że większość towarów przewożonych w beczkach była najprawdopodobniej przepakowywana w porcie gdańskim. Natomiast wykonane pomiary ładunku wskazują na duże wahania i różnorodności w zakresie wielkości i masy zarówno beczek, w których przewożono towary, jak i wiązek, wlewek miedzi oraz klepek dębowych. Trudno wskazać w przypadku sortymentów z Miedziowca na istnienie jednakowych wielkości metrycznych, widoczna jest raczej duża rozpiętość masy i wielkości poszczególnych sortymentów. Oznaczałoby to, że beczki czy wiązki nie były pakowane według ścisłej wagi, gdyż i tak w porcie z powodu konieczności przeprowadzenia klasyfikacji jakościowej i wymiarowej oraz wniesienia stosownych opłat musiały być ponownie przepakowane.

## REFERENCES | LITERATURA

- Adamczyk, J., 2004, *Placidia w Europie Środkowej i Wschodniej w średniowieczu. Formy, funkcjonowanie, ewolucja*, Warszawa.
- Arbin, S. von, 2012, A 15th century bulk carrier wrecked off Skaftö, western Sweden. In: N. Günsenin (Ed.), *Between Continents*, Proceedings of the Twelfth International Symposium on Boat and Ship Archaeology, Istanbul 2009, 67–74.
- Arbin, S. von, 2014, *Skaftövraket – ett senmedeltida handelsfartyg*. Bohusläns museum Rapport, 11, Bohusläns museum.
- Auer, J. & Maarleveld, T. (Eds), 2013, *Skjernøysund 3 Wreck: Fieldwork report 2011*. Esbjerg Maritime Archaeology Reports no. 5, Maritime Archaeology Programme, University of Southern Denmark.
- Biborski, M., Jagodziński, M., Pudło, P., Stępiński, J., Żabiński, G., 2010, Sword Parts from a Viking Age Emporium of Truso in Prussia, *Waffen- und Kostümkunde, Zeitschrift für Waffen- und Kleidungs-geschichte*, 52/1, 19–70.
- Biskup, M., 1953, Handel wiślany w latach 1454–1456, *Roczniki Dziejów Społecznych i Gospodarczych*, t. XIV.
- Biskup, M., 1978, Handel. In: E. Cieślak (Ed.), *Historia Gdańska*, 1, 397–416.
- Björkenstam, N., 1993, *Osmundjärn – Osmundens fatvikter och osmundvikten*. Jernkontorets Bergshistoriska Skriftserie, 30, Stockholm.
- Bogucka, M., 1962, *Gdańsk jako ośrodek produkcyjny w XIV–XVII wieku*, Warszawa.
- Bracker, J., 1986, Ein Wrackfund aus der Elbe bei Wittenbergen. In: H. Stobb (Ed.), *See- und Flughäfen von Hochmittelalter bis zur Industrialisierung*, 229–260, Institut für Städtegeschichte, Köln/Wien.
- Buchwald, V.F., 2008, *Iron, steel and cast iron before Bessemer*, Historiske-filosofiske Skrifter 32, Viborg.
- Buśko, C., Dereń, M., Garbacz-Klempka, A., 2009, Konfekcjonowanie ołowiu i miedzi w krakowskiej Wielkiej Wadze, *Archaeologia Historica Polona*, 18, 7–20.
- Eckstein, D., Ważny, T., Bauch, J., Klein, P., 1986, New evidence for dendrochronological dating of Netherlandish paintings, *Nature*, 320, 456–466.
- Demińska, M., Podkowińska, Z., 1978, *Historia Kultury Materialnej Polski w zarysie*, 1, Wrocław.
- Garbacz-Klempka, A., Rządkosz, S., 2012, Badania metaloznawcze zabytków metalurgicznych z Rynku Głównego w Krakowie w kontekście działalności Wielkiej Wagi. In: M. Wardas-Lasoń (Ed.), *Nawarstwienia historyczne miast: Forum Naukowe 2008, 277–293*, Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Geijerstam, J., Nisser, M. (Eds), 2011, *Swedish Mining and Metalworking – Past and Present*. Stockholm.
- Glatigny, J. A., 1993, Des marques énigmatiques. In: H. Nieuwdorp (Ed.), *Antwerpse retabels 15de-16de eeuw*, 2, 142–143, Museum voor religieuze Kunst, Antwerpen.
- Haneca, K., De Boodt, R., Herremans, V., De Pauw, H., Van Acker, J., Van de Velde, C., Beeckman, H., 2005, Late Gothic altarpieces as sources of information on medieval wood use: a dendrochronological and art historical survey, *IAWA Journal*, 26:3, 273–298.
- Hänsel, B., Schulz, H. D., 1980, Frühe Kupferverhüttung auf Helgoland, *Spektrum der Wissenschaft*, 24:2, 10–20.
- Hirsch, T., 1858, *Danzigs Handels- und Gewerbsgeschichte unter der Herrschaft des Deutschen Ordens*, Leipzig.
- Hołderyn, M., Langer, J., 2006, Analiza fizykochemiczna preparatów pochodzących z wraku statku „Miedziowca” z XIV wieku. In: *Młodzi chemicy – rocznik 2006*, 69–72, Wydział Chemii UAM, Poznań.
- Homeyer, C. G., 1870, *Haus und Hofmarken*, Berlin.
- Jagodziński, M. F., 2010, *Truso. Między Weonodlandem a Witlandem*, Elbląg.
- Joachim, E., (Ed.), 1896, *Das Marienburger Tresslerbuch der Jahre 1399-1409*, Königsberg.
- Leskiewiczowa, J., Sucheni-Grabowska, A., 1957, Instrukcja dla starosty i urzędników starostwa osieckiego. In: J. Leskiewiczowa, *Dobra osieckie w okresie gospodarki folwarczno-pańszczyźnianej XVI–XIX w.*, 229–235, Wrocław.
- Lange, W., 1983, Die Untersuchung eines mittelalterlichen Holzteers aus dem Fund der Bremer Kogge, *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, 8, 289–298.
- Magnusson, G., Nisser M., 2011, Medieval Trading in Iron. In: J. Geijerstam, M. Nisser (Eds), *Swedish Mining and Metalworking – Past and Present*, 49–51, Stockholm.
- Myśliwski, G., 2006, Strefa sudecko-karpacka i Lwów. Miejsce Śląska, Małopolski i Rusi Czerwonej w gospodarce Europy Zachodniej (połowa XIII – początek XVI wieku). In: S. Galas (Ed.), *Ziemie polskie wobec Zachodu, studia nad rozwojem średniowiecznej Europy*, 247–320, Warszawa.
- Naevsted, D., 1999, Lokaliserte middelaldervrak i Øst-Norge, *Norsk Sjøfartsmuseum Årbok 1998*, 159–207.
- Pieradzka, K., 1935/36, Trzy wieki stosunków handlowych pomiędzy Gdańskiem a Węgrami, *Rocznik Gdański*, 9–10, 189–208.
- Polak, Z., 1998, Przedmioty drewniane. In: M. Rębkowski (Ed.), *Archeologia średniowiecznego Kołobrzegu*, 3, 253–257, Kołobrzeg.
- Pompowski, T., 1976, Analiza chemiczna próbek metali z wraka „Miedziowca”, Archiwum Pracowni Konserwatorskiej CMM.
- Rządkosz, S., Garbacz-Klempka, A., Ossowski, W., 2011, Charakterystyka metaloznawcza plastrów miedzi z wraku średniowiecznego statku zwanego Miedziowcem. In: *Nauka i technologia*, Materiały XIV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-technicznej Odlewnictwa Metali Nieżelaznych, 57–64, Zakopane.
- Samsonowicz, H., 1960, Dwa fragmenty gdańskich rachunków kupieckich z XV w. In: *Prace z dziejów Polski feudalnej ofiarowane Romanowi Gródeckiemu w 70 rocznicę urodzin*, 265–277, Warszawa.
- Staupe, K., Schmidt, J. P., 2011, *Abschlussbericht zur taucharcheologischen Betreuung der Bauarbeiten im Trassenverlauf der Nord-Stream Erdgasleitung im Ostseegebiet vor Mecklenburg-Vorpommern*, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege, Archäologie und Denkmalpflege, Lübstorf.
- Stuehmer, H., Schulz, H., Wilkomm, H., Haensel, B., 1978, Rohkopper vor Helgoland, *Offa*, 35, 11–19.
- Ważny, T., 2005, The origin, assortments and transport of Baltic timber. In: C. van de Velde, J. van Acker, H. Beeckman & F. Verhaeghe (Eds), *Constructing Wooden Images: proceedings of a symposium on the organization of labour and working practices of late Gothic carved altarpieces in the Low Countries*, Brussels 25-26 October 2002, 115–126, Brussels.
- Weski, T., 1996, Cargo handling and the Bremen cog, *The Mariner's Mirror*, 82/1, 75–76.
- Wessman, S., 2007, Ship fragments on the sea floor – What do we know about medieval seafaring in Finland? In: V. Immonen, M. Lempiäinen and U. Rosendal (Eds), *Hortus Novus: Fresh approaches to medieval archaeology in Finland*, Archaeologia Medii Aevi Finlandiae XIV, Turku, 140–150.
- Westphalen, P., 2002, *Die Eisenfunde von Haithabu*, Die Ausgrabungen in Haithabu, 10, Neumünster.

Table 1. Copper ingots discovered on the Copper Ship.  
Tabela 1. Zestawienie wlewek miedzi odkrytych na Miedziowcu.

No. Lp.	Year of discovery Rok odkrycia	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Width Szerokość [cm]	Length Długość [cm]	Weight Waga [kg]	Location Lokalizacja
1	1969	567/70	n/n	51,5	58	14,3	–
2	1969	567/70	n/n	33,5	43,5	14,4	–
3	1969	567/70	n/n	44	50,5	11,15	–
4	1969	567/70	n/n	37	47,5	14,6	–
5	1969	567/70	n/n	34	43	6,4	–
6	1969	567/70	n/n	33,5	44,5	9,65	–
7	1969	567/70	n/n	34	43	5,65	–
8	1969	567/70	n/n	40,5	49	7,5	–
9	1969	567/70	n/n	33,5	43	9,75	–
10	1969	567/70	n/n	40,5	41	7,5	–
11	1969	567/70	n/n	31	46	8,75	–
12	1969	567/70	n/n	39,5	54	6,4	–
13	1969	567/70	n/n	43	48	10,6	–
14	1969	567/70	n/n	31	33,5	4	–
15	1969	567/70	n/n	24,5	37,5	4,15	–
16	1969	567/70	n/n	38	42	8,15	–
17	1969	567/70	n/n	43	45	6,6	–
18	1969	567/70	n/n	45	58	20,95	–
19	1969	567/70	n/n	44,5	49,5	7	–
20	1969	567/70	n/n	42	47	8,8	–
21	1969	567/70	n/n	42	44	9,2	–
22	1969	567/70	n/n	40	42	5	–
23	1969	567/70	n/n	25,5	38,5	3,4	–
24	1969	567/70	n/n	44,5	59	21,2	–
25	1969	567/70	n/n	39	41,5	8,55	–
26	1969	567/70	n/n	49	56	23,65	–
27	1969	567/70	n/n	40,5	45	8,95	–
28	1969	567/70	n/n	35	38	4,45	–
29	1969	567/70	n/n	35	52	4,6	–
30	1969	567/70	n/n	50	51	10,3	–
31	1969	567/70	n/n	45,5	49	6,45	–
32	1969	567/70	n/n	45	51	10,55	–
33	1969	567/70	n/n	42	56	13,2	–
34	1969	567/70	n/n	42	45	9,2	–
35	1969	567/70	n/n	39	58,5	4,35	–
36	1969	567/70	n/n	38	46,5	7,2	–
37	1969	567/70	n/n	44	50	4,9	–
38	1969	567/70	n/n	48	56	17,8	–
39	1969	567/70	n/n	39	49	3,2	–
40	1969	567/70	n/n	42,5	46	7,65	–
41	1969	567/70	n/n	22	40,5	6,35	–
42	1969	567/70	n/n	33	38	5,5	–



No. Lp.	Year of discovery Rok odkrycia	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Width Szerokość [cm]	Length Długość [cm]	Weight Waga [kg]	Location Lokalizacja
43	1969	567/70	n/n	23,5	37	3,6	-
44	1969	567/70	n/n	33,5	47,5	4,95	-
45	1969	567/70	n/n	23	34,5	2,65	-
46	1969	567/70	n/n	29	42	4,9	-
47	1969	567/70	n/n	27	39	7,45	-
48	1969	567/70	n/n	35,5	50	7,65	-
49	1969	567/70	n/n	37,5	42,5	15,75	-
50	1969	567/70	n/n	32	44	5,15	-
51	1969	567/70	n/n	34,5	40	5,5	-
52	1969	567/70	n/n	24,5	52	4,85	-
53	1969	567/70	n/n	29	35,5	5,9	-
54	1969	567/70	n/n	35	38	3,45	-
55	1969	567/70	n/n	27	45,5	5,6	-
56	1969	567/70	n/n	23	44,5	4,1	-
57	1969	567/70	n/n	34,5	44	5,05	-
58	1969	567/70	n/n	25,5	28,5	4,3	-
59	1969	567/70	n/n	28,5	46,5	4	-
60	1969	567/70	n/n	22	50	2,65	-
61	1969	567/70	n/n	6	28,5	3,65	-
62	1969	567/70	n/n	23,5	40	5	-
63	1969	567/70	n/n	35	42	3,3	-
64	1969	567/70	n/n	31	35	2,55	-
65	1969	567/70	n/n	31	39	4,4	-
66	1969	567/70	n/n	27,5	31,5	3,3	-
67	1969	567/70	n/n	24	41	2,1	-
68	1969	567/70	n/n	31	42,5	2,7	-
69	1969	567/70	n/n	24	50	5,95	-
70	1969	567/70	n/n	22	45	2,9	-
71	1969	567/70	n/n	28	54,5	4,3	-
72	1969	567/70	n/n	25,5	31,5	2,3	-
73	1969	567/70	n/n	18,8	43,5	2,35	-
74	1969	567/70	n/n	24	33	3,75	-
75	1969	567/70	n/n	26	36,5	4,1	-
76	1969	567/70	n/n	20,5	31	2,15	-
77	1969	567/70	n/n	22	38,5	2,55	-
78	1969	567/70	n/n	22	30	2,8	-
79	1969	567/70	n/n	24	34,5	3,9	-
80	1969	567/70	n/n	17	32	2,3	-
81	1969	567/70	n/n	12,5	30,5	2,5	-
82	1969	567/70	n/n	22	30,5	1,65	-
83	1969	567/70	n/n	17	29	2,75	-
84	1969	567/70	n/n	32	37	1,4	-
85	1969	567/70	n/n	20	28	1,15	-

No. Lp.	Year of discovery Rok odkrycia	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Width Szerokość [cm]	Length Długość [cm]	Weight Waga [kg]	Location Lokalizacja
86	1969	567/70	n/n	18,5	30,5	1,85	-
87	1969	567/70	n/n	20	27	1,5	-
88	1969	567/70	n/n	12	24	0,8	-
89	1969	567/70	n/n	22,5	29	2,25	-
90	1969	567/70	n/n	15,5	18	1,25	-
91	1969	567/70	n/n	15,5	16,5	0,75	-
92	1969	567/70	n/n	11,5	13	0,6	-
93	1969	567/70	n/n	9	15	n/n	-
94	1969	567/70	n/n	11,5	13	0,4	-
95	1969	567/70	n/n	-	-	14	-
96	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	14,3	19,5	2,25	-
97	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	21,3	30	1,52	-
98	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	28,2	33,5	4,77	-
99	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	31,2	33,5	2,4	-
100	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	26,2	34,3	3,4	-
101	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	30	35,5	4,95	-
102	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	27	36	1,4	-
103	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	31,5	37,2	5,3	-
104	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	32,8	39	7,95	-
105	1969	567/70/4	CMM/HŻ/3176	33,5	39,5	5,05	-
106	1969	567/70/13	CMM/HŻ/3176	34	40	3,9	-
107	1969	567/70	CMM/HŻ/3311	33	40,5	5,9	-
108	1969	567/14	CMM/HŻ/3176	36,6	41	5,1	-
109	1969	567/70/36	CMM/HŻ/964	37	41,5	6,8	-
110	1969	567/70/22	CMM/HŻ/3176	37,7	41,5	5,4	-
111	1969	567/70	CMM/HŻ/2286	28	42,5	5,35	-
112	1969	567/70	CMM/HŻ/3310	35	42,5	7,55	-
113	1969	567/70/5	CMM/HŻ/965	36,5	42,5	12,4	-
114	1969	567/70/20	CMM/HŻ/967	30	43	9	-
115	1969	567/70	CMM/HŻ/3177	35	43	5,3	-
116	1969	567/70	CMM/HŻ/1971	39	43	6,2	-
117	1969	567/70	CMM/HŻ/3176	35,5	44,5	6,95	-
118	1969	567/70	CMM/HŻ/3177/1	32	45,5	12,65	-
119	1969	567/70	CMM/HŻ/3309	34	46	7,8	-
120	1969	567/70/12	CMM/HŻ/1422	39	50,5	7,6	-
121	1969	567/70	CMM/HŻ/2285	33	51	9,5	-
122	1969	567/70	CMM/HŻ/969	45,5	51	13,55	-
123	1972	W-5/7/72	n/n	-	-	-	sector I-II
124	1974	W-5/27/74	CMM/HŻ/805	33,5	50	7,9	sector H
125	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/1974	40	45	9,5	sector H
126	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/1975/1	41	50	5,7	sector H
127	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/1975/2	35	36	3,75	sector H
128	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/1975/3	28	37	3,8	sector H

No. Lp.	Year of discovery Rok odkrycia	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Width Szerokość [cm]	Length Długość [cm]	Weight Waga [kg]	Location Lokalizacja
129	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/1975/4	41	43	7,85	sector H
130	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/806	34	45	5,2	sector H
131	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/807	30	39	3,5	sector H
132	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/808	29	36,5	4,15	sector H
133	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/809	15	28	0,8	sector H
134	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/810	39	40	3,2	sector H
135	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/811	22	29	3,2	sector H
136	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/812	28	30	2,6	sector H
137	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/813	33	46	5,7	sector H
138	1974	W-5/30/74	CMM/HŻ/814	29	39	8,5	sector H
139	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/1973	50	56	10,65	sector H
140	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/815	19,5	28	2,3	sector H
141	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/816	16,5	27	1,1	sector H
142	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/816	16,5	27	–	sector H
143	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/817	11	35,5	2,3	sector H
144	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/818	5,5	23,5	0,85	sector H
145	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/819	5,5	20	0,55	sector H
146	1974	W-5/33/74	CMM/HŻ/820	19	37,5	2,5	sector H
147	1974	W-5/46/74	CMM/HŻ/821	20	30	3,8	sector H
148	1975	W-5/10/75	CMM/HŻ/802/1i2	19	43	3,8	34-37/3-37
149	1975	W-5/100/75	CMM/HŻ/3175	34	48,4	10,55	D3E3/D2E2
150	1975	W-5/11/75	CMM/HŻ/840	24,5	37,5	5,95	33-37
151	1975	W-5/110/75	CMM/HŻ/824/1-2	44	61	10,9	CD/C1D1
152	1975	W-5/111/75	CMM/HŻ/844	40	49	5,85	DE/D1E1
153	1975	W-5/112/75	CMM/HŻ/825	34	43	8,1	DE/D1E1
154	1975	W-5/124/75	n/n	25	35	–	D2C2/D3C3
155	1975	W-5/13/75	CMM/HŻ/2760	39	41	5,4	35-36
156	1975	W-5/149/75	CMM/HŻ/826	31	42	8,7	D2E2/D3E3
157	1975	W-5/15/75	CMM/HŻ/803	16	41	4,1	35-37
158	1975	W-5/150/75	CMM/HŻ/827	40	46	5,6	D2E2/D3E3
159	1975	W-5/16/75	CMM/HŻ/804	27	36	3,3	32-37
160	1975	W-5/173/75	CMM/HŻ/845	39,5	43,5	3,3	F2G2/F3G3
161	1975	W-5/176/75	n/n	23	40	–	D1E1/D2E2
162	1975	W-5/176/75	n/n	25	40	–	D1E1/D2E2
163	1975	W-5/185/75	n/n	51	54	–	C2D2/C3D3
164	1975	W-5/186/75	CMM/HŻ/828	46	46	4,8	C2D2/C3D3
165	1975	W-5/187/75	CMM/HŻ/846	36,5	37	5	C2D2/C3D3
166	1975	W-5/188/75	CMM/HŻ/3175/4	13,8	21,5	1,65	A2B2/A3B3
167	1975	W-5/199/75	CMM/HŻ/847	23	32,5	5,1	A2B2/A3B3
168	1975	W-5/2/75	CMM/HŻ/799	47	54	7,45	35-36/35-37
169	1975	W-5/200/75	CMM/HŻ/831	31	50	9	C1D1/C2D2
170	1975	W-5/201/75	CMM/HŻ/848	31,5	36	3,85	A2B2/A3B3
171	1975	W-5/207/75	CMM/HŻ/849	25	30	3,8	B2C2/B3C3



No. Lp.	Year of discovery Rok odkrycia	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Width Szerokość [cm]	Length Długość [cm]	Weight Waga [kg]	Location Lokalizacja
172	1975	W-5/208/75	CMM/HŻ/832	19,5	27	3,55	A2B2/A3B3
173	1975	W-5/209/75	CMM/HŻ/850	33,5	36	3,6	C1D1/C2D2
174	1975	W-5/210/75	CMM/HŻ/851	29	36,5	3,95	A2B2/A3B3
175	1975	W-5/219/75	CMM/HŻ/3175/2	45,5	48,3	11,45	C1D1/C2D2
176	1975	W-5/220/75	CMM/HŻ/833	41	48	10,2	C1D1/C2D2
177	1975	W-5/221/75	n/n	50	53	–	C1D1/C2D2
178	1975	W-5/222/75	CMM/HŻ/834	48	58	11,6	C1D1/C2D2
179	1975	W-5/223/75	n/n	48,5	52	7,85	C1D1/C2D2
180	1975	W-5/224/75	n/n	2,5	51	7,15	C1D1/C2D2
181	1975	W-5/225/75	CMM/HŻ/835	38	55	6,9	C1D1/C2D2
182	1975	W-5/247/75	CMM/HŻ/852	19,5	27,5	2,95	BC/B1C1
183	1975	W-5/282/75	CMM/HŻ/836	33	43	11,6	BC/B1C1
184	1975	W-5/283/75	CMM/HŻ/853	27	36	4,05	BC/B1C1
185	1975	W-5/284/75	CMM/HŻ/1972	31	43	5,85	BC/B1C1
186	1975	W-5/285/75	CMM/HŻ/837	34	41	8,35	BC/B1C1
187	1975	W-5/286/75	CMM/HŻ/854	28	41	5,45	BC/B1C1
188	1975	W-5/287/75	CMM/HŻ/855	21	24,5	4,5	BC/B1C1
189	1975	W-5/3/75	CMM/HŻ/800	19,5	35	3,5	BC/B1C1
190	1975	W-5/39/75	CMM/HŻ/843	34	42,5	3,8	F2F3/G2G3
191	1975	W-5/4/75	CMM/HŻ/1971	33	41	5,85	35-37
192	1975	W-5/406/75	CMM/HŻ/856	25	33	5,3	loose
193	1975	W-5/416/75	CMM/HŻ/3176	35	42,5	11,5	BC/B1C1
194	1975	W-5/434/75	n/n	19	15	–	BC/B1C1
195	1975	W-5/435/75	CMM/HŻ/838	19	29	2,2	BC/B1C1
196	1975	W-5/436/75	CMM/HŻ/857	25	30,5	3,8	BC/B1C1
197	1975	W-5/449/75	CMM/HŻ/1967	33	43,5	2,6	A1B1/A2B2
198	1975	W-5/450/75	CMM/HŻ/1968	34,5	50	2,95	E2F2-E3F3
199	1975	W-5/5/75	CMM/HŻ/3175/1	32,3	49,5	8,5	35-37
200	1975	W-5/6/75	CMM/HŻ/829	37	44	9,1	35-37
201	1975	W-5/67/75	CMM/HŻ/1969	37	55	5	CD/C1D1
202	1975	W-5/7/75	n/n	33	53	–	35-37
203	1975	W-5/8/75	n/n	22	24	–	35-37
204	1975	W-5/86/75	n/n	40	58	–	D3E3/D2E2
205	1975	W-5/87/75	CMM/HŻ/842	27	45	4,8	D3E3/D2E2
206	1975	W-5/88/75	CMM/HŻ/822/1-2	46	44	4,5	D3E3/D2E2
207	1975	W-5/89/75	n/n	40	20	–	D3E3/D2E2
208	1975	W-5/9/75	CMM/HŻ/801	20	42	2,3	35-37
209	1975	W-5/90/75	CMM/HŻ/841	25	35	9,35	D3E3/D2E2
210	1975	W-5/98/75	CMM/HŻ/830	39	44	3,15	D3E3/D2E2
211	1975	W-5/99/75	CMM/HŻ/823	49	41	7,5	D3E3/D2E2
212	1976	W-5/484/17/76	42	–	–	–	E1
213	1976	W-5/510/75	CMM/HŻ/966	23,5	36,5	3,6	loose
214	1981	W-5/539/81	CMM/HŻ/3175/3	41,3	47,8	8,4	A1C1-A2C3

No. Lp.	Year of discovery Rok odkrycia	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Width Szerokość [cm]	Length Długość [cm]	Weight Waga [kg]	Location Lokalizacja
215	1981	W-5/540/81	CMM/HŻ/839	42	50	17,55	A1C1-A2C3
216	1981	W-5/541/81	CMM/HŻ/1419	36,5	53,2	9,7	A1C1-A2C3
217	1981	W-5/542/81	CMM/HŻ/1421	305	415	6,13	A1C1-A2C3
218	1981	W-5/543/81	CMM/HŻ/858	31	43	4,4	A1C1-A2C3
219	2011	W-5/547/11	n/n	365	456	9,55	A
220	2011	W-5/548/11	n/n	400	610	7,7	E
221	2011	W-5/549/11	n/n	390	440	8,45	E
222	2011	W-5/550/11	n/n	290	358	4,65	E3
223	2011	W-5/551/11	n/n	420	479	13,05	J2
224	2011	W-5/552/11	n/n	268	400	7,1	K3
225	2012	W-5/590/12	n/n	120	200	1,8	C1
226	2012	W-5/594/12	n/n	125	220	6,48	C1

Table 2. Iron bar bundles in the collections of the NMM.  
Tabela 2. Zestawienie wiązek sztab żelaznych z Miedziowca w zbiorach NMM.

No. Lp.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [cm]	Diameter Średnica [cm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
1	CMM/HŻ/1168 W-5/310/75	60	34	ca 230 kg	Survives intact, conservation completed Zachowana w całości, po konserwacji
2	CMM/HŻ/1169 W-5/256/75	61	27	-	Survives intact, conservation completed Zachowana w całości, po konserwacji
3	W-5/589/12	61	21	48	Fragmentary, conservation ongoing Fragmentarycznie zachowana, w konserwacji
4	W-5/373/75 5/13	62	30	173	Survives intact, 1 tie missing, not conserved, 1 merchant's mark W-5/607/13 Zachowana w całości, brak 1 obejm, niekonserwowana, 1 merk W-5/607/13
5	1/13	63	31	153	Survives intact, not conserved, 1 blurred merchant's mark Zachowana w całości, niekonserwowana, 1 merk zatarty
6	2/13	58	36	235	Survives intact, not conserved, 1 merchant's mark W-5/603/13 Zachowana w całości, niekonserwowana, 1 merk W-5/603/13
7	3/13	66	32	226	Survives intact, not conserved, 2 merchants' marks W-5/604/13 & W-5/605/13 Zachowana w całości, niekonserwowana, dwa merki W-5/604/13 i W-5/605/13
8	4/13	62	35	194	Survives intact, not conserved, 1 merchant's mark W-5/606/13 Zachowana w całości, niekonserwowana, 1 merk W-5/606/13
9	6/13	62	35	167	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
10	7/13	68	30	153	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
11	9/13	62	28	111	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
12	10/13	-	-	-	Not conserved, disintegrated during weighing attempt, consisted of 61 bars, stave W-5/608/13 extant in 5 pieces discovered among bars Niekonserwowana, rozpadła się podczas próby zważenia, składała się łącznie z 61 sztab, wśród sztab natrafiono na klepkę zachowaną w 5 fragmentach nr W-5/608/13

13	11/13	62	29	123	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
14	12/13	49	26	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
15	13/13	58	37	109	Not conserved, consisted of 51 iron bars, merchant's mark W-5/609/13 found inside bundle Niekonserwowana, składała się z 51 sztab żelaznych, wewnątrz znajdował się merk W-5/609/13
16	14/13	62	33	173	Not conserved, two extant bast fibre ties one of which is broken, no stave with merchant's mark Niekonserwowana, zachowane dwie łykowe obejmy, z których jedna jest pęknięta, brak klepki z gmerkiem
17	15/13	62	32	154	Not conserved, survives intact, merchant's mark W-5/610/13 Niekonserwowana, zachowana w całości, gmerk W-5/610/13
18	16/13	52	23	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
19	17/13	60	26	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
20	18/13	64	35	186	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
21	19/13	64	34	147	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
22	20/13	60	30	116	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
23	21/13	57	36	116	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
24	22/13	44	27	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
25	23/13	64	40	176	Not conserved, no ties or merchants' marks, consists of 61 bars Niekonserwowana, brak obejm i merków, złożona z 61 sztab
26	25/13	60	32	193	Not conserved, survives intact, 1 merchant's mark W-5/611/13 Niekonserwowana, zachowana w całości, 1 gmerk W-5/611/13
27	26/13	64	34	195	Not conserved, survives intact, 1 merchant's mark W-5/612/13 Niekonserwowana, zachowana w całości, 1 gmerk W-5/612/13
28	27/13	60	33	223	Not conserved, survives intact, 1 merchant's mark W-5/613/13 Niekonserwowana, zachowana w całości, 1 gmerk W-5/613/13
29	28/13	53	26	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
30	29/13	58	25	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
31	30/13	64	25	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
32	31/13	57	27	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
33	32/13	46	30	-	Not conserved, no ties or merchants' marks Niekonserwowana, brak obejm i merków
34	33/13	55	27	103	Not conserved, bundle incomplete, remains of two ties Niekonserwowana, wiązka zachowana w stanie niekompletnym, pozostałości dwóch obejm



Table 3. Iron billet bundles in the collections of the NMM.

Tabela 3. Zestawienie wiązek płaskowników z Miedziowca w zbiorach NMM.

No. Lp.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [cm]	Diameter Średnica [cm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
1	8/13	91	34	184	Survives intact with tie Zachowana w całości z obejmą
2	24/13	89	25	–	Fragmentary, no ties, comprises 34 billets Fragmentarycznie zachowana bez obejm, składa się z 34 płaskowników
3	W-5/586/12	83	26	150	Survives intact Zachowana w całości
4	W-5/587/12	93,5	23	177	Survives intact Zachowana w całości
5	W-5/588/12	75	52	–	Fragmentary, comprises 15 loose bars Fragmentarycznie zachowana, składa się z 15 luźnych sztab

Table 4. Long planks (wainscot) discovered on the Copper Ship.

Tabela 4. Zestawienie klepek długich (wańczosu) odkrytych na Miedziowcu.

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
1	W-5/377/75/26	CMM/HŻ/970	2400	270	45	15,4	
2	W-5/277/75/18	CMM/HŻ/971	2070	265	47	11,18	
3	W-5/21/75	CMM/HŻ/972	2080	285	45	12,06	
4	W-5/375/6/75	CMM/HŻ/1976	85	245	44	3,3	fragment
5	W-5/376/21/75	CMM/HŻ/1977	1750	185	52	5,65	
6	W-5/11/74	CMM/HŻ/1978	1930	225	39	5,54	
7	W-5/11/74	CMM/HŻ/1979	1916	250	44	7,9	
8	W-5/76/75	CMM/HŻ/1980	1900	300	50	10,75	
9	W-5/21/75	CMM/HŻ/1981	2045	280	49	12,2	1405 (+8/-4) AD
10	W-5/25/75	CMM/HŻ/1982	2280	275	53	13,58	
11	W-5/26/75	CMM/HŻ/1983	2295	250	51	11,75	1405 AD
12	W-5/27/75	CMM/HŻ/1984	2150	250	41	9,15	
13	W-5/75/75	CMM/HŻ/1985	2190	290	40	10,5	1405 (+8/-3) AD
14	W-5/239/75	CMM/HŻ/1986	1090	220	46	4,4	
15	W-5/239/75	CMM/HŻ/1987	1030	200	49	4	
16	W-5/419/75	CMM/HŻ/1988	2420	240	38	12,58	
17	W-5/351/75	CMM/HŻ/1989	1800	265	48	4,6	
18	W-5/357/75	CMM/HŻ/1990	1240	240	36	5,5	
19	W-5/374/8/75	CMM/HŻ/1991	1620	280	40	7,25	
20	W-5/374/8/75	CMM/HŻ/1992	1520	247	43	6,5	1396 (+7/-0) AD
21	W-5/376/24/75	CMM/HŻ/1993	1510	250	44	8,15	
22	W-5/377/7/75	CMM/HŻ/1994	1800	290	30	9,24	
23	W-5/377/10/75	CMM/HŻ/1995	1700	260	46	8,3	1403 (+8/-2) AD
24	W-5/377/11/75	CMM/HŻ/1996	1950	245	48	11,1	
25	W-5/377/20/75	CMM/HŻ/1997	1660	230	48	10,2	
26	W-5/377/21/75	CMM/HŻ/1998	1850	260	46	8,2	
27	W-5/377/22/75	CMM/HŻ/1999	1550	240	52	8,4	
28	n/n	CMM/HŻ/2000	2360	280	44	13,75	
29	W-5/385/75	CMM/HŻ/2001	1240	245	49	5	1405 (+8/-4) AD
30	W-5/388/75	CMM/HŻ/2002	1400	230	45	6,1	

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
31	W-5/389/75	CMM/HŻ/2003	1430	300	45	8,35	1403 AD
32	W-5/390/75	CMM/HŻ/2004	1440	245	42	6,5	
33	W-5/397/75	CMM/HŻ/2005	1750	245	40	7,85	
34	W-5/386/75	CMM/HŻ/2006	1440	275	49	6,6	
35	n/n	CMM/HŻ/2007	1230	260	43	5,9	
36	W-5/377/24/75	CMM/HŻ/2008	2310	240	50	13,76	
37	n/n	CMM/HŻ/2009	2000	250	33	8,6	1406 (+8/-3) AD
38	W-5/355/75	CMM/HŻ/2010	1585	265	46	7,3	1403 (+7/-0) AD
39	W-5/400/75	CMM/HŻ/2011	1720	250	36	9	
40	W-5/377/16/75	CMM/HŻ/2291/1	2370	265	49	12,42	
41	W-5/377/75	CMM/HŻ/2291/2	242	260	–	12,6	
42	W-5/377/75	CMM/HŻ/2291/3	2280	245	–	10,94	
43	W-5/377/9/75	CMM/HŻ/2291/4	2560	270	–	13,95	
44	W-5/377/17/75	CMM/HŻ/2291/5	2430	290	–	15,5	
45	W-5/377/23/75	CMM/HŻ/2293	2425	285	–	15,25	
46	W-5/25/74	CMM/HŻ/2347	2140	295	–	10,46	
47	W-5/215/75	CMM/HŻ/2606	1300	270	–	8,98	
48	W-5/349/75	CMM/HŻ/3178/1	2420	245	50	–	
49	W-5/392/75	CMM/HŻ/3178/2	2410	260	45	–	
50	W-5/393/75	CMM/HŻ/3178/3	2560	263	51	–	
51	W-5/350/75	CMM/HŻ/3178/4	2520	270	54	–	1402 (+8/-0) AD
52	W-5/382/75	CMM/HŻ/3178/5	2346	288	53	–	
53	W-5/418/75	CMM/HŻ/3178/6	2530	300	30	–	
54	W-5/354/75	CMM/HŻ/3178/7	2530	260	55	–	1403 AD
55	n/n	CMM/HŻ/3178/8	3340	250	50	11,26	
56	n/n	CMM/HŻ/3178/9	3350	270	53	12,66	
57	W-574/75	CMM/HŻ/3179/1	2370	255	45	–	1410 (+8/-6) AD
58	W-5/78/74	CMM/HŻ/3179/2	2500	300	51	–	
59	W-5/229/75	CMM/HŻ/3179/3	2328	255	60	–	
60	W-5/160/75	CMM/HŻ/3179/4	2435	250	50	–	1400 (+8/-0) AD
61	W-5/358/75	CMM/HŻ/3179/5	2420	305	48	–	
62	W-5/77/75	CMM/HŻ/3179/6	2355	285	27	–	1395 (+8/-3) AD
63	W-5/24/75	CMM/HŻ/3179/7	2350	270	24	–	
64	n/n	CMM/HŻ/3179/8	2298	270	50	–	1405 (+8/-2) AD
65	n/n	CMM/HŻ/3180/1	2655	282	25	7,04	after 1404 AD
66	n/n	CMM/HŻ/3180/2	3340	268	55	10,92	
67	W-5/183/75	CMM/HŻ/3181/1	1206	290	50	7,46	
68	W-5/267/75	CMM/HŻ/3181/10	1190	263	55	–	
69	W-5/79/75	CMM/HŻ/3181/11	1500	236	56	–	
70	W-5/265/75	CMM/HŻ/3181/2	1280	248	58	7,46	
71	W-5/378/9	CMM/HŻ/3181/3	990	255	56	4,04	
72	W-5/193/75	CMM/HŻ/3181/4	1360	290	56	11,38	mark / gmerk
73	W-5/266/75	CMM/HŻ/3181/5	1380	300	63	11,38	
74	W-5/373/14/75	CMM/HŻ/3181/6	1192	270	52	7,44	
75	W-5/232/75	CMM/HŻ/3181/7	1253	272	50	–	

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
76	W-5/267/75	CMM/HŻ/3181/8	1385	300	57	10,9	
77	W-5/373/9	CMM/HŻ/3181/9	1190	287	55	–	
78	n/n	CMM/HŻ/3182/1	1080	265	50	–	
79	W-5/182/75	CMM/HŻ/3182/2	1240	277	49	–	
80	W-5/279/75	CMM/HŻ/3182/3	992	262	31	5,32	
81	W-5/262/75	CMM/HŻ/3182/4	1197	270	54	–	
82	n/n	CMM/HŻ/NW/1999	935	–	–	–	1404 (+8/-6) AD
83	W-5/352/75	CMM/HŻ/NW/2795	1000	–	–	–	1404 AD
84	n/n	CMM/HŻ/NW/2796	2480	295	–	–	
85	n/n	CMM/HŻ/NW/2797	2290	270	–	–	
86	n/n	CMM/HŻ/NW/2798	2450	235	–	–	
87	W-5/383/75	CMM/HŻ/NW/2799	2395	280	–	–	
88	W-5/383/75	CMM/HŻ/NW/2800	2415	260	–	–	
89	n/n	CMM/HŻ/NW/2801	2380	290	–	–	
90	n/n	CMM/HŻ/NW/2802	2390	270	–	–	
91	n/n	CMM/HŻ/NW/2803	2000	285	–	–	
92	n/n	CMM/HŻ/NW/2804	2360	–	–	–	1403 AD
93	n/n	CMM/HŻ/NW/2805	2370	–	–	–	1403 (+8/-1) AD
94	n/n	CMM/HŻ/NW/2000	1045	230	–	–	
95	W-5/158/75	CMM/BO/1619	2370	270	50	–	
96	W-5/162/75	CMM/BO/1620	2400	290	480	–	

Table 5. Short planks from the Copper Ship.

Tabela 5. Klepki krótkie z Miedziowca.

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
1	W-5/191/75	CMM/HŻ/973/1	777	132	21	1,35	
2	W-5/191/75	CMM/HŻ/973/2	765	145	21	1,3	1402 (+8/-2) AD
3	W-5/253/75	CMM/HŻ/974/1	790	143	21	1,32	
4	W-5/253/75	CMM/HŻ/974/2	760	137	20	1,35	
5	W-5/253/75	CMM/HŻ/974/3	838	148	22	1,57	
6	W-5/253/75	CMM/HŻ/974/4	810	150	27	1,6	
7	W-5/261/75	CMM/HŻ/975/1	800	144	23	1,42	
8	W-5/261/75	CMM/HŻ/975/2	807	152	28	1,5	
9	W-5/261/75	CMM/HŻ/975/3	797	132	22	1,50	
10	W-5/261/75	CMM/HŻ/975/4	824	140	23	1,35	
11	W-5/270/75	CMM/HŻ/976	800	135	22	1,31	
12	W-5/294/75	CMM/HŻ/977	790	155	22	1,53	
13	W-5/335/75	CMM/HŻ/978/1	785	140	20	1,32	after 1400 AD
14	W-5/335/75	CMM/HŻ/978/2	788	132	23	1,2	
15	W-5/335/75	CMM/HŻ/978/3	800	133	23	1,33	
16	W-5/335/75	CMM/HŻ/978/4	805	150	20	1,35	
17	W-5/361/75	CMM/HŻ/979/1	748	137	21	1,15	
18	W-5/361/75	CMM/HŻ/979/2	793	147	13	1,55	
19	W-5/361/75	CMM/HŻ/979/3	806	150	20	1,5	



No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
20	W-5/376/22/75	CMM/HŻ/980	797	149	20	1,35	
21	W-5/377/27/75	CMM/HŻ/981	793	144	16	1,32	
22	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/1	775	133	22	1,34	1403 (+5/-0) AD
23	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/10	796	140	22	1,4	
24	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/2	795	153	25	1,45	
25	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/3	–	–	–	–	
26	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/4	804	155	28	1,5	1406 AD
27	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/5	786	160	50	1,6	
28	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/6	785	142	22	1,6	
29	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/7	793	153	18	1,35	1406 AD
30	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/8	780	140	25	1,5	1407 (+8/-3) AD
31	W-5/404/75	CMM/HŻ/982/9	785	160	21	1,75	1405 (+6/-0) AD
32	W-5/415/75	CMM/HŻ/983/1	793	157	21	1,5	
33	W-5/415/75	CMM/HŻ/983/2	820	147	25	1,35	
34	W-5/415/75	CMM/HŻ/983/3	790	143	26	1,6	
35	W-5/415/75	CMM/HŻ/983/4	804	131	21	1,05	
36	W-5/415/75	CMM/HŻ/983/5	796	143	22	1,2	
37	W-5/415/75	CMM/HŻ/983/6	787	150	20	1,49	
38	W-5/415/75	CMM/HŻ/983/7	770	147	20	1,26	
39	W-5/424/75	CMM/HŻ/984	790	143	21	1,27	
40	W-5/377/30/75	CMM/HŻ/985	778	145	22	1,4	
41	W-5/215/75	CMM/HŻ/1902/1	645	110	–	0,6	
42	W-5/2/72	CMM/HŻ/1902/2	700	90	–	0,4	
43	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/1	810	150	–	1,3	
44	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/2	790	135	–	2	
45	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/3	820	145	–	1,45	
46	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/4	800	145	–	1,45	
47	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/5	810	150	–	1,35	
48	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/6	790	140	–	1,44	
49	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/7	830	160	–	1,34	
50	W-5/271/75	CMM/HŻ/2292/8	800	140	–	1,35	
51	W-5/8/74	CMM/HŻ/2736/1	785	135	20	–	1405 (+6/-0) AD
52	W-5/8/74	CMM/HŻ/2736/2	795	135	20	1,20	1405 (+8/-0)
53	W-5/8/74	CMM/HŻ/2736/3	785	150	20	–	
54	W-5/213/75	CMM/HŻ/2750	540	135	10	–	
55	W-5/213/75	CMM/HŻ/2750/2	785	140	10	1,41	
56	W-5/213/75	CMM/HŻ/2750/3	770	129	15	1,37	
57	W-5/213/75	CMM/HŻ/2750/4	785	145	30	–	
58	W-5/213/75	CMM/HŻ/2750/5	780	125	20	1,56	
59	W-5/115/75	CMM/HŻ/2751	670	150	20	1,61	
60	W-5/214/75	CMM/HŻ/2759/1	810	145	25	1,26	
61	W-5/214/75	CMM/HŻ/2759/2	795	130	20	–	
62	W-5/214/75	CMM/HŻ/2759/3	780	150	20	–	1409 (+8/-6) AD
63	W-5/214/75	CMM/HŻ/2759/4	780	145	20	–	1405 (+8/-6)
64	W-5/214/75	CMM/HŻ/2759/5	790	125	20	–	

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
65	W-5/377/29/75/1-2	CMM/HŻ/3204/1	787	140	18	–	
66	W-5/377/29/75/1-2	CMM/HŻ/3204/2	796	150	21	–	1407 AD
67	W-5/83/75/1	CMM/HŻ/3205/1	788	156	19	–	1399 (+7/-0) AD
68	W-5/83/75/2	CMM/HŻ/3205/2	830	149	20	–	
69	W-5/361/75/1	CMM/HŻ/3206/1	755	150	25	–	
70	W-5/361/75/10	CMM/HŻ/3206/10	804	146	25	–	
71	W-5/361/75/11	CMM/HŻ/3206/11	795	150	17	1,32	
72	W-5/361/75/12	CMM/HŻ/3206/12	780	132	25	–	
73	W-5/361/75/13	CMM/HŻ/3206/13	802	153	16	1,44	
74	W-5/361/75/14	CMM/HŻ/3206/14	795	143	25	1,51	
75	W-5/361/75/15	CMM/HŻ/3206/15	802	145	15	1,31	
76	W-5/361/75/16	CMM/HŻ/3206/16	785	137	20	1,38	
77	W-5/361/75/17	CMM/HŻ/3206/17	795	146	13	1,60	
78	W-5/361/75/18	CMM/HŻ/3206/18	775	145	21	1,38	
79	W-5/361/75/2	CMM/HŻ/3206/2	825	148	20	1,45	
80	W-5/361/75/3	CMM/HŻ/3206/3	804	148	22	1,40	
81	W-5/361/75/4	CMM/HŻ/3206/4	785	162	15	–	1406 AD
82	W-5/361/75	CMM/HŻ/3206/5	790	145	22	–	
83	W-5/361/75/5	CMM/HŻ/3206/5	796	148	15	–	
84	W-5/361/75/6	CMM/HŻ/3206/6	793	148	24	–	
85	W-5/361/75/7	CMM/HŻ/3206/7	802	130	18	–	
86	W-5/361/75/8	CMM/HŻ/3206/8	795	146	21	–	
87	W-5/361/75/9	CMM/HŻ/3206/9	782	146	20	–	
88	W-5/228/75/1	CMM/HŻ/3207/1	812	150	25	–	
89	W-5/228/75/2	CMM/HŻ/3207/2	805	140	22	1,43	
90	W-5/228/75/3	CMM/HŻ/3207/3	790	80	16	–	
91	W-5/228/75/4	CMM/HŻ/3207/4	710	46	30	1,7	
92	W-5/228/75/6	CMM/HŻ/3207/5	790	145	19	–	
93	W-5/228/75/6	CMM/HŻ/3207/6	795	140	18	–	
94	W-5/404/75/1	CMM/HŻ/3208/1	786	148	24	1,47	
95	W-5/404/75/10	CMM/HŻ/3208/10	790	154	25	–	
96	W-5/404/75/11	CMM/HŻ/3208/11	823	153	18	–	
97	W-5/404/75/2	CMM/HŻ/3208/2	814	112	21	–	
98	W-5/404/75/3	CMM/HŻ/3208/3	794	148	19	–	
99	W-5/404/75/4	CMM/HŻ/3208/4	790	139	24	–	
100	W-5/404/75/5	CMM/HŻ/3208/5	785	136	16	1,44	1401 (-6/+8) AD
101	W-5/404/75/6	CMM/HŻ/3208/6	785	150	19	–	
102	W-5/404/75/7	CMM/HŻ/3208/7	815	151	19	1,25	
103	W-5/404/75/8	CMM/HŻ/3208/8	583	142	30	–	
104	W-5/404/75/9	CMM/HŻ/3208/9	650	160	25	–	
105	W-5/288/75/1	CMM/HŻ/3209/1	763	130	24	–	
106	W-5/288/75/2	CMM/HŻ/3209/2	773	137	20	–	
107	W-5/288/75/3	CMM/HŻ/3209/3	795	140	20	–	
108	W-5/288/75/4	CMM/HŻ/3209/4	800	149	22	–	
109	W-5/194/75	CMM/HŻ/3210	792	132	24	–	

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
110	W-5/151/75	CMM/HŻ/3211	820	140	24	1,53	
111	W-5/271/75/1	CMM/HŻ/3212/1	747	64	21	–	
112	W-5/271/75/2	CMM/HŻ/3212/2	746	85	17	–	
113	W-5/271/75/3	CMM/HŻ/3212/3	800	70	24	0,74	cracked lengthwise pęknięta wzdłuż
114	W-5/271/75/4	CMM/HŻ/3212/4	802	70	20	0,6	cracked lengthwise pęknięta wzdłuż
115	W-5/271/75/5	CMM/HŻ/3212/5	690	150	22	1,12	
116	W-5/377/14/75	CMM/HŻ/3213	790	148	19	1,61	
117	W-5/377/33/75	CMM/HŻ/3214	813	130	20	1,22	
118	W-5/377/34/75	CMM/HŻ/3215	831	155	20	–	
119	W-5/294/75	CMM/HŻ/3284/1	812	155	25	–	
120	W-5/294/75	CMM/HŻ/3284/2	793	152	18	–	
121	W-5/294/75	CMM/HŻ/3284/3	810	155	25	–	
122	W-5/294/75	CMM/HŻ/3284/4	796	146	24	–	
123	W-5/294/75	CMM/HŻ/3284/5	795	155	22	–	
124	W-5/270/75	CMM/HŻ/3285/1	795	154	26	–	
125	W-5/270/75	CMM/HŻ/3285/2	857	154	25	–	
126	W-5/270/75	CMM/HŻ/3285/3	794	142	20	–	
127	W-5/116/75	CMM/HŻ/3286	792	145	22	–	
128	W-5/377/31/75	CMM/HŻ/3287	779	154	23	–	
129	W-5/377/35/75	CMM/HŻ/3288	787	145	20	–	
130	W-5/377/32/75	CMM/HŻ/3289/1	805	162	25	–	
131	W-5/377/32/75	CMM/HŻ/3289/2	795	145	25	–	after 1402 AD
132	W-5/377/32/75	CMM/HŻ/3289/3	798	140	25	–	
133	W-5/288/75	CMM/HŻ/3299	826	155	25	–	
134	W-5/228/75	CMM/HŻ/3300/1	791	130	22	–	
135	W-5/228/75	CMM/HŻ/3300/2	799	125	21	–	
136	W-5/228/75	CMM/HŻ/3300/3	805	140	21	–	
137	W-5/228/75	CMM/HŻ/3300/4	782	135	21	–	after 1394 AD
138	W-5/228/75	CMM/HŻ/3300/5	830	142	28	–	
139	W-5/228/75	CMM/HŻ/3300/6	835	142	21	–	1407 AD
140	W-5/228/75	CMM/HŻ/3300/7	796	150	20	–	
141	W-5/83/75	CMM/HŻ/3301/1	790	139	21	–	
142	W-5/83/75	CMM/HŻ/3301/2	790	130	21	–	
143	W-5/83/75	CMM/HŻ/3301/3	789	141	20	–	1398 (-0/+7) AD
144	W-5/83/75	CMM/HŻ/3301/4	800	145	20	–	1404 (-4/+8) AD
145	W-5/288/75	CMM/HŻ/3302/1	780	125	21	–	1388 (-0/+8) AD
146	W-5/288/74	CMM/HŻ/3302/2	855	155	25	–	1401 (-0/+7) AD
147	W-5/377/33/75	CMM/HŻ/3303/1	800	135	22	–	
148	W-5/377/33/75	CMM/HŻ/3303/2	832	142	22	–	after 1396 AD
149	W-5/377/33/75	CMM/HŻ/3303/3	778	142	20	–	
150	W-5/377/34/75	CMM/HŻ/3304	825	142	22	–	after 1401 AD
151	W-5/377/29/75	CMM/HŻ/3305/1	784	150	24	–	
152	W-5/377/29/75	CMM/HŻ/3305/2	748	140	21	–	1406 AD
153	W-5/377/29/75	CMM/HŻ/3305/3	804	130	21	–	



No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
154	W-5/377/29/75	CMM/HŻ/3305/4	825	130	16	–	
155	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/1	799	89	23	–	
156	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/2	801	140	22	–	1401 (-3/+8) AD
157	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/3	795	133	21	–	1404 AD
158	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/4	778	140	21	–	1402 (-2/+8) AD
159	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/5	770	135	22	–	
160	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/6	794	149	20	–	1405 (-0/+8) AD
161	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/7	795	144	20	–	1404 (-0/+4) AD
162	W-5/271/75	CMM/HŻ/3306/8	800	132	25	–	1402 (-0/+7) AD
163	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/1	807	152	25	–	
164	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/10	809	149	25	–	
165	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/2	725	173	25	–	
166	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/3	800	144	24	–	
167	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/4	796	130	24	–	
168	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/5	795	145	20	–	1406 (-3/+8) AD
169	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/6	802	142	21	–	
170	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/7	795	135	20	–	1404 (-4/+8) AD
171	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/8	800	128	21	–	1406 (-2/+8) AD
172	W-5/361/75	CMM/HŻ/3307/9	800	150	28	–	
173	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/1	779	128	20	–	1407 AD
174	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/10	807	137	22	–	
175	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/11	775	142	21	–	
176	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/12	778	130	23	–	1401 (-5/+8) AD
177	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/13	795	152	24	–	1402 (-0/+8) AD
178	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/14	791	134	25	–	
179	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/15	804	147	24	–	1395 (-6/+8) AD
180	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/16	800	144	25	–	
181	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/17	810	153	25	–	
182	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/18	812	142	21	–	
183	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/19	800	149	25	–	1402 (-0/+8) AD
184	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/2	808	132	24	–	1406 AD
185	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/20	794	135	26	–	
186	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/21	805	140	24	–	
187	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/3	786	140	23	–	
188	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/4	814	147	23	–	
189	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/5	800	147	26	–	
190	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/6	820	150	23	–	1405 (-0/+2) AD
191	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/7	796	135	20	–	after 1398 AD
192	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/8	790	135	24	–	
193	W-5/404/75	CMM/HŻ/3308/9	790	133	22	–	
194	W-5/361/75	CMM/HŻ/NW/1368	810	150	–	1,75	
195	W-5/376/22/75	CMM/HŻ/NW/1369/1	810	140	–	–	
196	W-5/376/22/75	CMM/HŻ/NW/1369/2	790	135	–	1,26	
197	W-5/376/22/75	CMM/HŻ/NW/1369/3	805	120	–	1,3	
198	W-5/376/22/75	CMM/HŻ/NW/1369/4	760	130	–	1,18	

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Length Długość [mm]	Width Szerokość [mm]	Thickness Grubość [mm]	Weight Waga [kg]	Remarks Uwagi
199	W-5/376/22/75	CMM/HŻ/NW/1369/5	795	130	–	1,39	
200	W-5/376/22/75	CMM/HŻ/NW/1369/6	810	140	–	1,39	
201	W-5/396/22/75	CMM/HŻ/NW/1370	785	145	–	1,38	
202	W-5/191/75	CMM/HŻ/NW/1371/1	800	150	–	1,63	
203	W-5/191/75	CMM/HŻ/NW/1371/2	805	130	–	1,03	
204	W-5/191/75	CMM/HŻ/NW/1371/3	805	130	–	1,43	
205	W-5/335/75	CMM/HŻ/NW/1372/1	800	150	–	1,56	
206	W-5/335/75	CMM/HŻ/NW/1372/2	805	155	–	–	
207	W-5/335/75	CMM/HŻ/NW/1372/3	820	155	–	1,52	
208	W-5/335/75	CMM/HŻ/NW/1372/4	800	140	–	1,34	
209	W-5/335/75	CMM/HŻ/NW/1372/5	785	145	–	1,19	
210	W-5/335/75	CMM/HŻ/NW/1372/6	805	135	–	1,2	
211	W-5/335/75	CMM/HŻ/NW/1372/7	810	130	–	1,43	
212	W-5/377/75	CMM/HŻ/NW/1373/1	800	150	–	1,4	
213	W-5/377/75	CMM/HŻ/NW/1373/2	790	145	–	1,38	
214	W-5/377/75	CMM/HŻ/NW/1373/3	785	140	–	1,23	
215	W-5/377/27/75	CMM/HŻ/NW/1374/1	770	150	–	1,38	
216	W-5/377/27/75	CMM/HŻ/NW/1374/2	780	150	–	1,43	
217	W-5/377/27/75	CMM/HŻ/NW/1374/3	805	145	–	1,56	
218	W-5/377/28/75	CMM/HŻ/NW/1375/1	785	140	–	1,17	
219	W-5/377/28/75	CMM/HŻ/NW/1375/2	800	140	–	1,29	
220	W-5/377/28/75	CMM/HŻ/NW/1375/3	790	130	–	1,2	
221	W-5/377/28/75	CMM/HŻ/NW/1375/4	795	140	–	1,59	
222	W-5/377/34/75	CMM/HŻ/NW/1376	805	140	–	1,37	
223	W-5/377/34/75	CMM/HŻ/NW/1377	810	110	–	1,12	
224	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/1	795	145	–	1,58	
225	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/2	754	130	–	1,1	1407 AD
226	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/3	810	145	–	1,71	
227	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/4	780	135	–	1,26	
228	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/5	790	130	–	1,37	
229	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/6	775	145	–	1,17	
230	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/7	780	155	–	1,4	
231	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/8	790	130	–	1,37	
232	W-5/404/75	CMM/HŻ/NW/1378/9	620	150	–	1,16	
233	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/1	795	140	–	1,53	
234	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/2	795	140	–	1,59	
235	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/3	810	145	–	1,48	
236	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/4	800	145	–	1,4	
237	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/5	810	140	–	1,28	
238	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/6	760	140	–	–	
239	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/7	800	140	–	1,28	
240	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/8	790	150	–	1,48	
241	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/9	795	130	–	1,22	
242	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/10	805	140	–	1,41	
243	W-5/261/75	CMM/HŻ/NW/1379/11	800	155	–	1,66	

Table 6. Bundles of unidentified plant material in the collections of the NMM.

Tabela 6. Wiązki niezidentyfikowanego materiału roślinnego z Miedziowca w zbiorach NMM.

No. Lp.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Museum accession no. Nr inwent.	Location Lokalizacja	Dimensions Wymiary	Remarks Uwagi
1	W-5/3/74	n/n	sector / sektor C	length / długość 28 cm, diameter / średnica 17 cm	not preserved nie zachowała się
2	W-5/26/74	n/n	sector / sektor B	length / długość 23 cm, diameter / średnica 15 cm	perished during chemical analysis uległa zniszczeniu podczas badań chemicznych
3	W-5/49/75	n/n	square / kwadrat 38-41	no data / brak informacji	not preserved nie zachowała się
4	W-5/102/75	n/n	square / kwadrat A2B2-A3B3	no data / brak informacji	not preserved nie zachowała się
5	W-5/245/75	CMM/BO/1559	square / kwadrat C1D1-C2D2	14,4 x 18 x 27 cm	

Tabela 7. Zrekonstruowane beczki z ładunkiem żelaza z Miedziowca.

Table 7. Reconstructed barrels of iron from the Copper Ship.

No. Lp.	Museum accession no. Nr inwent.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Height Wysokość [mm]	Head diameter Średnica dna [mm]
1	CMM/HŻ/512	W-5/402/75	700	290–320
2	CMM/HŻ/513	W-5/401/75	685	305
3	CMM/HŻ/514	W-5/403/75	695	300–340
4	CMM/HŻ/515	W-5/374/5/75	730	320
5	CMM/HŻ/516	W-5/374/4/75	710	300–320
6	CMM/HŻ/517	W-5/374/7/75	715	315
7	CMM/HŻ/520	W-5/374/11/75	720	310
8	CMM/HŻ/522	W-5/459/20/75	710	320
9	CMM/HŻ/523	W-5/376/19/75	700	320–340
10	CMM/HŻ/524	W-5/459/51/75	720	310–340
11	CMM/HŻ/525	W-5/14/74	700	320
12	CMM/HŻ/2503	W-5/459/61/75	700	310
13	CMM/HŻ/2504	W-5/521/81	680	330–310
14	CMM/HŻ/2517	W-5/518/75	745	295–315
15	CMM/HŻ/2518	W-5/297/75	800	230
16	CMM/HŻ/2550	W-5/459/36/75	730	325
17	CMM/HŻ/2551	W-5/452/75, W-5/459/38/75	720	295–325
18	CMM/HŻ/2552	W-5/237/1975, W-5/376/18/1975	706	270–310
19	CMM/HŻ/2553	W-5/459/49/1975	710	275–320
20	CMM/HŻ/2554	W-5/238/75, W-5/375/4/1975	695	290–300
21	CMM/HŻ/2555	W-5/72/1975, W-5/513/1981, W-5/515/1981	740	300–325
22	CMM/HŻ/2557	W-5/328/1975, W-5/376/14/1975	740	320
23	CMM/HŻ/2559	W-5/61/1975, W-5/376/15/1975	700	370
24	CMM/HŻ/2560	W-5/41/75, W-5/237/75, W-5/459/22/75, W-5/459/38/75	725	320–330
25	CMM/HŻ/2561	W-5/459/52/75	730	290–310
26	CMM/HŻ/2610	W-5/374/10/75	695	295–330
27	CMM/HŻ/2781	W-5/376/13/1975, W-5/459/51/1975	735	310



28	CMM/HŻ/3666	W-5/376/7/75/1-2, W-5/459/23/75/1-2, W-5/273/75, W-5/273/75.	710	300-320
29	CMM/HŻ/3667	W-5/459/46/75	695	295
30	Reconstruction 5/130	W-5/459/42/75, W-5/423/74, W-5/376/16/75, W-5/378/11/75, W-5/298/75, W-5/513/81, W-5/459/49/75, W-5/376/14/75, W-5/108/75	670	305
31	Reconstruction 1	W-5/376/13/75, W-5/515/81, W-5/513/81	660	310
32	Reconstruction 4	W-5/459/42/75, W-5/423/75, W-5/376/16/75, W-5/378/11/75, W-5/298/75, W-5/42/75, W-5/513/81, W-5/459/49/75, W-5/376/14/75, W-5/108/75	745	300
33	Reconstruction 3	W-5/459/46/75, W-5/376/7/75, W-5/376/17, W-5/515/81, W-5/375/4/75	705	330
34	Reconstruction 6	W-5/276/75, W-5/375/4/75, W-5/376/8/75, W-5/515/81, W-5/211/75, W-5/276/75	740	310

Table 8. Results of Pompowski's analysis carried out in 1976 on iron shipped in barrels.

Tabela 8. Wyniki analizy żelaza przewożonego w beczkach, wykonane przez T. Pompowskiego w 1976 roku.

Barrel / Beczka W-5/107/75 Mineral content / Zawartość w procentach	Bloom Żelgruda	Rust from bloom Rdza z żelgrudy
Moisture / wilgoci H <sub>2</sub> O	4,51%	4,71%
Silicone dioxide / krzemionki SiO <sub>2</sub>	0,26%	1,16%
Iron / żelaza Fe	88,45%	51,20%
Phosphorous / fosforu P	0,84%	0,91%
Manganese / manganu Mn	not determined / nie stwierdzono	not determined / nie stwierdzono
Chlorides / chlorków Cl	1,15%	5,75%
Sulphur / siarki S	trace / ślady	trace / ślady

Barrel / Beczka W-5/108/75 Mineral content / Zawartość w procentach	Bloom Żelgruda	Rust from bloom Rdza z żelgrudy
Moisture / wilgoci H <sub>2</sub> O	1,41%	2,60%
Silicone dioxide / krzemionki SiO <sub>2</sub>	0,28%	1,75%
Iron / żelaza Fe	87,75%	55,60%
Phosphorous / fosforu P	0,91%	0,96%
Manganese / manganu Mn	not determined / nie stwierdzono	not determined / nie stwierdzono
Chlorides / chlorków Cl	2,12%	5,88%
Sulphur / siarki S	0,058%	0,075%

Tabela 9. Zrekonstruowane beczki z ładunkiem smoły z Miedziowca.

Table 9. Reconstructed tar barrels from the Copper Ship.

No. Lp.	Museum accession no. Nr inwent.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Height Wysokość [mm]	Head diameter Średnica dna [mm]
1	CMM/HŻ/505	W-5/4/72	730	420-450
2	CMM/HŻ/506	W-5/11/72	745	445
3	CMM/HŻ/507	W-5/12/74	680	375-385
4	CMM/HŻ/508	W-5/13/74	670	370-380
5	CMM/HŻ/509	W-5/307/75	670	380
6	CMM/HŻ/510	W-5/205/75	680	380-395
7	CMM/HŻ/511	W-5/60/75	680	385
8	CMM/HŻ/518	W-5/15/74, W-5/18/1/74	720	380
9	CMM/HŻ/521	W-5/376/19/75, W-5/374/3/75	685	375

No. Lp.	Museum accession no. Nr inwent.	Field inventory no. Nr inwent. pol.	Height Wysokość [mm]	Head diameter Średnica dna [mm]
10	CMM/HŻ/2519	W-5/38/75	683	365–380
11	CMM/HŻ/2549	W-5/125/75, W-5/18/74, W-5/289/75, W-5/302/75, W-5/303/75, W-5/311/75, W-5/459/14/75, W-5/459/23/75	680	370–380
12	CMM/HŻ/2556	W-5/299/75, W-5/300/75, W-5/305/75, W-5/334/75, W-5/301/75, W-5/361/75, W-5/376/3/75, W-5/459/36/75, W-5/516/81, W-5/517/81, W-5/522/81	810	455–465
13	CMM/HŻ/2558	W-5/126/75, W-5/240/75, W-5/298/75, W-5/299/75, W-5/304/75, W-5/311/75, W-5/459/42/75, W-5/513/81, W-5/519/81	750	425–445
14	CMM/HŻ/2609	W-5/93/75, W-5/306/75, W-5/459/11/75, W-5/459/19/75	755	415–435