
Warsztaty szklarskie. Nowe interpretacje

Joanna Sawicka

Pierwsze odkrycia

Studia nad produkcją szklarską w Kruszwicy zapoczątkowano wraz z odkryciem w 1953 roku w północnej części grodu (stan. 4), zespołu produkcyjnego – palenisk glinianych, kamiennego pieca i skupiska domniemanego surowca szklarskiego¹, który uznano za pracownię szklarską (COFTA 1954, s. 224-225). Pierwotnie, odkrywcy interpretowali znaleziska w sposób bardzo ogólny – *...w Kruszwicy na rozkopanym dotąd miejscu, odkryto kilkanaście pieców do wytopu szkła, położonych w kilku poziomach osadniczych...* (HENSEL, BRONIEWSKA 1961, s. 95). Próbowano rekonstruować proces wytopu szkła zakładając, że jest to pracownia typu A – huta wytapiająca szkło z surowców wyjściowych – prymarnych. W niemal całkowicie zachowanym piecu, wytop miał się odbywać bez użycia tygli przez działanie ogniem od góry na surowiec. Wytopiona masa miała spływać na dno pieca, a po ochłodzeniu, przetapiano ją ponownie już w tyglach na otwartych paleniskach. Byłby to więc wytop dwuetapowy, przy czym piec i paleniska używano by wielokrotnie (COFTA-BRONIEWSKA 1962, s.19-22, HENSEL, BRONIEWSKA 1961, s. 95-96).

Z produkcją szkła wiązano działalność rzemieślników produkujących biżuterię, naczynia, szkliviących ceramikę budowlaną i użytkową i malujących witraże na wcześniej wytworzonych szybach na potrzeby budowli sakralnych szklane. Niemal wszystkie liczne zabytki ze szkła lub pokryte szkliwem, które odkryto w wczesnośredniowiecznych poziomach osadniczych grodu, łączono z miejscową produkcją – od wytopu szkła z surowców wyjściowych do formowania wyrobów (HENSEL, BRONIEWSKA 1961: 97-102).

Na istnienie dwóch warsztatów jubilerskich ze schyłku XI wieku, zwróciła uwagę A. Cofta-Broniewska, analizując zbiory zabytków, odbiegających od przeciętnych znalezisk w domostwach z tego okresu. Warsztaty te miały funkcjonować w dwóch obiektach mieszkalnych, egzystujących w tym samym miejscu,

jedno po drugim przez okres około 50 lat. Podstawową działalnością jubilerów była produkcja przedmiotów z metali nieżelaznych, głównie brązu i ołowiu. Występowanie dużej ilości ozdób szklanych i z kamieni półszlachetnych skłoniło autorkę do wysunięcia przypuszczenia, że kruszwicy rzemieślnicy trudnili się jeszcze obróbką bursztynu, oraz odlewaniem szklanych paciorków i pierścionków (COFTA-BRONIEWSKA 1962b, s. 288-298). Prace A. Cofty-Broniewskiej, wraz z popularnonaukową *Starodawną Kruszwicą* nie miały charakteru publikacji źródłowej, były jedynie sprawozdaniami z badań wykopaliskowych czy też przyczynkami do późniejszych rozważań (HENSEL, BRONIEWSKA 1961). Powstały w czasie trwania intensywnych badań wykopaliskowych. Odkrycia kruszwickiego ośrodka szklarskiego stały się impulsem do rozważań o miejscowej produkcji szklarskiej oraz zwróciły uwagę badaczy na często słabo uchwytnie w masowym materiale pozostałości takiej produkcji.

Jerzy Olczak

Pierwszym studium technologicznym, poświęconym produkcji szklarskiej na ziemiach polskich była praca Jerzego Olczaka, opublikowana w 1968 roku (OLCZAK 1968). Zawarte w niej materiały źródłowe, dotyczące Kruszwicy, pochodziły z badań prowadzonych w latach 1952-61. Była to, co warto podkreślić, jedna z pierwszych analitycznych prac, poparta serią analiz fizykochemicznych. Szczególnie ważne okazały się badania jednoczasowych znalezisk domniemanego pieca szklarskiego z IV poziomu osadniczego (XII w. – do roku 1271) i skupiska „surowca”, którego część w postaci warstwy zalegała w „piecu” a część w dwóch skupiskach-magazynach (ze śladami podłogi)².

Autor, analizując dotychczasowe znaleziska hut szkła, od starożytności po szczególnie interesujące ówczesne odkrycia z okresu wczesnego średniowiecza, wykluczył możliwość wytopu szkła w obiekcie odkrytym w Kruszwicy. Próby rekonstrukcji starożytnych i wczesnośredniowiecznych pieców do wytopu szkła – oparte na przekazach pisanych (Izydora z Sewilli, Rabana Maura, Heracliusa czy Theophilusa) wykazały, że posiadały więcej niż o jedną kondygnację. Część

¹ W starszej literaturze (HENSEL, BRONIEWSKA 1961; OLCZAK 1968) używano niekiedy zamiennie nazw gródek feudalny, I i II podgrodzie, Przygródek. Obecnie, według ustaleń W. Dzieduszyckiego (1985: 2-32) przyjmuje się że gród kruszwicki był grodem jednoczłonowym – używa się terminologii: część północna (dawniej II podgrodzie) czy południowa (dawniej I podgrodzie) grodu. Przygródkiem, obecnie nazwano służebną osadę z 2 poł. XIII w. na terenie dawnej północnej części grodu (stan. 4).

² Łącznie wydobyto 13 m² skamieniałych ciętych bryłek barwy przeważnie jasnozielonkawej, brunatno-zielonkawej i brunatnej.

dolna z paleniskiem, oddzielona była od części górnej, w której następował wytop – prawdopodobnie w tyglach. Piec kruszwicki był jednopoziomowy i mógł służyć do suszenia częściowo przygotowanego surowca szklarskiego (OLCZAK 1968, s. 81-99).

Równie sceptycznie, J. Olczak odniósł się do skupiska 25 palenisk, odkrytych w północnej części grodu, w pobliżu pieca. Paleniska te miały podobną konstrukcję, wyłożone były pierwotnie gliną, niejednokrotnie wielowarstwowo, a trzy z nich zawierały fragmenty ceramiki. Niektóre z palenisk były posadowione na dranicach lub plecionce. Liczne ślady spalenizny, mocno przepalone toki gliniane oraz lokalizacja – szczególnie najmłodszych palenisk obok domniemanego pieca szklarskiego i innego pieca łączonego z wytopem miedzi, wraz z koncentracją w tych wykopach badawczych wyrobów szklanych i szkliwionych, skłoniły badaczy do wniosku, że obiekty te były związane z pracownią szklarską. Zdaniem J. Olczaka, taką interpretację wyklucza brak jakichkolwiek śladów produkcji szklarskiej (zakrzepłej masy szklanej, fragmentów tygli czy żużli). Tylko hipotetycznie łączył autor niektóre młodsze paleniska z fazy współczesnej domniemanemu piecowi szklarskiemu i jego otoczeniu, z pracownią szklarską (OLCZAK 1968, s. 99-106).

„Surowiec” szklarski – jeden z najbardziej wyraźnych śladów domniemanej produkcji szklarskiej – został poddany kompleksowym badaniom specjalistycznym³. Wykazały one, że jest to sztuczna mieszanina krzemionki (piasku) i węgla wapnia, która bez uzupełnienia dodatkowymi składnikami (topnikami – prawdopodobnie potażem lub glejną ołowiową, bądź jednym i drugim) nie mogła być użyta do bezpośredniego wytopu (OLCZAK 1968 s. 106-115; BESBORODOV, OLCZAK 1964 s. 361). Autorzy nie wykluczali związku tego surowca z wytopem szkła; piec mógł mieć charakter pomocniczy i służyć do suszenia surowców wyjściowych stanowiących część zestawu szklarskiego.

Początki działalności szklarskiej w Kruszwicy związane były z budową w XI w., na grodzie, kościoła p.w. św. Wita. Z tego okresu mają pochodzić ułamki silnie wypalanej gliny z zaciekami masy szklanej – interpretowane jako pozostałości bliżej nieokreślonego pieca. Pracownia miała wyposażyć świątynię w posadzkę ze szkliwionych płytek posadzkowych, a następnie przestawić się na produkcję ozdób i ewentualnie szkliwienie naczyń i drobnych przedmiotów – pisanek i grzechotek. Przebadano jedynie kilka szkliw i określono je

jako szkliwa ołowiowe alkaliczne typu $PbO-K_2O-SiO_2$ (ołowiowo-potasowo-krzemowe). Zbiór przebadanych analitycznie próbek był niewielki. Przeprowadzono 17 analiz – w tym dwóch późnośredniowiecznych fragmentów naczyń i szyby. Przebadano 6 szkliw (naczynie, posadzkowe płytki, grzechotka i pisanka), 3 paciorki, 4 obrączki/kółka i po jednym fragmencie bryłki szkła i „żuźła szklarskiego”. Analizy te, w czterech przypadkach nie w pełni miarodajne, były podstawą do rozważań technologicznych, w myśl których można wyróżnić trzy podstawowe typy szkieł, czytelne w materiałach z Kruszwy – szkło wysokoolowiowe, bezalkaliczne ($PbO-SiO_2$) z którego uformowano biżuterię i wytapiano na miejscu, szkła ołowiowe alkaliczne ($PbO-K_2O-SiO_2$) użyte jako szkliwa i szkła potasowo-wapniowe ($K_2O-CaO-SiO_2$) z których wykonano pochodzące z warstw późnośredniowiecznych naczynie i szybę. Według stanu badań z tamtego okresu, te ostatnie szkła łączono w Polsce dopiero z 2 połową XIII wieku.

Prekursorskie ustalenia J. Olczaka utrwaliły się w literaturze przedmiotu na długie lata. Przede wszystkim uporządkował i zweryfikował on koncepcje wcześniejszych badaczy, widzących w Kruszwicy wielki ośrodek produkcji szklarskiej, hutę produkującą niemal wszystko, co wtedy ze szkła wytwarzano (np. HENSEL, COFTA-BRONIEWSKA 1961: 75, 95-102, COFTA-BRONIEWSKA 1962a, 1962b).

Wiele wątpliwości zasianych przez autora i niewielka ilość analiz fizykochemicznych spowodowały, że w późniejszej literaturze traktowano pracownię kruszwicką jako nie do końca określone, przede wszystkim wytwarzające szkło wysokoolowiowe typu $PbO-SiO_2$, łatwe technologicznie i stosowane powszechnie na terenie Europy Środkowej i Wschodniej do wyrobu biżuterii oraz szkliwa typu $PbO-K_2O-SiO_2$ (np. DEKÓWNA 1992 s. 386-387).

Najnowsze ustalenia

Badania archeologiczne ośrodka grodowego w Kruszwicy trwały prawie nieprzerwanie do 2008 roku. Jerzy Olczak w swojej pracy uwzględnił materiały pozyskane do początków lat 60. Datowanie poziomów osadniczych w tamtych czasach miało charakter tymczasowy. Najnowsze badania potwierdziły i uszczegółowiły jego ustalenia oraz wniosły sporo nowych spostrzeżeń. Niezwykle ważną dla podjętych tu analiz była praca Wojciecha Dzieduszyckiego o wczesnomiejskiej ceramice kruszwickiej, która uszczegółowiła chronologię stanowiska 4, czyli północnej części grodu. Wydzielono 14 poziomów stratygraficznych od wieku X do roku 1271. Autor wyróżnił niewielki zespół, pojawiającej się od poł. XII w. ceramiki szkliwionej oraz pozostałości ceramiki użytkowej mającej charakter produkcyjny – użytej jako tygle, z resztkami masy szklanej. Te spostrzeżenia również dały asumpt do późniejszych rozważań o produkcji szklarskiej (DZIEDUSZYCKI 1982).

³ Krótko po odkryciu tego zespołu, aby potwierdzić słuszność teorii o „szklarskim” pochodzeniu domniemanego surowca przeprowadzono przy użyciu palnika tlenowego, w temperaturze 1200° próbny wytop, uzyskując szklaną masę o cechach nie pozwalających jednak na dalszą obróbkę. Masa ta w stanie doskonałym zachowała się do dziś. Następne badania, już specjalistyczne, podjęte w Instytucie Geologii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza wykazały, że jest to mieszanina piasku i węgla wapnia. Kolejne analizy to: chemiczna, wykonana przez Instytut Przemysłu Szkła i Ceramiki w Warszawie, oraz w Białoruskim Instytucie Politechnicznym w Mińsku, analiza spektrograficzna wykonana również w Instytucie Szkła i Ceramiki w Warszawie oraz petrograficzna. Wyniki wszystkich badań pokrywają się w pełni (BIEZBORODOV, OLCZAK 1964, OLCZAK 1968).

Tabela 1. Kruszwica, stan. 4. Frekwencja pozostałości łączonych z warsztatami szklarskimi w poziomach osadniczych

Table 1. Kruszwica, site 4. Frequency of remains associated with glass workshops in the settlement levels

Poziomy osadnicze	„żuzle”	bryłki masy szklanej	surowe szkło	fragmenty tygli z masą szklaną	tygielki złotnicze	odpady produkcyjne*	dysze	łyżka odlewnicza
1-2 2 poł. X w.								
3 4 a.w. X w.								
4 1 a.w. XI w.								
5 2 a.w. XI w.								
6 po ³ . XI w.	3							
7 2 po ³ . XI w.	19							
8 4 a.w. XI w.	3			1	2			
9 1 a.w. XII w.	7	6		5	3	2		1
10 1 po ³ . XII w.	15	6		9	2			
11 2 po ³ . XII w. koniec XII w.	37	9		6	1	8	2	
12 1 po ³ . XIII w.	7	6	2		1			
13 2 po ³ . XIII w 1271 r.	16					1		
14 po po ³ . XIV w.	7			7				
warstwy niwelacyjne	14	8						
razem	128	35	2	28	9	11	2	1

W tym samym czasie Jarmila Kaczmarek przedstawiła wyniki prac nad warsztatami szklawionej ceramiki budowlanej oraz zmierzyła się z zagadnieniem pochodzenia wczesnośredniowiecznej ceramiki szklawionej z terenów Wielkopolski i Kujaw (KACZMAREK 1977, 1997, 1998, 2004). Najnowsze ustalenia dotyczące tych warsztatów przedstawiła w artykule w tym tomie - *Wczesnośredniowieczne warsztaty ceramiki budowlanej i ich wytwory. Archeologia eksperymentalna*.

Należy w tym miejscu podkreślić, że poddając ten materiał łączony z produkcją szklarską ponownej analizie, nie udało się odzyskać części materiałów (głównie żuzli, tygielka i bryłek szkła) uwzględnionych w pracy J. Olczaka. Stosowana ówczesnie ilościowa analiza spektrograficzna do badania składu szkła, potrzebowała znacznej wielkości próby i materiały te przypuszczalnie nie zachowały się. Nie powtórzono więc niektórych starych analiz. Mimo tych ograniczeń, zbiór zabytków, które można łączyć z produkcją szklarską liczy około 200 okazów⁴. Analiza stratygraficzna zespołu grodowego i wydzielenie 14 poziomów osadniczych, korelacja ich w północnej (stan. 4) i południowej (stan. 2) części grodu, wykonana przez W. Dzieduszyckiego pozwoliła na nowe ustalenia chronologiczne tych znalezisk (patrz rozdział: *Gród kruszwicki cz. I. Stratygrafia* autorstwa Wojciecha Dzieduszyckiego). Nie odkryto podczas późniejszych badań, obiektów *in situ*, wska-

zujących na pozostałości pracowni szklarskiej wraz z jej infrastrukturą i materiałem dokumentującym charakter produkcji (mają one charakter rozproszony). Jednak ich dotychczasowa ilość i rodzaj, wskazują na istnienie warsztatów szklarskich. Znajdowane były w poziomach osadniczych obejmujących prawie 2 stulecia (od 2 poł. XI w. do 1 poł. XIII w.) na stanowisku o znacznej przebadanej powierzchni (północna część grodu, stan. 4, tabela 1). Odkryty liczny materiał zabytkowy nie musi świadczyć o dużej produkcji, a raczej o działalności kilku małych warsztatów.

Szklarskie zespoły produkcyjne zachowane w stanie pozwalającym odtworzyć stosowaną tam technologię i określić ich asortyment należą do rzadkości. Spotyka się najczęściej pojedyncze kategorie pozostałości produkcyjnych a dokumentują one jedynie fragmenty procesu produkcyjnego (DEKÓWNA 1988 s. 5-6; 2009 s. 19). Taką wartość poznawczą mają materiały również z ośrodka kruszwickiego. Wypracowane przez badaczy problematyki szklarskiej zasady klasyfikacji i interpretacji niektórych pozostałości tej produkcji są niezbędne przy badaniu tego typu źródeł. Pozwalają na określenie jej charakteru i stopnia technologicznego rozwoju. Jasne zasady takiego podziału przedstawili Maria Dekówna i Jerzy Olczak (DEKÓWNA 1988, 2009; OLCZAK 1968, 1998). W Kruszwicy odkryto nieliczne pozostałości narzędzi - tygli, przede wszystkim z ceramiki użytkowej, stosowanych głównie w pracowniach przetwórczych oraz pojedyncze fragmenty tygli mających cechy ceramiki „przemysłowej”. Następną kategorią to pozostałości produkcyjne - „żuzle”, masa szklana i pojedyncze okazy nieudanych wyrobów.

⁴ Do tej liczby nie wliczono charakterystycznych pozostałości pracowni szklawionej ceramiki budowlanej.

Żuźle i spieki są najbardziej liczną i wzbudzającą wiele wątpliwości grupą pozostałości produkcyjnych, przypuszczalnie nie zawsze szklarskiej. Mniej liczne są bryłki masy szklanej.

Precyzyjne opracowanie chronologii poziomów osadniczych pozwoliło obok planigrafii, umiejscowić te znaleziska w czasie i to stało się podstawą poniższych rozważań

Podstawą rozważań technologicznych, będących kontynuacją prekursorskiej pracy J. Olczaka, jest duża seria 121 analiz fizykochemicznych. Obejmuje ona zarówno materiały odkryte po ukazaniu się jego pracy jak i wcześniejsze, w niektórych przypadkach przebadane ponownie. Są to pozostałości produkcyjne – niektóre „żuźle”, bryłki szkła, masa szklana z tygli z ceramiki naczyniowej i jednego tygla „przemysłowego” znaczna ilość wyrobów przede wszystkim biżuterii, a także pojedyncze fragmenty szyb i naczyń. W poniższym opracowaniu przedstawiono materiały które mogą określać produkcję warsztatów wraz z wybranymi wynikami analiz fizykochemicznych. W *Katalogu*, umieszczonym na dołączonej płycie, przedstawiono zabytki ze szkła (biżuterię, ułamki naczyń i szyb). W przypadku okazów przebadanych laboratoryjnie, przedstawiono tam jedynie rodzaj, typ i odmianę szkła, bez prezentacji pełnych wyników badań. Będą one tematem osobnego opracowania.

Znaczna część analiz została wykonana metodą ilościowej analizy spektralnej i pochodzi z archiwum poznańskiego ośrodka IAE PAN. Nowsze analizy wykonano metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej XRF. Metody te wykazują się większą precyzją niż stosowane w latach 50. i 60., kiedy swoją pracę pisał J. Olczak. Przyjęto ogólnie stosowane przez polskich badaczy i opisane wielokrotnie w literaturze przedmiotu metody interpretacji analiz fizyko-chemicznych i klasyfikacji zabytkowych szkła (bliżej – ŠČAPOVA 1973; DEKÓWNA 1980: 29-32; PRINCIPES..., 2002).

Najnowsze ustalenia, dotyczące funkcjonowania warsztatów ceramiki szklanej, a także przemian politycznych, gospodarczych i politycznych w Kruszwicy, pozwoliły na wydzielenie trzech wyraźnych horyzontów działalności rzemieślników-szklarzy.

Warsztaty ceramiki budowlanej

Najprawdopodobniej w ostatniej ćwierci XI wieku, kiedy zaczęto wznosić grodowy, kamienny kościół p.w. św. Wita, z budową i przebudową tej świątyni (na początku XII wieku) łączyć można warsztat szklanej ceramiki budowlanej. Była to pracownia funkcjonująca najprawdopodobniej w bezpośredniej bliskości placu budowy (*fabricae ecclesiae*) i zlokalizowana na podstawie planigrafii odpadów warsztatu oraz pozostałości po rozsypisku świątyni. Funkcjonowała ona jedynie do 2 poł. XII wieku (bliżej KACZMAREK 1977, 2004 oraz rozdział jej autorstwa *Wczesnośredniowieczne warsztaty ceramiki budowlanej i ich wytwory. Archeologia eksperymentalna* w tym tomie). Odkryto nieliczne ruchome relikty warsztatu, ale nie odkryto urządzeń produkcyj-

nych – pieców, składu surowca itd. Szklione płytki posadzkowe (destrukty) w znacznej ilości wystąpiły w późniejszych warstwach rumoszowych. Analiza frekwencji wszystkich materiałów z różnych stanowisk i ich cech, określiła istnienie kolejnych, dwóch młodszych warsztatów, które wyposażyły w szklione elementy architektoniczne kaplicę (*oraculum*) św. Wita (przejęła ona funkcję grodowego kościoła po rozebranej świątyni pod tym samym wezwaniem) oraz wybudowaną w poł. XII w., na przeciwległym brzegu Gopła kolegiatę św. Piotra – wyposażoną w ceramiczną posadzkę w 1 poł. XIII w.

Z pracowniami tymi można łączyć znajdowane pojedyncze znaleziska tygli z ceramiki naczyniowej z resztkami masy szklanej, nieliczne „żuźle” i charakterystyczne odpady z warsztatu - bryłki szkła z przepaloną gliną. Wszystkie szklone na przebadanych współcześnie okazach ceramiki budowlanej i w tyglach z tego okresu to wysokoołowione szkło typu PbO-SiO₂, rzadziej PbO-CaO-SiO₂ (ryc. 5-7).

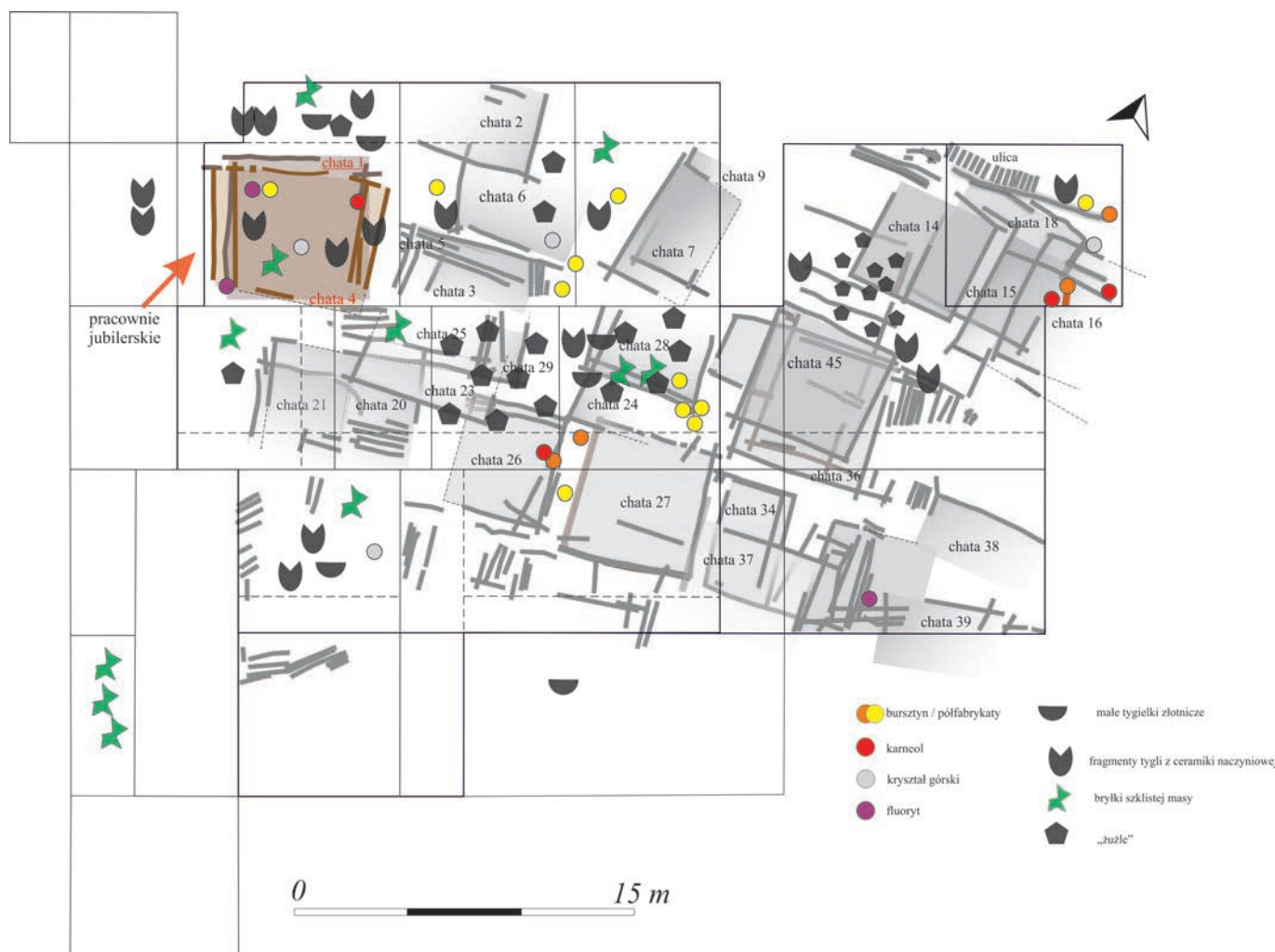
Dwa grodowe warsztaty jubilerskie

Na schyłek XI i 1 połowę XII wieku można datować dwa grodowe warsztaty jubilerskie (pracownie I i II), wspomniane w pracy A. Cofty-Broniewskiej o obróbce metali nieżelaznych (COFTA-BRONIEWSKA 1962, s. 288-298). Podczas badań wykopaliskowych, prowadzonych w latach 50-tych ubiegłego wieku w północnej części grodu (stan. 4), u podnóża stoku wału, odkryto dwa domostwa, których wyposażenie znacznie odbiegało od inwentarzy znajdujących w budynkach

Tabela 2. Kruszwica stan. 4. Zestawienie materiału zabytkowego odkrytego w dwóch pracowniach jubilerskich w Kruszwicy (4 ćw. XI – 1 poł. XII w.)

Table 2. List of artefacts discovered in two jewellery workshops in Kruszwica (4th quarter of the 11th century to the 1st half of the 12th century)

Obiekt	Inwentarz
<p>Warsztat 1 Chata 4 Chata zrębowa z przedsionkiem, 4 x 3 m 8 poziom osadniczy 4 ćw. XI w.</p>	<p>3 rogowe grzebienie, 4 łyżwy, 2 płozy rogowe, 2 hetki, igła kościana, rogowa okładzina noża, oselka, przęślik, nóż,</p> <p>paciorek z fluorytu, 2 paciorki szklane, 3 fragmenty szklanych pierścionków, szkliona grzechotka, ułamek „żuźla” - pozostałości z etapu wytopu szkła ?, 7 nieokreślonych fragmentów żelaza, fragment brązowego okucia, haczyk z brązu, 6 nieforemnych bryłek brązu, prostokątna sztabka ołowiu, ciężarek ołowiany oraz fragment ceramiki naczyniowej z soplawatymi zaciekami szkła od wewnątrz (tygiel?)</p>
<p>Warsztat 2 Chata 1 Chata zrębowa z przedsionkiem 3 x 3,5m 10 poziom osadniczy 1 poł. XII w.</p>	<p>2 noże z żelaza, oselka, igła, hetka, 2 szydła, 1 przęślik, pochewka rogowa do grzebienia, oprawka kościana, 6 łyżew, ułamek sprzączki, rozcieracz kamienny, grocik z rybiej kości, szydło z kości, gwóźdź żelazny, 3 słabo zachowane monety (denarki krzyżowe), 2 ciężarki ołowiane</p> <p>kolia paciorków ze szkła i fluorytu, 5 szklanych paciorków, 8 fragmentów szklanych pierścionków, fragment półfabrykatu bursztynowego, słupki kryształu górskiego, fragment złotej taśmy, sztabka brązu, fragment nieokreślonego przedmiotu brązowego, kilkanaście nieforemnych bryłek brązu, 2 fragmenty blachy ołowianej, duża bryłka ołowiu, 2 fragmenty glinianych tygielków, mała zeszkliwiona zatyczka gliniana do tygielka, fragment szklanej pisanki, brązowe dłucho łyżkowe, fr. tygla z ceramiki naczyniowej z resztką szklistej masy, kolia z paciorków ze szkła i fluorytu</p>



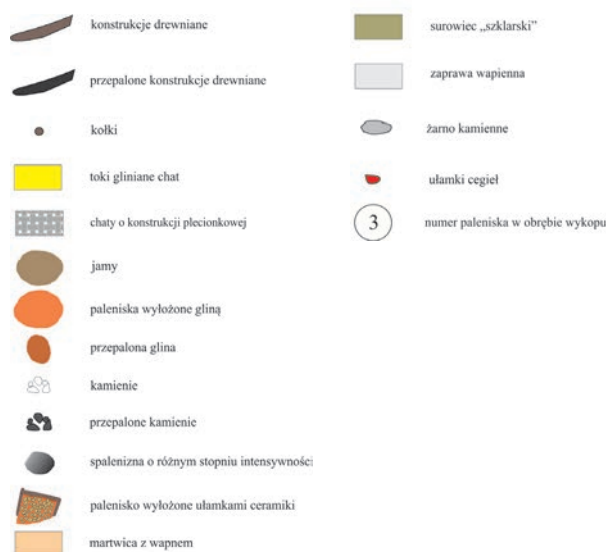
Ryc. 1. Kruszwica stan. 4, poziomy osadnicze 8-10, 4 ćw. XI w. – 1 poł. XII w. Planigrafia znalezisk łączonych z warsztatami jubilerskimi (chata 1 i 4) - tygielków złotniczych, ułamków tygli z ceramiki użytkowej, bryłek szkła i przypuszczalnych odpadów produkcyjnych oraz kamieni półszlachetnych na tle ówczesnej zabudowy. Rys. J. Sawicka

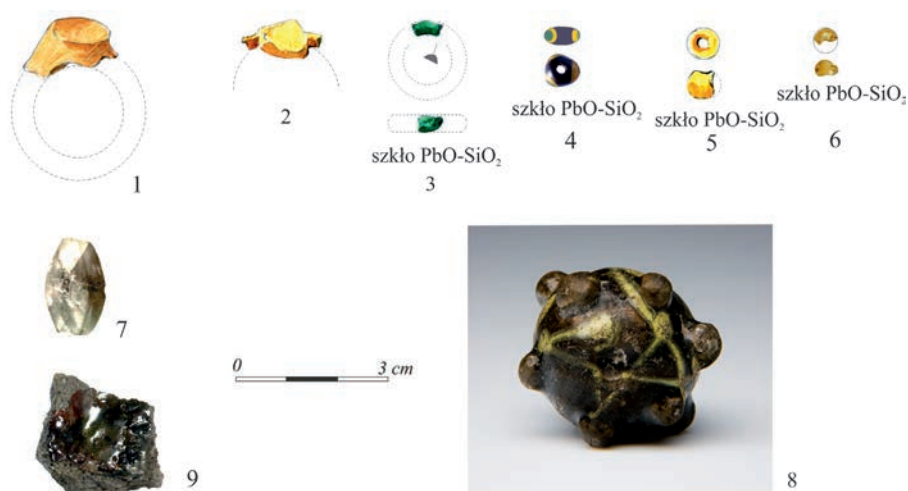
Fig. 1. Kruszwica site 4, settlement levels 8-10, 4th quarter of the 11th century to 1st half 12th century Scatter diagram of finds associated with jewellery workshops (huts 1 and 4) - goldsmith crucibles, fragments of utility pottery crucibles, glass lumps and presumed production waste and semi-precious stones, against the background of contemporary buildings. Drawing by J. Sawicka

z tych samych poziomów osadniczych (ryc. 1, tab. 2). Analiza nielicznych szklarskich pozostałości produkcyjnych pozwala na ostrożne określenie działalności tych warsztatów jako również szklarskich, pracowni typu B (?) - przetwórczych, używających surowego szkła. Przebadano fizykochemicznie duży zbiór biżuterii oraz szklistą masę w tyglach z ceramiki naczyniowej i pojedynczą bryłkę szkła (ryc. 2-4).

Pracownie (I i II), działały przypuszczalnie równoległe z warsztatami ceramiki budowlanej. Ponieważ różne pozostałości produkcyjne odkryte w poziomach osadniczych ze schyłku XI i 1 poł. XII w., jak już zaznaczono, miały charakter rozproszony zaliczono je do tego samego "horyzontu" lub „centrum" produkcyjnego. Jest to wprawdzie kilkadziesiąt lat trwania, lecz niemożliwa jest korelacja czasu ich działalności. Pierwsza szkliona płytka posadzkowa pojawia się już w materiałach z 4 ćw. XI w. (KACZMAREK 2004). Funkcjonował już wtedy pierwszy warsztat jubilerski. Z tego okresu pochodzą odpady produkcyjne, które mogły pochodzić z warsztatu ceramiki budowlanej

Legenda (ryc. 2 i 11):





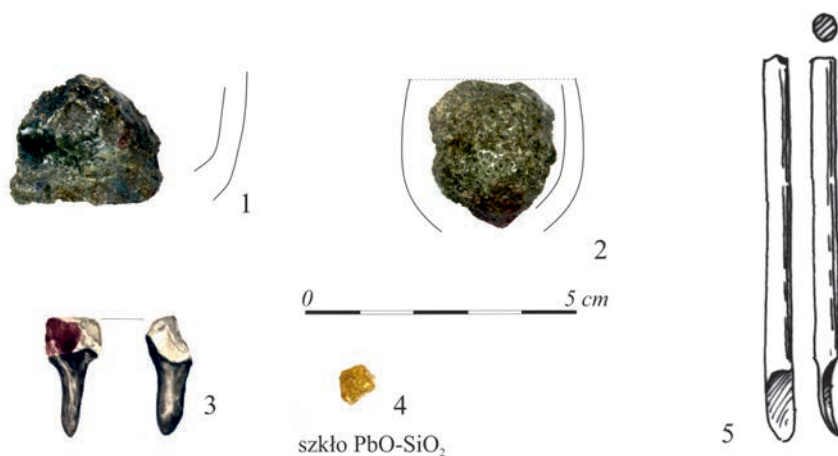
Ryc. 2. Kruszwica stan. 4. **Warsztat jubilerski I**, chata 4. 1 – pierścionek – sygnet z monolitycznym oczkiem (kat. 59); 2 – pierścionek z dolepionym oczkiem (inv. 693/53); 3 – kółko (kat. 66); 4 – paciorek „trójkątny” (kat. 67); 5 – paciorek beczułkowaty (kat. 65); 6 – paciorek beczułkowaty (?) (kat. 68); 7 – paciorek z fluorytu (inv. 772/53); 8 – szklawiona grzechotka guzowata (inv. 746/53); 9 – mały ułamek tygla z ceramiki naczyniowej ze szklistą masą wewnątrz (inv. 662/53). Rys. i fot. J. Sawicka, 8 – fot. M. Jórdeczka

Fig. 2. Kruszwica site 4. **Jewellery workshop I**, Hut 4. 1 – ring – signet ring with a monolithic eyelet (cat. 59); 2 – ring with an attached eyelet (inv. no 693/53); 3 – ring (cat. 66); 4 – “triangular” bead (cat. 67); 5 – barrel-shaped bead (cat. 65); 6 – barrel-shaped bead (?) (cat. 68); 7 – fluorite bead (inv. no 772/53); 8 – glazed rattle with nodules (inv. no 746/53); 9 – small fragment of a pottery crucible with glass mass inside (inv. no 662/53). Drawing and photo J. Sawicka, 8 – photo by M. Jórdeczka

mógł on zasilać gotowym szkłem pracownię jubilerską (warsztat I z końca XI w.). Nie można również wykluczyć osobnego małego warsztatu produkującego lub przerabiającego szkło na potrzeby obu warsztatów. Jerzy Olczak, w swojej pracy pisał o ułamkach gliny ze szklistą masą, które miały pochodzić z rumowiska szklarskiego pieca. Obecnie, te, które zachowały się do dziś, interpretuje się jako ułamki po nieudanych wyrobach warsztatu budowlanego, często wtórnie użytych

jako podstawki pod szklawione w piecu płytki. Nie noszą one śladów działania bardzo wysokiej temperatury. Wprawdzie piece w których wypalano, lub takie w których płytki szklawiono były używane krótko, to gliniane kopuły mogą być wręcz jednorazowe. Ułamków takich jest niewiele.

Jarmila Kaczmarek nie wyklucza działalności jeszcze jednego warsztatu, działającego w 1 połowie XII w. również produkującego szklawione płytki posadz-



Ryc. 3. Kruszwica stan. 4. **Warsztat jubilerski II**, chata 1. 1-2 – fragm. małych tygielków (inv. 483/54, 511/53); 3 – zatyczka do tygielka (inv. 525/53); 4 – bryłka szkła (inv. 693/54); 5 – dłutko brązowe (inv. 478/53); 6 – bryłka surowego bursztynu (inv. 515/53); 7 – słupek kryształu górskiego (inv. 4294/64); 8 – złote – zawieszka i fragm. taśmy; 9 – mały fragm. pisanki (inv. 473/53). Rys. i fot. J. Sawicka, fot. 8 – M. Jórdeczka, rys. 9 – S. Łuczak



Fig. 3. Kruszwica site 4. **Jewellery workshop II**, hut 1. 1-2 – fragments of small crucibles (inv. no 483/54, 511/53); 3 – crucible stopper (inv. no 525/53); 4 – glass lump (inv. no 693/54); 5 – bronze chisel (inv. no 478/53); 6 – lump of raw amber (inv. no 515/53); 7 – rock crystal rod (inv. no 4294/64); 8 – gold – pendant and fragment of a band; 9 – small fragment of an Easter egg (inv. no 473/53). Drawing and photo by J. Sawicka, photo by 8 – M. Jórdeczka, fig. 9 – S. Łuczak

Ryc. 4. Kruszwica stan. 4. **Warsztat jubilerski II**, chata 1. Przedmioty ze szkła: 1 – pierścienek z dolepionym oczkiem (kat. 97); 2 – pierścienek z dolepionym oczkiem (kat. 98); 3 – obrączka (kat. 101); 4 – obrączka (kat. 100); 5 – obrączka (kat. 105); 6 – kółko (kat. 99); 7 – kółko (kat. 108); 8 – kółko (kat. 106); 9 – cylindryczny paciorek zdobiony nalepionym pasmem szkła (kat. 103); 10 – paciorek beczułkowaty (kat. 104); 11 – paciorek stożkowaty (inv. 457/53); 12 – paciorek płaskokulisty zdobiony wtopionymi plamkami szkła innej barwy (kat. 107); 13 – kolia paciorków ze szkła i fluorytu (kat. 91). Rys. i fot. J. Sawicka, 13 - rys. S. Łuczak, fot. M. Jórdeczka



Fig. 4. Kruszwica site 4. **Jewellery workshop II**, hut 1. Glass items: 1 – ring with an attached eye (cat. 97); 2 – a ring with an attached eyelet (cat. 98); 3 – ring (cat. 101); 4 – ring (cat. 100); 5 – ring (cat. 105); 6 – ring (cat. 99); 7 – ring (cat. 108); 8 – ring (cat. 106); 9 – cylindrical bead decorated with a strand of glass attached (cat. 103); 10 – barrel-shaped bead (cat. 104); 11 – conical bead (inv. no 457/53); 12 – a flat-spherical bead decorated with embedded spots of different-coloured glass (cat. 107); 13 – necklace of glass and fluorite beads (cat. 91). Drawing and photo J. Sawicka, 13 – drawing by S. Łuczak, photo by M. Jórdeczka

kowe. Mogły to być remonty, uzupełnienia lub produkcja nowej posadzki. Jest to okres po 1096 roku, kiedy gród podnosił się ze zniszczeń. Ułamki tygli z ceramiki naczyniowej, gliny ze szklaną masą i różnego rodzaju spieków, wśród których kilka można wiązać ze szkłem wysokoolowowym występują w poziomie osadniczym z 1 poł. XII w. Działała wtedy również II pracownia jubilerska. Nie można tych znalezisk, jednak z nieco późniejszego poziomu osadniczego wiązać z warstwami niwelacyjnymi, które dużą skalę wystąpiły później.

W tych samych poziomach osadniczych, w bezpośrednim sąsiedztwie i na obszarze gęsto zabudowanym, odkryto materiały, które mogły mieć związek z warsztatami jubilerskimi – małe tygielki złotnicze, jednak bez śladów masy szklanej, z pozostałościami resztek metali (HENSEL-MOSZCZYŃSKA 1981/88), fragmenty glinianej dyszy i żelaznej łyżki odlewniczej oraz pozostałości po obróbce bursztynu (bliżej w rozdziale *Wyroby z bursztynu i kamieni półszlachetnych* w tym tomie), ryc. 8,9. Ułamek tygla z ceramiki naczyniowej, z czerwono-brunatną szklistą masą, pochodzący z warsztatu I (koniec XI w.), został przebadany fizykochemicznie (tabela 3, pozycja 1, ryc. 2: 9). Jest to fragment brzuśca standardowej ceramiki kuchennej, analogicznej do zbioru odkrytego w warstwach datujących poziom osadniczy. Ułamki takich brzuśców, w kształ-

cie miseczek, były często używane jako tygle – przede wszystkim w metalurgii metali nieżelaznych (ZAVŘEL, ČIHÁKOVÁ 2019, s. 476).

Próba interpretacji wyników analizy składu tej szklistej masy napotkała na trudności; skład chemiczny niekiedy w znacznym stopniu odbiega od składu szkła zabytkowego, w tym przypadku ołowiowego. Pewną wskazówką były uwagi dr Piotra Dzierżanowskiego, wykonawcy tej analizy oraz przede wszystkim wyniki analiz pozostałości po produkcji i przeróbce metali nieżelaznych z Pragi – Malej Strany (ZAVŘEL, ČIHÁKOVÁ 2019). Autorzy prezentują tam pozostałości po m.in. po kupelacji srebra, złota i miedzi. Analizy te, zostały przeprowadzone oddzielnie dla poszczególnych rodzajów takich konkrekcji – mas żużłopodobnych, szklistych czy metalicznych powłok, nierzadko występujących razem. W niektórych przypadkach zdołano określić fazę procesu z której pochodzą te pozostałości bądź odpady. Nie są to analizy często spotykane w literaturze przedmiotu. Fragment z Kruszwicy to zaledwie ułamek a ślad to niewielki naciek szklistej masy. Została ona przebadana jako potencjalna pozostałość szkła. Na zdjęciu BSE, potwierdzającym tę diagnozę widać wyraźnie kulki metalicznej miedzi (Cu) i ślady srebra (Ag). Próbkę pobrano z szklistej, nieprzejrzystej i jednorodnej, ciemnoczerwonej masy. Wysoka koncentracja ołowiu (PbO – 46,95%), glinu (Al₂O₃ – 6,262%)



Ryc. 5. Kruszwica stan. 4. Pracownia ceramiki budowlanej i warsztaty jubilerskie, 2 poł. XI – 1 poł. XII w. Wybrane fragmenty tygli z ceramiki naczyniowej z masą szklaną i bryłki szkła, przebadane fizykochemicznie: 1 – inw.1990a; 2 – inw.1990b; 3 – inw. 920; 4 – inw. 3297; 5 – inw. 5961. Bryłki masy szklanej: 6 – inw. 3000; 7 – kostka surowego szkła inw. 530; 8 – inw. 1884; 9 – inw. 3296. Fot. T. Sawicki

Fig. 5. Kruszwica site 4. Construction ceramics workshop and jewellery workshop from the 2nd half of the 11th century to the 1st half of the 12th century. Selected fragments of pottery crucibles with glass mass and glass lumps, physiochemically examined.

1 – inv. no 1990a; 2 – inv. no 1990b; 3 – inv. no 920; 4 – inv. no 3297; 5 – inv. no 5961; 6 – inv. no 3000; 7 – inv. no 530; 8 – inv. no. 1884; 9 – inv. no 3296. Photo: T. Sawicki

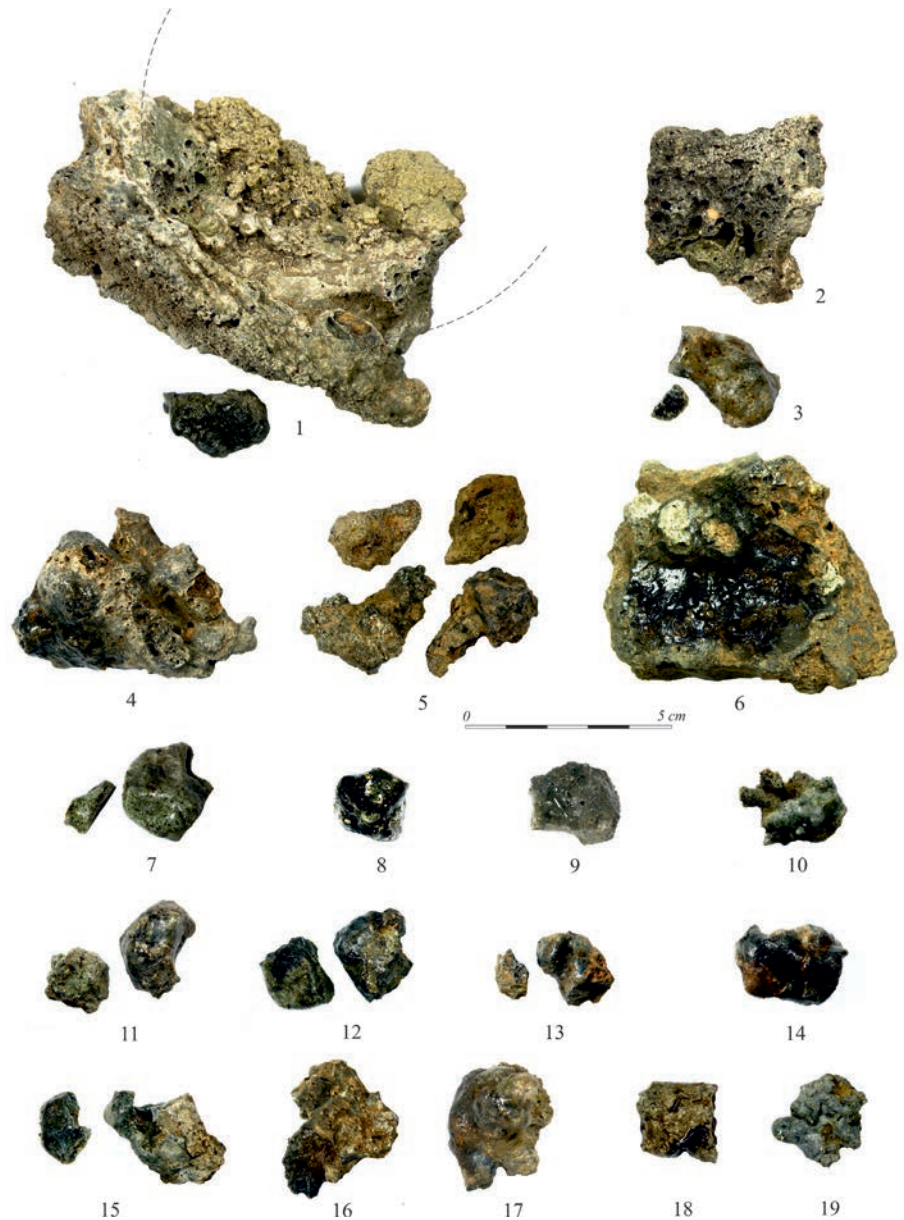
żelaza ($\text{FeO} - 4,710\%$) czy miedzi ($\text{CuO} - 5,409\%$), mogą świadczyć o pozostałości z ołowiowej rafinacji srebra. Podobne wartości szklistej masy o zbliżonych koncentracjach ołowiu, potasu, wapnia i glinu zaobserwowano w tyglu z Pragi (ZAVŘEL, ČIHÁKOVÁ 2019, tab. 1). Proces rafinacji srebra polega na rozcieńczeniu srebra ołowiem, ułatwia to wypalanie domieszek, przechodzą one w stan tlenkowy. Następnie utlenia się ołów i wypływa on na powierzchnię masy jako żużel, który się usuwa. Szkliste masy, które wystąpiły w tygielkach mogą pochodzić z fazy nieżużlowej tego procesu. Prawdopodobnie są odpadami z niedokończonego procesu.

W relacji mnicha Teofilusa (*Diversarum Artium Schedula i inne średniowieczne zbiory przepisów o sztukach rozmaitych*), w części dotyczącej jubilerstwa, znajduje się opis niewielkiego urządzenia do przetapiania i rafinacji złota, używanego w przypadku obróbki małej ilości metalu. Rekonstrukcję takiego piecyka wykonał i przedstawił Jerzy Piaskowski (1953, s. 151-152) a H. Kóčka-Krenz łączy hipotetycznie z XI-wieczną poznańską pracownią jubilerską przy książęcym palatium (2006). Małe tygielki ustawiano na płaskim trójnożnym naczyniu i umieszczano garnku. Dno garnka i jego część przydenna posiadały otwory doprowadzające powietrze potrzebne do spalania, otwór w dnie naczynia służył ponadto do usuwania popiołu. Garnek ustawiano na kamieniach. Paliwem był węgiel drzewny. Temperatura topnienia złota ($960,5^\circ\text{C}$), miedzi (1083°C) czy srebra (1063°C) jest porównywalna z temperaturą potrzebną do stopienia lub nadania plastyczności szkła. Ten praktyczny sposób budowy małych „pieców” był stosowany szeroko w pracow-

niach jubilerskich w ośrodkach grodowych i wczesnomiejskich, gdzie pracownia rzadko zajmowała osobny budynek. Pozostałości tych „rozwiązań technologicznych” są słabo uchwytnie w materiałach pozyskanych podczas badań, wyjątkiem są znaleziska tygielków. Takie rozwiązanie zapewne stosowano do małej ilości szkła, potrzebnej do małych napraw czy wtopienia ornamentów. Produkcja kółek, pierścionków czy paciorków z półsurowca (np. pałeczek) prawdopodobnie odbywała się przy użyciu zwykłego naczynia z żarem i dyszy z miechem. Można przypuszczać, że w tyglach z ceramiki naczyniowej lub ich ułamkach o większej pojemności, np. dnach, przetapiano lub rozmięczano ich większe ilości (produkcja pierścionków?). Ponieważ w obu domostwach odkryto jedynie ślady po zwykłych paleniskach, wszystkie prace związane z pozyskaniem wysokiej temperatury mogły odbywać się w zbliżony sposób.

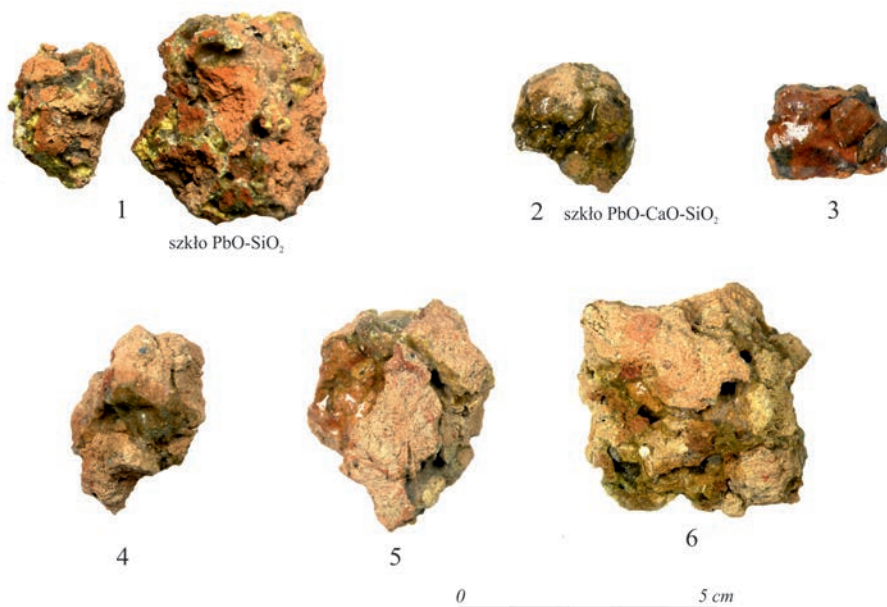
Duża ilość odkrytych fragmentów pierścionków (126 zachowanych do dziś), wg J. Olczaka (2000, s. 316) – pierścionków z oczkiem, zdobionych obrączek i prostych kółek, występujących w poziomach osadniczych z całego wieku XII, zwraca uwagę na możliwą ich produkcję w pracowniach. Pojedyncze egzemplarze pojawiają się już w poziomach osadniczych z końca XI w. (pracownia I). Kilka szczególnych egzemplarzy odkryto w reliktach warsztatu II, z 1 poł. XI w. (ryc. 4), pozostałe poza obiektami. Ilość znajdowanych paciorków jest zdecydowanie mniejsza, są to przeważnie pojedyncze egzemplarze różnych typów. Wyjątkiem jest kolia zestawiona z paciorków z fluorytu i drobnych ze szkła (ryc. 4).

Pierścionki reprezentują kilka podstawowych typów, charakterystycznych dla tego rodzaju biżuterii:



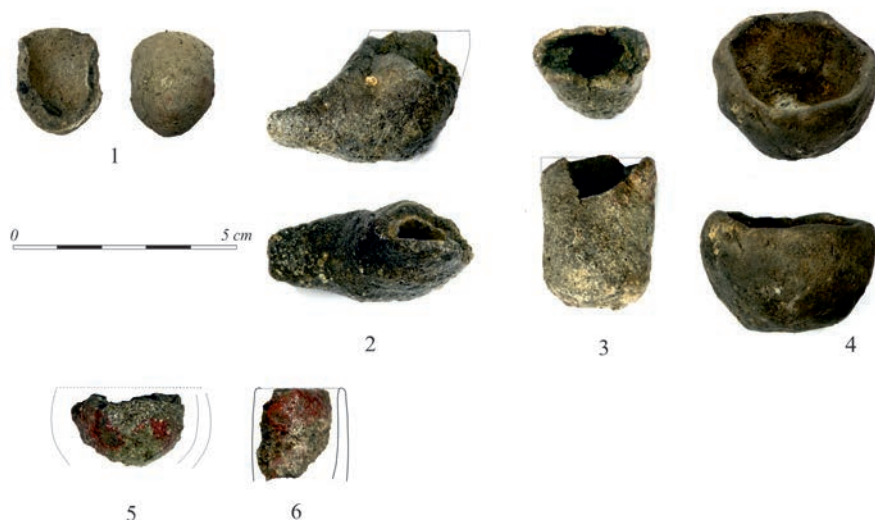
Ryc. 6. Kruszwica stan. 4. Pracownie ceramiki budowlanej i warsztaty jubilerskie, 2 poł. XI- 1 poł. XII w. Wybrane fragmenty pozostałości produkcyjne: 1 - lekki żużel z odciskiem dużego tygla (inv. 3199); 2-5 - lekkie spieki mogące pochodzić z pierwszego etapu spiekania surowców wyjściowych; 6 - ciężki spiek, mogący pochodzić z dna tygla; 7-19 szkliste spieki. Fragmenty nr 4-9, 13, 14, 17 zostały przebadane fizykochemicznie. Fot. T. Sawicki

Fig. 6. Kruszwica site 4. Construction ceramics workshops and jewellery workshops from the 2nd half of the 11th century to the 1st half of the 12th century. Selected fragments of manufacturing remains: 1 - light slag with an imprint of a large crucible (inv. no 3199); 2-5 - light sinters, which may have been caused by the first stage of raw material sintering; 6 - heavy sinter, possibly from the bottom of the crucible; 7-19 glassy sinters. Fragments no. 4-9, 13, 14, 17 were physicochemically examined. Photo: T. Sawicki



Ryc. 7. Kruszwica stan. 4. Wybrane odpady produkcyjne łączone z warsztatem ceramiki budowlanej - bryłki gliny z masą szklaną. Fot. T. Sawicki

Fig. 7. Kruszwica site 4. Selected production waste associated with a construction ceramics workshop - clay lumps with glass mass



Ryc. 8. Kruszwica stan. 4. Małe tygielki złotnicze bez śladów szkła wewnątrz, z poziomów osadniczych z końca XI – 1 połowy XII wieku, łączone z pracowniami jubilerskimi. 1 – inv. 3505; 2 – inv. 4950; 3 – inv. 5630; 4 – inv. 3656; 5 – inv. 527; 6 – inv. 549. Fot. T. Sawicki

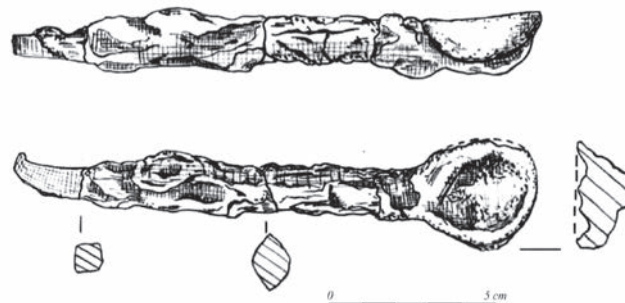
Fig. 8. Kruszwica site 4. Small goldsmith crucibles with no traces of glass inside, from settlement levels from the end of the 11th century to the 1st half of the 12th century, associated with jewellery workshops. 1 – inv. no 3505; 2 – inv. no 4950; 3 – inv. no 5630; 4 – inv. no 3656; 5 – inv. no 527; 6 – inv. no 549. Photo: T. Sawicki

- pierścionki z oczkiem monolitycznym, utworzonym przez spłaszczenie obrączki,
- pierścionki z oczkiem dolepionym, gładkie lub zdobione odciskaniem ornamentu guzków lub skrzyżowanych pałeczek,
- obrączki zdobione plastycznym ornamentem, ukośnym żłobkowaniem (jedynie 2 egzemplarze),
- obrączki zdobione wtopioną płasko nicią z opakowego szkła. Nić często jest pojedyncza lub podwójna, nieregularna, zdarzają się pojedyncze egzemplarze pokryte siecią cienkich „pajęcznych” nitek (ryc. 4: 5). We wszystkich okazach szkło korpusu jest zawsze zielone lub zielononiebieskie, zdobiny żółte,
- proste kółka, często zachowane fragmentarycznie (mogą więc być ułamkami pierścionków), barwy

żółtej, zielonej, zielononiebieskiej, niebieskiej i ciemnej czarnobrunatnej.

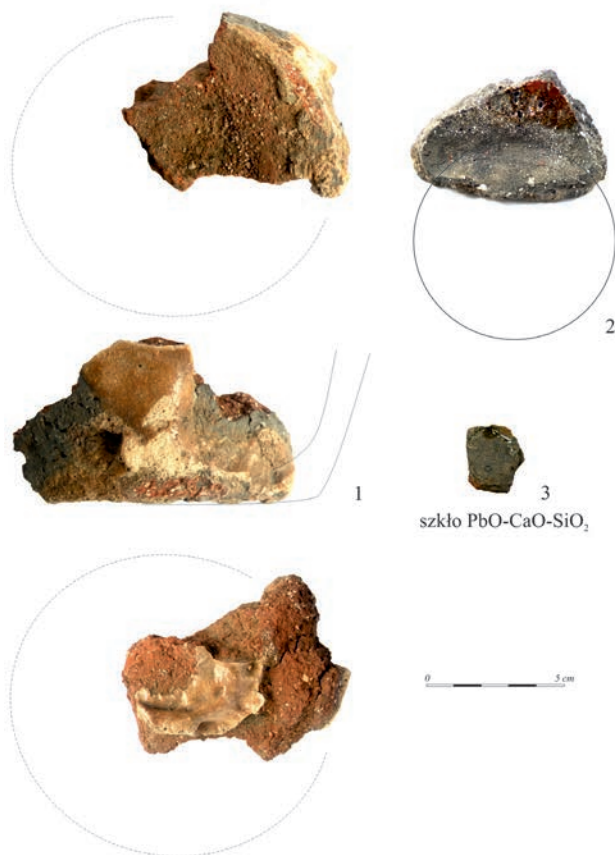
Wszystkie te rodzaje pierścionków występują w poziomach osadniczych z ostatniej ćw. XI – 1 poł. XII w. Donat Wehner, pierścionki z oczkami monolitycznymi i nalepionymi, również zdobionymi, szczególnie barwy żółtej, łączy z obecnością duchownych, używających takich pierścieni nawet jako pieczęci (okazy z wypustkami i guzkami). Miały być naśladownictwem złotych pierścieni dostojników kościelnych (cztery takie okazy odkryto w pracowniach jubilerskich, kolejne w poziomach osadniczych im współczesnym, również okazy z bursztynu). I wskazuje na Kruszwicę jako potencjalne miejsce ich produkcji (WEHNER 2013).

Te rozważania, poświadczają niejako ustalenia A. Cofty-Broniewskiej, badaczki Kruszwicy, która określiła oba warsztaty jako pracownie parające się obróbką metali nieżelaznych. Przerabianie szkła, jak we wszystkich pracowniach stosujących wysokie temperatury i mających do tego odpowiednie urządzenia oraz formowanie prostych wyrobów takich jak paciorki czy pierścionki było jak najbardziej tam możliwe.



Ryc. 9. Dysze gliniane od bliżej nieokreślonych pieców lub palenisk i żelazna łyżka odlewnicza koniec XI – 1 poł. XII w.

Fig. 9. Pottery nozzles from unspecified stoves or hearths and an iron shank ladle end of 11th century to the 1st half of the 12th century



Ryc. 10. Kruszwica stan. 2. Pozostałości z warsztatu II ceramiki budowlanej, 1 poł. XIII w.: 1 - tygiel z utlenioną masą szklaną (inv. 5400); 2 - tygiel z utlenioną masą szklaną i z mikrośladami metali (inv. 740); 3 - ułamek tygla z ceramiki użytkowej z masą szklaną, przebadany fizykochemicznie (inv. 920). Fot. J. Sawicka

Fig. 10. Kruszwica site 2. Remains from construction ceramics workshop II, 1st half of the 13th century: 1 - crucible with oxidized glass mass (inv. no 5400); 2 - crucible with oxidized glass mass and micro-traces of metals (inv. no 740); 3 - fragment of a utility pottery crucible with glass mass, physiochemically examined (inv. no 920). Photo: J. Sawicka

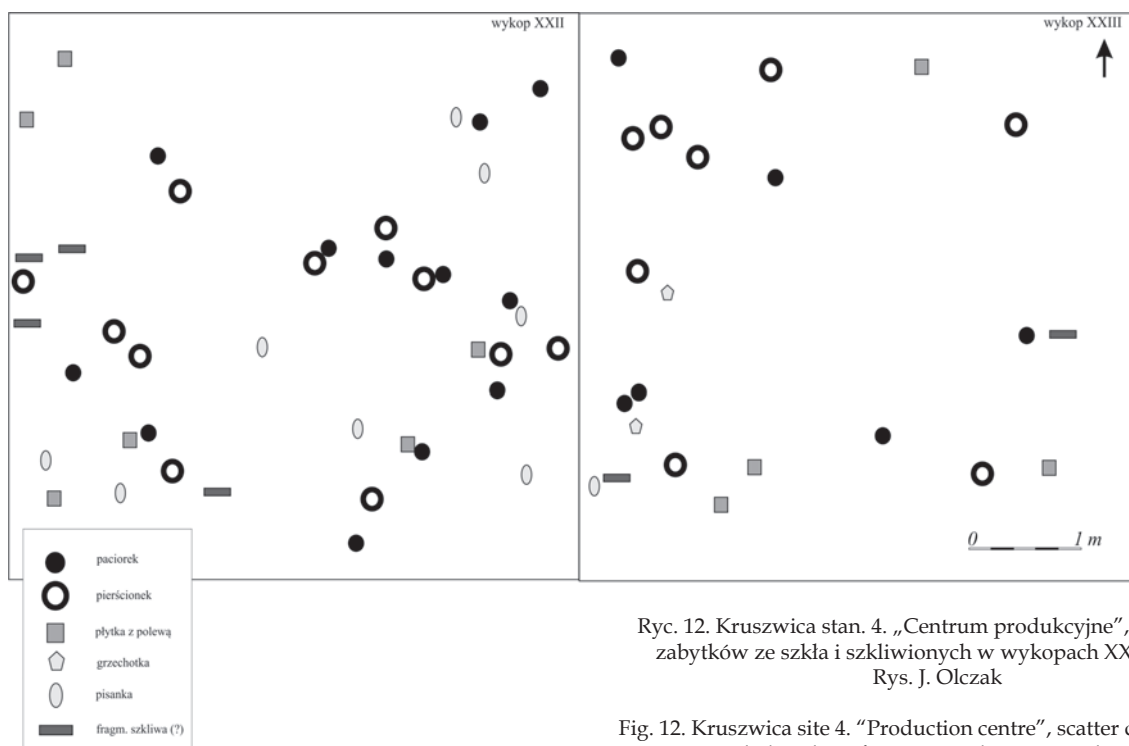
Huta czy warsztat przetwórczy?

Po początku XII w. znielowano obronne wały i w północnej części grodu powstaje powoli produkcyjna część wczesnomiejskiego ośrodka (ryc. 11). Odkryto tam, między innymi, wspomniany wyżej „szklarski” piec i magazyn „surowca”, skupiska pozostałości produkcyjnych – spieków, bryłek szkła, ułamków ceramiki naczyniowej ze śladami szklistych mas i dużą ilość wyrobów szklanych – przede wszystkim obrączek i kólek. Planigrafia materiału wiążanego ze szklarstwem wyraźnie pokazuje koncentrację tych pozostałości i wyrobów w północnej „produkcyjnej” części grodu, przy północnej granicy ówczesnych wykopów badawczych (ryc. 11a). Zespół ten odkryto w poziomie osadniczym z 2 poł. XII w. Późniejsze prace wykopaliskowe w tej północnej części grodu wykazały bardzo dużą skalę zniszczeń wczesnośredniowiecznych nawarstwień, powstałych podczas budowy systemu fos XIV-wiecznego zamku, co uniemożliwiło dalsze badania. W okresie wczesnego średniowiecza na terenach Europy, pracownie szklarskie bardzo często składały

się z całego szeregu różnych pomocniczych palenisk i pieców a i piece nie miały solidnej konstrukcji i pracowały jedynie przez krótki czas (Foy 2000, s. 159). Przynajmniej, odkryty produkcyjny kompleks, obejmujący oczywiście różną działalność, był fragmentem większego obszaru.

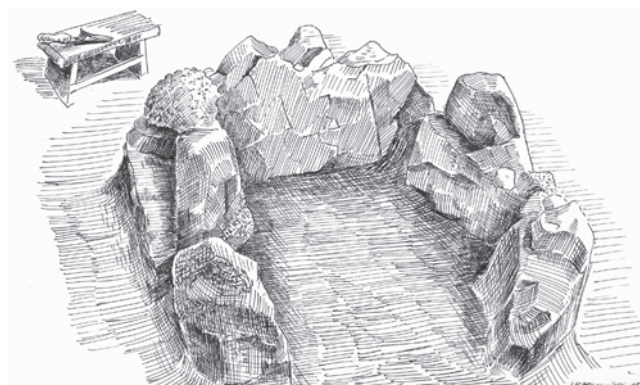
W poziomach osadniczych wiązanych z 2 poł. XII w., w północnej części grodu (stan. 4) odkryto większą ilość obrączek i kólek (50 egz.). Jest to szczególnie znaczące, w tamtym okresie nie było w tym miejscu zabudowy mieszkalnej. Również paciorki wystąpiły tam w dużej ilości – szczególnie małe, stożkowate okazy wykonane przez nawinięcie na cienki pręt pasma szkła (30 egz.). Są niestarannie wykonane i masowo występują na wczesnośredniowiecznych stanowiskach. Te właśnie odkrycia (w dziennikach badań pisze się również o licznych ułamkach szklawionych posadzkowych płytek, w 2 poł. XII w. było to już rozsypisko po kościele św. Wita) dały impuls do wszystkich wcześniejszych rozważań o miejscowej produkcji szkła. Oprócz tych prostych ozdób, które można by określić jako ewentualną miejscową produkcję, odkryto kilka paciorków, których technika wykonania wskazywałaby na bardziej zaawansowaną technologię produkcji – odlewany paciorek-malina, duży paciork-zawieszka, paciorek ze „złotą” wkładką, paciorek z ciemnoniebieskiego szkła (przypuszczalny import), czy trzy drobne ułamki finezyjnych naczyń (cienkościenne z lazuruwego szkła czy z wtopioną brązową lub miedzianą nitką) oraz dużo źle zachowanych przedmiotów z brązu. Ponieważ w tym poziomie już wystąpił rumoszcz wiązany z rozbiórką kościoła św. Wita, te znaleziska można przypuszczalnie łączyć z wcześniejszym, jeszcze gęsto zabudowanym poziomem osadniczym z 1 poł. XII w.

Od połowy XII wieku występują nieliczne znaleziska szklawionej, miejscowej ceramiki (DZIEDUSZYCKI 1982, s. 30-31, 34-35). Technologia pokrywania ceramiki szklawem (dotyczy to również szklaw na ceramice budowlanej) jest zróżnicowana (bliżej AUCH 2016, s. 9-23, 49-56). Zastosowanie jednej z nich - zawiesziny ze sproszkowanego szkła i wody nie wyklucza pozyskania szkła przez miejscowy wytop z surowców wyjściowych. Kruszwickie szklawo na ceramice budowlanej reprezentują wysokoolowiowe, bezalkaliczne szkła odmiany $PbO-SiO_2$, natomiast na szklawionej ceramice naczyniowej obok bezalkalicznych, wysokoolowiowych odmiany $PbO-SiO_2$ rzadziej $PbO-CaO-SiO_2$, szkło ołowiowo-alkaliczne typu $PbO-K_2O-SiO_2$ (DZIEDUSZYCKI 1982, s. 34-35, tabela 16). Technologia wytopu prostych niealkalicznych szkieł wysokoolowiowych ($PbO-SiO_2$) należy do stosunkowo prostych – ma najniższą temperaturę topienia a wszystkie składniki (piasek, ołowiowa glejta czy minia i ewentualny surowiec wapienny) były pochodzenia lokalnego. Wśród pozostałości produkcyjnych z tego okresu, bryłek szkła, wystąpiły pojedyncze okazy o tym składzie (tabela 8). Sama pracownia jest bardzo słabo uchwytna w materiale archeologicznym – ułamki standardowej ceramiki naczyniowej, pokrytej intencjonalnym szklawem są nieliczne.



Ryc. 12. Kruszwica stan. 4. „Centrum produkcyjne”, planigrafia zabytków ze szkła i szklonych w wykopach XXII i XXIII.
Rys. J. Olczak

Fig. 12. Kruszwica site 4. “Production centre”, scatter diagram glass and glazed artefacts in trenches XXII and XXIII.
Drawing by J. Olczak



Ryc. 13. „Piec szklarski”. Rys i fot. Archiwum IAE PAN

Fig. 13. “Glass stove”. Drawing and photo Archive IAE PAN

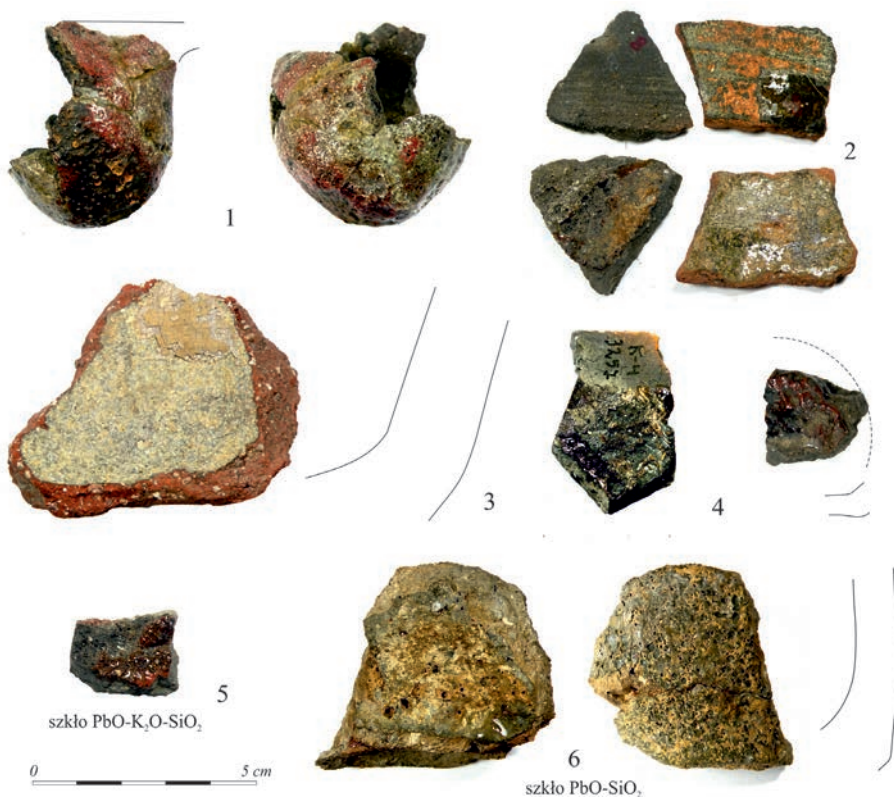
W pierwszej połowie XII w. (lata 1120-1140) na drugim brzegu Gopła zaczęto wznosić kamienną świątynię p.w. św. Piotra, pierwotnie siedzibę biskupstwa kruszwickiego. Architektura tej budowli, nawiązująca do kościołów nadreńskich oraz jej wspinałe wyposażenie pozwala przypuszczać, że jego część mogła powstać na miejscu, w „produkcyjnej” części kruszwickiego ośrodka (bliżej DZIEDUSZYCKI 2016, s. 75). Nie ulega wątpliwości, że budowla takiej rangi była posiadała oszklone okna⁵.

W nawarstwieniach w północnej części grodu (stan. 4), datowanych na okres po połowie XII wieku, zna-

leżono kilkanaście drobnych fragmentów szyb, w tym kilka barwionych w masie i malowanych kolorowymi farbami witraży, które łączy się kościołem p.w. św. Wita. Do czasów obecnych zachowało się jedynie 9 fragmentów⁶. Przebadano jedynie dwa nieskorodowane ułamki, wykonano je ze szkła potasowo-wapniowego odmiany $K_2O-CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$. Nie znaleziono jednak żadnych bezpośrednich dowodów na miejscową produkcję szyb, chociaż produkcja takiego szkła była już w tym czasie możliwa.

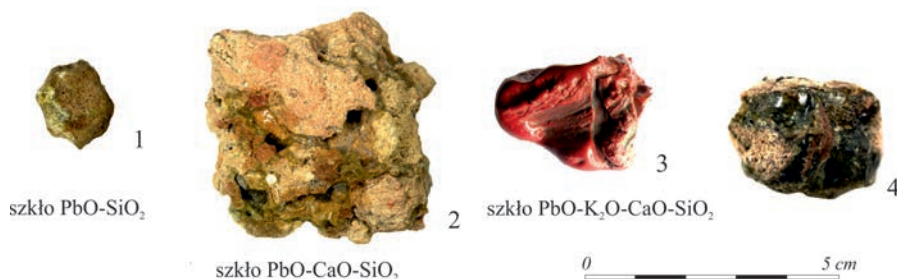
⁵ Ratownicze badania wykopaliskowe w kolegiacie, prowadzone w latach 60. przez E. Springer, przyniosły liczne znaleziska fragmentów szyb. Brak jednak wyraźnego układu stratygraficznego w jej wnętrzu (zdołano uchwycić jedynie kilka sekwencji następujących po sobie pochówków) uniemożliwił określenie najstarszego zbioru.

⁶ Bliżej o lokalizacji, chronologii i wyposażeniu kolegiaty p.w. św. Wita – KACZMAREK 2004, s. 321-325; DZIEDUSZYCKI 2016, s. 75-76.



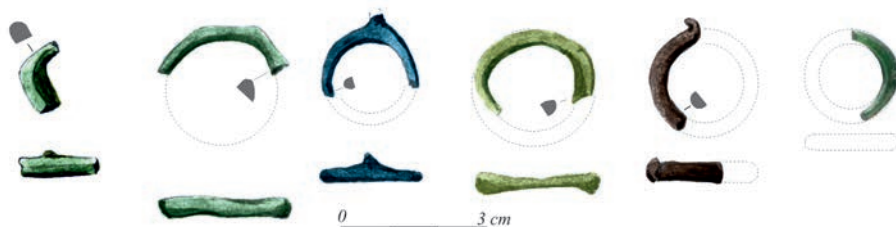
Ryc. 14. Wybrane pozostałości produkcyjne łączone z II pracownią szklarską (huta?) – tygły z ceramiki użytkowej.
Fot. T. Sawicki

Fig. 14. Selected manufacturing remains associated with glass workshop II (glassworks?) – pottery crucibles.
Photo: T. Sawicki



Ryc. 15. Wybrane pozostałości produkcyjne łączone z II pracownią szklarską (huta?) – szkliste masy i bryłka surowego szkła.
Fot. T. Sawicki

Fig. 15. Selected manufacturing remains associated with glass workshop II (glassworks?) – glass masses and a lump of raw glass. Photo: T. Sawicki



Ryc. 16. Warsztat II (huta?), kółka szklane noszące cechy nieudanych wyrobów (kat. 286, 19, 87, 272, 221, 175). Rys. J. Sawicka

Fig. 16. Workshop II (glassworks?), Glass rings with features suggesting faulty products (cat. 286, 19, 87, 272, 221, 175). Drawing by J. Sawicka

Wyniki analiz fizykochemicznych

Dla materiałów z Kruszwicy, wiązanych z produkcją szklarską wykonano znaczną ilość analiz fizykochemicznych, w tym artykule zaprezentowano jedynie wybrane, najbardziej reprezentatywne wyniki. Z przyczyn niezależnych, nie udało się jednak przebadać wszystkich materiałów jedną metodą badawczą. Wykorzystano szereg analiz z Archiwum poznańskiego Ośrodka IAE PAN, wykonanych w latach 80-tych ubiegłego stulecia, przez Annę Girdwoyń, metodą analizy spektralnej jakościowej w ówczesnym Centralnym Laboratorium IHKM PAN w Warszawie. Drugą serią analiz, która objęła przede wszystkim spieki, „żuźle”

i zawartość tygli ze standardowej ceramiki naczyńowej wykonał w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Minerałów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), mikroanalizy elektronowej metodą WDS, Piotr Dzierżanowski. Trzecia grupa analiz, obejmująca przede wszystkim wyroby została wykonana w obecnym Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), metodą EDS przez Elżbietę Pawlicką.

Tabela 3. Kruszwica stan. 4. Wyniki analiz składu szkła materiałów z warsztatu jubilerskiego I

Table 3. Results of analysis of glass in materials from jewellery workshop I

	1 Kruszwica stan. 4 inw. 662/54 szklista masa w tyglu z ceramiki naczyniowej	2 Kruszwica stan. 4 inw. 1642/57 kat. 65 kółko szkło zielone	3 Kruszwica stan. 4 inw. 706/54 kat. 66 kółko szkło zielone	4 Kruszwica stan. 4 inw. 692/54 kat. 67 paciorek "trójkątny"		5 Kruszwica stan. 4 inw. 726/54 kat. 69 mikropaciorek szkło żółte
				brunatne szkło korpusu	żółte szkło guzka	
SiO ₂	28,811	~32,16	19,78	21,32	15,95	16,54
Na ₂ O	0,393	ślady	0,33	0,51	0,02	0,29
K ₂ O	1,202	ślady	1,02	0,24	0,01	0,23
CaO	4,710	0,1-1	0,22	1,1	0,12	0,2
MgO	1,5	~0,1	0	0,23	0,19	0,17
Al ₂ O ₃	6,262	1,4	0,55	0,79	0,49	0,81
Fe ₂ O ₃	FeO - 4,170	0,17	0,15	2,52	0	0,1
MnO	0,078	n.s.	0,13	0	0	0,22
PbO	46,095	50-55	73,46	70,09	77,75	78,84
CoO	0,019	n.s.				
CuO	5,409	0,16	1,42	0,48	0,18	0,12
BaO		0,005				
TiO ₂	0,463	ślady	0	0	0,02	0,11
SnO ₂		~0,01	0	0	2,08	0
Cr ₂ O ₃		n.s.	0,22	0	0	0,06
NiO	0,553	n.s.	0,06	0,12	0,39	0,18
ZnO	0,198	n.s.	0,52	0,61	0,64	0,05
Ag ₂ O		0,001		0	0	0
As ₂ O ₃	0	n.s.	0,33	0	0	0
TiO ₂						
P ₂ O ₅	0,553		0,42	0,63	0,46	0,41
Cl	0		1,39	1,38	1,69	1,69
SO ₃			0	0	0	0
Rodzaj szkła	?	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂
PbO/SiO ₂		~1,71	3,71	3,28	4,87	4,76
100% -PbO		~45	26,54	29,91	22,25	21,16
PbO/ 100%-PbO		~1,22	2,76	2,34	3,49	3,72

Pozycja 1 w tabeli - analizę wykonano w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), mikroanalizy elektronowej metodą WDS. Analizę wykonał Piotr Dzierżanowski. Pozycja 2 w tabeli - analizę wykonano w Centralnym Laboratorium IHKM PAN w Warszawie metodą analizy spektralnej jakościowej. Analizy wykonała dr Anna Girdwoń. Alkalia oznaczano metodą fotometrii płomieniowej. Pozycje 3-5 tabeli - analizy wykonano w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), metodą EDS. Analizę wykonała Elżbieta Pawlicka

Warsztaty ceramiki budowlanej

Wszystkie szkliska na posadzkowych ceramicznych płytkach należą do wysokoolowiowych, bezałkalicznych szkliw typu PbO-SiO₂. Wyniki analiz różnią się między sobą, szczególnie dotyczy to koncentracji ołowiu w starszych analizach (wykonanych metodą analizy spektralnej jakościowej), jednak zasadnicze ustalenia dotyczące rodzaju, typu i odmiany szkła są zbieżne (tabela 11).

Polewy te mają niekiedy podwyższoną koncentrację tlenku wapnia, co zmienia typ szkliska (ołowiowo-wapniowo-krzemowe - PbO-CaO-SiO₂) ale nie rodzaj. Domieszka ta może pochodzić z piasku. Różne koncentracje krzemionki (SiO₂) i ołowiu (PbO), wyraźnie zauważalne również w przypadku nielicznych bryłek szkła i zawartości tygli z ceramiki naczyniowej wska-

zują na to, że szkło pochodzi z różnych serii produkcyjnych. Wyposażenie nawet małego kościoła w szkliską posadzkę wymagało kilku tygodni pracy, zarówno nad wypaleniem czerepów jak i wypaleniem szkliska.

Warsztaty jubilerskie i warsztat ceramiki budowlanej (4 ćw. XI - 1 poł. XII w.

Jak wyżej wspomniano, warsztat który wyposażył w ceramiczną posadzkę kościół św. Wita, jubilerskie warsztaty to przypuszczalnie współczesne sobie pracownie. Z tego okresu pochodzi szereg znalezisk pozostałości produkcyjnych, odkrytych na stan. 4, łączonych z działalnością tych warsztatów - spieki, bryłki szkła i szkliste masy w tyglach z ceramiki naczyniowej. Wyniki analiz bryłek szkła i zawartości tygli wskazują na użycie wysokoolowiowego, bezałkalicznego szkła

Tabela 4. Kruszwica stan. 4. Wyniki analiz składu szkła materiałów z warsztatu jubilerskiego II

Table 4. Results of analysis of the composition of glass in materials from jewellery workshop II

	1 Kruszwica stan. 4 szklista masa w ceramice naczyniowej (tyglu?) nr inw. 1990/63 szkło szarozielone*	2 Kruszwica stan. 4 bryłka szkła inw. 683/53 szkło żółte	3 Kruszwica stan. 4 pierścionek z oczkiem inw. 517/53 kat. 97 szkło zielone	4 Kruszwica stan. 4 pierścionek z oczkiem inw. 524/53 kat. 98 szkło zielone	5 Kruszwica stan. 4 zdobiona obrączka inw. 876/54 kat. 101 zielone szkło korpusu	7 Kruszwica stan. 4 zdobiona obrączka inw. 594/53 kat. 100		8 Kruszwica stan. 4 kółko inw. 481/53 kat. 99 szkło żółte	9 Kruszwica stan. 4 kółko inw. 456/53 kat. 108 szkło zielone.	10 Kruszwica stan. 4 kółko inw. 475/53 kat. 106 szkło zielone	11 Kruszwica stan. 4 paciorek inw. 528 kat. 103 zielone szkło korpusu
						zielone szkło korpusu	żółte szkło ornamentu				
SiO ₂	n.w.	26,84	15,6	14,02	32,39	27,9	13,61	15,89	15,36	16,14	18,53
Na ₂ O	0,6	0,149	0,19	0,13	0	2,01	0,39	0,53	0	0,24	0,2
K ₂ O	1,8	0,236	0,23	0,07	0,23	7,35	1,33	0,14	0,02	0,14	0
CaO	~1	0,481	0	0	0,59	0,21	0,24	0,27	0	0,02	0,16
MgO	~1	0,083	0,02	0,12	0,11	0	0,02	0,11	0,13	0	0,04
Al ₂ O ₃	~3	0,803	0,46	0,64	1,22	0,22	0,73	0,34	0,33	0,38	0,66
Fe ₂ O ₃	~2,7	0,161	0,72	0,29	0	0,35	0,57	0,15	0,1	0,56	0,52
MnO	~0,01	0,032	0,21	0	0,09	0,2	0	0	0,02	0	0
PbO	~45	70,347	78,44	81,90	59,99	58,34	75,76	79,95	80,7	79,74	77,47
CoO	n.s.										
CuO	~0,15	0,032	0,44	0,36	2,32	0,76	0,95	0,3	0,92	0,62	0,15
BaO	~0,05										
TiO ₂	~0,25	0,089			0					0	
SnO ₂	~0,007		0,59	0,02	0		3,92	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	ślady		0,11	0,43	0,08	0	0,2	0	0	0,09	0
NiO	0,0005		0	0,19	0	0	0,03	0,25	0	0	0
ZnO	ślady	0	0,43	0,01	0,29	0	0	0,37	0	0	0
Ag ₂ O	0,25-0,5		0	0	0	0	0	0	0	0	0
As ₂ O ₃	n.s.	0,803	0,12	0	0,13	0,33	0,55	0	0,19	0,2	0
TiO ₂	-		0,4	0	0	0,34	0	0	0,6		0,1
P ₂ O ₅	-	0,062	0,31	0,48	0,76	0,29	0,26	0,15	0,47	0,31	0,61
Cl	-	0	1,73	1,34	1,78	1,7	1,47	1,56	1,79	1,57	1,57
SO ₃			0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rodzaj szkła	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe alkaliczne PbO-K ₂ O-Na ₂ O-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe bezalkaliczne PbO-SiO ₂
PbO/SiO ₂		2,65	5,02	5,84	1,85	2,09	5,56	5,03	5,25	4,94	4,18
100% - PbO		29,65	21,56	18,10	40,01	41,66	24,24	20,05	19,30	20,26	22,53
PbO /100% - PbO		2,37	3,63	4,52	1,49	1,40	3,12	3,98	4,18	3,93	3,43

*Skróty:

s.k. - składnik główny; n.o - nie oznaczono; n.s. - nie stwierdzono; n.w. - nie wyliczono.

Pozycja 1 w tabeli - analizę wykonano w Centralnym Laboratorium IHKMPAN w Warszawie metoda analizy spektralnej jakościowej. Analizy wykonała dr Anna Girdwoń. Alkalia oznaczano metodą fotometrii płomieniowej, pozycja 2 w tabeli - analizę wykonano w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, metodą metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), mikroanalizy elektronowej metodą WDS. Analizę wykonał Piotr Dzierżanowski. Pozycje 3-11 tabeli, analizy wykonano w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), metodą EDS. Analizę wykonała Elżbieta Pawlicka

typu PbO-SiO₂ (ołowiowo-krzemowego i rzadziej ołowiowego, alkalicznego szkła typu PbO-K₂O-SiO₂ (ołowiowo-potasowo-krzemowego) - tabele 5, 6. Wyniki badań analitycznych dużej serii biżuterii pokazują, że przeważająca część zarówno prostych paciorków i pierścionków została wykonana ze szkła typu PbO-SiO₂, nieliczne okazy korpusów, zdobionych wtopioną nicią obrączek ze szkła typu PbO-K₂O-SiO₂.

Huta?

Przebadano fizykochemicznie kilkanaście żużli, bryłek szkła i szklistych mas w tyglach z ceramiki na-

czyniowej oraz dużą serię pierścionków (wybrane analizy, tab. 8-10). Tylko pojedyncza, przebadana bryłka szklistego żużla jest przypuszczalnie spiekem z początkowego etapu produkcji ołowiowego, bezalkalicznego szkła typu PbO-CaO-SiO₂ (tabela 7: 5). Pozostałości szklistych mas w tyglach z ceramiki naczyniowej to szkło również ołowiowe - bezalkaliczne (typu PbO-SiO₂) i alkaliczne (typu PbO-K₂O-SiO₂). Bryłki szkła to również szkło ołowiowe bezalkaliczne dwóch typów PbO-SiO₂ i PbO-CaO-SiO₂.

Porównując wyniki analiz pozostałości produkcyjnych i wyrobów można uchwycić pewne prawidł-

Tabela 5. Kruszwica stan. 4. Wybrane wyniki analiz składu szkła bryłek szkła, wiązanych z działalnością warsztatów (koniec XI w. – 1 poł. XII w.)

Table 5. Selected results of the analysis of glass lumps associated with the activities of the workshops (end of the 11th century to the 1st half of the 12th century)

	1 Kruszwica stan. 4 inw. 3296/63 bryłka masy szklanej szkło szarozółte	2 Kruszwica stan. 4 inw. 3000/62 bryłka masy szklanej szkło czarne	3 Kruszwica stan. 2 inw. 520/56 kostka surowego szkła szkło szarozielone	4 Kruszwica stan. 4 inw. 2061/62 bryłka masy szklanej szkło czerwono-brunatne,
K ₂ O	0,584	0,355	2,453	0,38
CaO	1,761	0,580	0,855	1,27
P ₂ O ₅	0,106	0,077	0,038	0,28
PbO	63,235	67,381	59,886	68,06
Cl	0	0	0,008	1,37
Ag ₂ O				
TiO ₂	0,126	0,104	0,005	0,05
FeO	0,556	2,425	0,188	1,13
MnO	0,025	0,023	0,036	0,46
CoO	0,036	0	0,018	
CuO	0,016	0,007	0	0,64
ZnO	0,023	0,001	0	0,43
Na ₂ O	0,269	0,305	0,255	0,18
SiO ₂	31,297	26,522	35,564	23,46
Al ₂ O ₃	1,599	1,235	0,580	1,48
MgO	0,350	0,126	0,100	0,23
As ₂ O ₃	0,001	0	0,003	0,26
NiO ₂				0,05
SnO ₂				0,28
Cr ₂ O ₃				0,01
Rodzaj szkła	ołowiowe, beżalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, beżalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe alkaliczne PbO-K ₂ O-SiO ₂	ołowiowe, beżalkaliczne PbO-SiO ₂
PbO/SiO ₂	2,02	2,54	1,68	2,90
100% - PbO	36, 76	32,62	40,11	31,94
PbO/ 100%-PbO	1,72	2,06	1,49	2,13

Pozycje 1-3 w tabeli – analizy wykonano w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, metodą metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), mikroanalizy elektronowej metodą WDS. Analizę wykonał Piotr Dzierżanowski. Pozycja 4 w tabeli – analizę wykonano w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), metodą EDS. Analizę wykonała Elżbieta Pawlicka

łowości – brak jest wyrobów z tego okresu i miejsca, ze szkła typu PbO-CaO-SiO₂. W przypadku niektórych prostych paciorków zawartość tlenu wapnia (CaO) zbliża się do wartości 1,4. Przy interpretacji analiz szkieł ołowiowych, koncentracja powyżej tej wartości wskazuje na intencjonalne dodanie surowca wapniowego do szklarskiego zestawu i wpisuje się go do formuły szkła. Wystąpiło ono sporadycznie w szklkach ceramiki naczyniowej (DZIEDUSZYCKI 1982, tab. 16). Nie wykluczone, że przyczyną jest nie do końca możliwe porównanie analiz wykonanych metodą analizy spektralnej jakościowej a późniejszymi bardziej precyzyjnymi metodami. Dla ceramiki naczyniowej, tą wcześniejszą metodą wykonano szereg prób. Zawartość CaO określa się tam często w przybliżeniu.

Bizuteria łączona z „hutą” to wyroby ze szkła ołowiowego beżalkalicznego (PbO-SiO₂) i nieliczne ze szkła ołowiowego alkalicznego (PbO-K₂O-SiO₂). Ze szkła tego ostatniego typu wykonano kilka korpusów obrączek zdobionych wtopioną nitką szklaną. Analizy składu szkła gotowych obrączek wskazują na zastosowanie związków arsenu (As₂O₃), odbarwiacza

masy szklanej. Nie zaobserwowano tego składnika ani w bryłkach szkła, masie w tyglach czy „żuźlu”. Również przedstawione w bardzo skróconej formie podstawowe dla tego typu szkła sumy i proporcje głównych składników szklotwórczych nie są spójne dla pozostałości i ewentualnych wyrobów (PbO/SiO₂, 100% - PbO, PbO/100% - PbO).

Może to wskazywać, że pozostałości produkcyjne, po wytopie szkła ołowiowego obu typów nie są związane z wytwarzaniem biżuterii, tylko z inną kategorią wyrobów. Szklawiona ceramika naczyniowa? Bizuterię można było wytwarzać z gotowego importowanego półsurowca – pałeczek szklanych lub surowego szkła. Te uwagi, w mniejszym nieco stopniu dotyczą również wcześniejszych pracowni z końca XI- 1 poł. XII w., z którymi można łączyć odkrytą tam sześcienną bryłkę surowego szkła (ryc. 5: 7, tab. 5: 3).

Trzeba jednak przyznać, że przebadano jedynie część materiału zabytkowego z Kruszwicy. Duża seria analiz szklanych żużli, największej grupy pozostałości łączonych z hutą, nie wniosła nic konstruktywnego. Ułamki tygli z ceramiki naczyniowej ze szklawą masą

Tabela 6. Kruszwica stan. 4. Wybrane wyniki analiz składu szkła szklanych mas z tygli z ceramiki naczyniowej. Warsztaty z końca XI - 1 poł. XII w.

Table 6. Selected results of analysis of the composition of glass in glass masses in pottery vessel crucibles. Workshops from the end of the 11th century to the 1st half of the 12th century

	1 Kruszwica stan. 4 inw. 3080/63 szkło żółtoszare	2 Kruszwica stan. 4 inw. 5961/67 szkło żółtozielone	3 Kruszwica stan. 2 inw. 575/57 szkło żółtozielone	4 Kruszwica stan. 4 inw. 3790/63 szkło brunatno-czerwone	4 Kruszwica stan. 4 inw. 3297/63 szkło żółtozielone
K ₂ O	0,316	3,25	1,25	0,5	2,25
CaO	0,664	~2	~0,5	~1	~1
P ₂ O ₅	0,061				
PbO	69,367	40-45	≥45	≥50	35-40
Cl	0,000				
Ag ₂ O		0,005	ślady	~0,001	0,0005
TiO ₂	0,007	~0,3	~0,15	~0,05	~0,45
Fe ₂ O ₃	FeO - 0,240	~2,5	~3	~0,5	~4,7
MnO	0	0,063	0,012	~0,005	~0,1
CoO	0	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CuO	0	~1,2	~0,055	~1,7	-
ZnO	0,14	n.s.	n.s.	ślady	ślady
Na ₂ O	0,183	1,0	0,6	0,5	0,65
SiO ₂	28,124	n.o.	n.o.	n.o.	n.w.
Al ₂ O ₃	0,632	~3,5	~3	~2	~3,7
MgO	0,084	1-1,5	~0,5	~0,2	~1
As ₂ O ₅	0	n.s.	0,25-0,5	n.s.	n.s.
NiO ₂		~0,001			~0,001
SnO ₂		~0,16	0,002	0,27	~0,001
Cr ₂ O ₃		~0,001	~0,0005	~0,0005	~0,001
NiO			~0,001	~0,001	
Sb ₂ O ₃		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
BaO		~0,1	~0,04	~0,03	~0,085
Rodzaj szkła	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, alkaliczne PbO-K ₂ O-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, alkaliczne PbO-K ₂ O-SiO ₂
PbO/SiO ₂	2,46	-	-	-	--
100% - PbO	30,63	-	-	-	-
PbO /100%-PbO	2,26	-	-	-	-

Pozycja 1 w tabeli - analizę wykonano w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, metodą metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), mikroanalizy elektronicznej metodą WDS. Analizę wykonał Piotr Dzierżanowski. Pozycje 2-4 - analizę wykonano w Centralnym Laboratorium IHKM PAN w Warszawie metodą analizy spektralnej jakościowej. Analizy wykonała dr Anna Girdwoń. Alkalina oznaczano metodą fotometrii płomieniowej.

są nieliczne a wyniki analiz zawartości dużych fragmentów den, pochodzących niewątpliwie z ceramiki specjalnego przeznaczenia „przemysłowej” nie były miarodajne, szklana masa była skorodowana. Opisywane w literaturze przedmiotu bryłki szkła, tylko w pojedynczych przypadkach okazały się ułankami wyklarowanej szklanej masy. Większość z nich to przypuszczalne odpady z warsztatu ceramiki budowlanej. Na podstawie planigrafii odpadów produkcyjnych i późniejszych destruktywów J. Kaczmarek określiła lokalizację kościoła św. Wita i przypuszczalnego warsztatu. Te rozspiska odkryto również w północnej części stanowiska 4.

Niehomogeniczne żuźle

Przebadano cały szereg podobnych sobie (subiektywny ogląd makroskopowy) niehomogenicznych spieków, szklanych mas czy żuźli. Odrzucając okazy o dużej zawartości kongrecji żelazistych, wytypowano dużą serię szklanych porowatych spieków, cięższych

żuźli i szklanych mas. Wyniki analiz okazały się bardzo różne. Tylko kilka z nich można łączyć z produkcją szkła. Są to spieki szkła wysokoolowiowego PbO-SiO₂. Pozostałe, mają bardzo duże koncentracje związków glinu i żelaza (tabela 7). Wprawdzie odkryte *in situ*, w hutach szkła i przebadane fizykochemicznie takie pozostałości nierzadko mają podobne koncentracje, szczególnie z pierwszych faz, spiekania surowców - np. huta w Torcello (LECIEJEWICZ, TABACZYŃSKA, TABACZYŃSKI 1977) czy XIV-wieczna z Sokołowa z Wielkopolski (MUCHA 2017) czy z Corvey (STEPHAN, WEDEPOHL, HARTMANN 1997), jednak w przypadku rozproszonych pozostałości z Kruszwicy nie można w sposób jednoznaczny łączyć ich z wytopem szkła. Uwagi te dotyczą „żuźli” wiązanych z wszystkimi kruszwickimi centrami produkcyjnymi. Obiekty produkcyjne z 2 poł. XII w. nie muszą być wiązane jedynie z produkcją szkła.

Tabela 7. Kruszwica stan. 4. Wybrane wyniki analiz składu różnych odpadów produkcyjnych. Warsztaty z końca XI- 1 poł. XII w.

Table 7. Selected results of analysis of the composition of various production waste. Workshops from the end of the 11th century to the 1st half of the 12th century

	1 Kruszwica stan. 4 inw. 4710/65	2 Kruszwica stan. 4 inw. 1095/55	3 Kruszwica stan. 4 inw. 6017/67	4 Kruszwica stan. 4 inw. 4613/65	5 Kruszwica stan. 4 inw. 2034/61 spiek
K ₂ O	4,975	10,668	3,249	7,843	0,789
CaO	12,829	24,029	13,434	5,707	2,968
P ₂ O ₅	0,287	1,883	0,465	0,173	0,105
PbO	0,040	0,017	0,027	0,012	53,787
Cl	0,024	0,111	0,052	0,104	0
Ag ₂ O	-	-	-	-	-
TiO ₂	0,529	0,181	0,749	0,046	0,157
FeO	4,737	3,903	3,765	8,254	0,791
Fe ₂ O ₃					
MnO	0,090	0,282	0,054	0,024	0,091
CoO	0,042	0,020	0,003	0,013	0,029
CuO	0,035	0,034	0,020	0,022	0,017
ZnO	0,00	0,069	0,00	0,041	0
Na ₂ O	0,856	1,091	1,544	0,983	0,359
SiO ₂	63,178	54,045	64,436	61,575	37,956
Al ₂ O ₃	10,420	2,164	10,108	14,660	2,222
MgO	2,614	2,078	2,645	0,317	0,481
As ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,017	0

Analizy wykonano w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, metodą metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), mikroanalizy elektronowej metodą WDS. Analizę wykonał Piotr Dzierżanowski.

Tabela 8. Kruszwica stan. 4. Wyniki analiz składu chemicznego szkła bryłek szkła łączonych z hutą (2 poł. XII w.)

Table 8. Results of analysis of the chemical composition of glass lumps associated with the glassworks (2nd half of the 12th century)

	1 Kruszwica stan. 4 inw. 455/53 bryłka przejrzystego żółtego szkła	2 Kruszwica stan. 4 inw. 1461/57 szklista masa na glinie	3 Kruszwica stan. 4 inw. 1554/57 bryłka wyklarowanego żółto-zielonego szkła	4 Kruszwica stan. 4 inw. 2802/62 bryłka opako- wego brunatno- czerwonego szkła	5 Kruszwica stan. 4 inw. 2034/61 spiek?	6 Kruszwica stan. 4 inw. 1884/61 bryłka porowatej szklistej masy
K ₂ O	0,260	0,655	0,305	3,023	0,789	0,287
CaO	0,470	1,916	0,663	23,422	2,968	0,526
P ₂ O ₅	0,087	0,135	0,069	2,899	0,105	0,027
PbO	72,635	58,28	65,982	16,475	53,787	71,229
Cl	0	0	0	0,000	0	0
Ag ₂ O	-	-	-	-	-	-
TiO ₂	0,052	0,153	0,097	0,207	0,157	0,035
FeO	0,212	2,623	0,535	1,653	0,791	0,279
MnO	0,00	0	0,026	0,186	0,091	0,057
CoO	0,002	0,009	0,025	0,031	0,029	0
CuO	0,003	0,014	0,791	2,101	0,017	0,003
ZnO	0	0,054	0,006	0,127	0	0
Na ₂ O	0,177	0,223	0,233	1,122	0,359	0,194
SiO ₂	25,556	32,831	30,155	40,861	37,956	26,538
Al ₂ O ₃	0,855	1,738	0,915	4,269	2,222	0,763
MgO	0,090	0,256	0,131	2,257	0,481	0,128
As ₂ O ₅	0	0	0	0,00	0	0
BaO	-	-	-	-	-	-
Rodzaj szkła	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-CaO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-SiO ₂	ołowiowe alkaliczne (?) PbO-K ₂ O-CaO-SiO ₂ (?)	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-CaO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-SiO ₂
PbO/SiO ₂	2,84	1,75	2,18	-	1,41	2,68
100%-PbO	27,36	41,72	34,01	-	46,21	28,77

Analizy wykonano metodą mikroanalizy elektronowej metodą WDS w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego w 2010 r. Analizę wykonał Piotr Dzierżanowski

Tabela 9. Kruszwica stan. 4. Wyniki analiz składu chemicznego masy szklanej z tygli z ceramiki naczyńowej, i ewentualnych pozostałości z etapu wytopu, łączonych z hutą (2 poł. XII w.)

Table 9. Results of analysis of the chemical composition of glass mass from pottery vessel crucibles and possible remains from the smelting stage, associated with the glassworks (2nd half of the 12th century)

	1 Kruszwica stan. 4 inw. 455/53 bryłka przejrzystego żółtego szkła	2 Kruszwica stan. 4 inw. 1461/57 szklista masa na glinie	3 Kruszwica stan. 4 inw. 1554/57 bryłka wyklarowa- nego żółto-zielonego szkła	4 Kruszwica stan. 4 inw. 2802/62 bryłka opakowego brunatno-czerwone- go szkła	5 Kruszwica stan. 4 inw. 2034/61 spiek?	6 Kruszwica stan. 4 inw. 1884/61 bryłka porowatej szklistej masy
K ₂ O	0,260	0,655	0,305	3,023	0,789	0,287
CaO	0,470	1,916	0,663	23,422	2,968	0,526
P ₂ O ₅	0,087	0,135	0,069	2,899	0,105	0,027
PbO	72,635	58,28	65,982	16,475	53,787	71,229
Cl	0	0	0	0,000	0	0
Ag ₂ O	-	-	-	-	-	-
TiO ₂	0,052	0,153	0,097	0,207	0,157	0,035
FeO	0,212	2,623	0,535	1,653	0,791	0,279
MnO	0,00	0	0,026	0,186	0,091	0,057
CoO	0,002	0,009	0,025	0,031	0,029	0
CuO	0,003	0,014	0,791	2,101	0,017	0,003
ZnO	0	0,054	0,006	0,127	0	0
Na ₂ O	0,177	0,223	0,233	1,122	0,359	0,194
SiO ₂	25,556	32,831	30,155	40,861	37,956	26,538
Al ₂ O ₃	0,855	1,738	0,915	4,269	2,222	0,763
MgO	0,090	0,256	0,131	2,257	0,481	0,128
As ₂ O ₅	0	0	0	0,00	0	0
BaO	-	-	-	-	-	-
Rodzaj szkła	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-CaO- SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-SiO ₂	ołowiowe alkaliczne (?) PbO-K ₂ O-CaO- SiO ₂ (?)	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-CaO- SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne typ PbO-SiO ₂
PbO/SiO ₂	2,84	1,75	2,18	-	1,41	2,68
100%-PbO	27,36	41,72	34,01	-	46,21	28,77
PbO/ 100%-PbO	2,65	1,39	1,94	-	1,16	2,47

Analizy wykonano metodą mikroanalizy elektronowej metodą WDS w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych przy Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego w 2010 r. Analizy wykonał Piotr Dzierżanowski

Szkła ołowiowe

Jest to szkło do wytworzenia którego obok krzemionki, podstawowego składnika, dodawano jako topnik związki ołowiu, wprowadzane do przygotowanego do wytopu zestawu szklarskiego w postaci glejty lub minii ołowiowej. Szkło to, znane było już od czasów egipskiego Nowego Państwa, zaczęto je stosować niemal od początków szklarstwa, nigdy jednak nie miały tak dużego znaczenia jak szkła sodowe. Ceniono je ze względu na niską temperaturę topnienia, łatwość formowania wyrobów. Topnika ołowiowego używano często przy szklach mieszanych, ołowiowo-alkalicznych, między innymi dla łatwiejszego wprowadzenia barwników (WEDEPOHL 2003).

W starszej literaturze przedmiotu, uważa się, że szkła ołowiowe bezalkaliczne, we wczesnym średniowieczu są charakterystycznymi szklami ruskimi i polskimi. Na Ruś Kijowską tę recepturę przywieźli rzemieślnicy bizantyńscy (BEZBORODOV 1975, GALIBIN 2001). Szkła PbO-SiO₂ z Rusi Kijowskiej mają 50-70% zawartości tlenku ołowiu i najczęściej wyrabiano z niego biżuterię, glazury i kostki mozaiki - smaltę (GALIBIN 2001, s. 80-83). Jednak na obszarze łacińskiej Europy, znane są już wcześniej, badania nad pracowniami szklarskimi

z tego terenu pokazują, że wyrabiano tego typu szkło już od VIII-IX wieku w pracowniach niemieckich, francuskich i angielskich (WEDEPOHL 2003, 2010). W miejskiej pracowni w Lincoln (XI w.) znaleziono małe tygły z wysokoolowowym szkłem PbO-SiO₂ z którego produkowano pierścionki (BAYLEY 2008, s. 4). Blżej o szklach wysokoolowowych – DEKÓWNA 2010.

Pochodzenie warsztatu, rzemieślnika czy impulsu? Początki produkcji tych szkieł w Wielkopolsce w XI wieku, nie są jasne. J. Olczak uważa, że do Kruszwicy i Opola umiejętność produkcji wysokoolowowych szkieł przywieźli rzemieślnicy z Rusi Kijowskiej, która w tym czasie przeżywała niebywały rozkwit cywilizacyjny (WOŁOSZYN 2011, s. 22-23). Wyroby, przede wszystkim biżuteria ze szkieł ołowiowych bezalkalicznych (PbO-SiO₂ i mniej liczne ołowiowe alkaliczne typu PbO-K₂O-SiO₂) są powszechnie spotykane na ziemiach polskich – jednak oczywiste ślady pracowni w których to szkło wytapiano? przerabiano? znaleziono w pracowni w Wolinie z 1 poł. X-1 poł. XI w. (OLCZAK, JASIEWICZOWA 1963, OLCZAK 1968), Szczecinie (DEKÓWNA 1980). Pojedyncze proste kółka, zdobione obrączki i pierścionki z oczkiem, odkryto już w X-wiecznych poziomach osadniczych, w większej ilości po 2 połowie XI wieku w dużych śląskich ośrodkach grodowych

Tabela 10. Kruszwica stan. 4. Wybrane wyniki analiz szklanych pierścionków z poziomów osadniczych z 2 poł. XII w.

Table 10. Selected results of the analysis of glass rings from settlement levels from the 2nd half of the 12th century

	1 Kruszwica stan. 2 inw. 2282/73 kat. 19 fragm. obrączki z zielonego szkła odpad?	2 Kruszwica stan. 2 inw. 2088/61 kat. 87 fragm. obrączki z zielonego szkła odpad	3 Kruszwica stan. 4 inw. 520/53 kat. 152 fragm. obrączki z zielonego szkła	4 Kruszwica stan. 4 inw. 933/54 kat. 218 oczko pierścionka z żółtego szkła obok pieca	5 Kruszwica stan. 4 inw. 4137/63 kat. 221 fragm. obrączki z brunatnego brunatnego szkła odpad	6 Kruszwica stan. 4 inw. 518/53 kat. 138 obok pieca fragm. obrączki z zielonego szkła z żółtym ornamentem	
						korpus	ornament
SiO ₂	14,22	15,26	15,74	18,21	15,78	25,62	13,95
Na ₂ O	0,22	0,01	0,07	0,27	0,2	1,3	0,24
K ₂ O	0,09	0,18	0	0,17	0,04	7,88	0,83
CaO	0,14	0,18	0,03	0	0	0,35	0,51
MgO	0,01	0	0,01	0	0	0,09	0,01
Al ₂ O ₃	0,75	0,66	0,96	0,57	1,09	1,34	0,38
Fe ₂ O ₃	0,2	0,33	0,28	0,34	1,21	0,29	0,08
MnO	0	0	0	0	0,1	0	0
PbO	79,4	80,84	79,27	77,67	79,15	58,89	79,74
CoO	-	-	-	-	-	-	-
CuO	2,35	0,15	1,53	0,53	0	0,85	0
BaO	-	-	-	-	-	-	-
TiO ₂	0,26	0,11	0,21	0	0	0,14	0
SnO ₂	0,07	0	0	0	0	0,51	1,77
Cr ₂ O ₃	0	0	0,01	0	0,09	0,14	0,06
NiO	0	0	0	0,29	0,02	0	0,31
ZnO	0,28	0	0	0	0,15	0,35	0
Ag ₂ O	0	0	0	-	0	0	0
As ₂ O ₃	0,12	0,45	0,03	0	0,26	0,05	0,16
TiO ₂	0,26	0,11	0,21	0	0	0,03	0
P ₂ O ₅	0,39	0,25	0,36	0,36	0,44	0,44	0,31
Cl	1,49	1,59	1,5	1,6	1,47	1,87	1,64
Rodzaj szkła	ołowiowe, bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe alkaliczne PbO-K ₂ O-SiO ₂	ołowiowe, bezalkaliczne PbO-SiO ₂
PbO/SiO ₂	5,58	5,13	5,03	4,26	5,01	2,29	5,71
100% - PbO	20,6	19,16	20,73	22,33	20,85	41,11	20,26
PbO/100%-PbO	3,85	4,21	3,82	3,47	3,79	1,43	3,93

Analizy wykonano w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), EDS. Analizę wykonała Elżbieta Pawlicka

- Niemczy, Opolu-Ostrówku i Wrocławiu-Ostrowie Tumskim (PANKIEWICZ, SIEMIANOWSKA, SADOWSKI 2017, tab. 3, s. 59-62. Są licznymi znaleziskami tam, gdzie lokalizowano przypuszczalne szklarskie warsztaty - we Wrocławiu (KAŻMIERCZYK 1970; PANKIEWICZ, SIEMIANOWSKA 2018), Opolu-Ostrówku, (BUKOWSKA-GEDIGOWA, GEDIGA 1986).

Pozostałości małych pracowni produkujących obrączki-kółka znaleziono na Morawach i w Brnie (ČERNÁ, TOMKOVÁ, HULÍNSKÝ 2015, s. 83-86). W Europie łacińskiej taka produkcja miała długie tradycje, wytwarzano pierścionki głównie ze szkieł wysokoolowiowych (PbO-SiO₂) i ołowiowo-potasowych (PbO-K₂O-SiO₂) w starych centrach wytwórczych czy warsztatach przyklasztornych (STEPHAN 1987). Produkcja tych prostych ozdób, wykonanych ze szkła technologicznie łatwego (szczególnie typu PbO-SiO₂) mogła odbywać się w małych ośrodkach miejskich - takich jak w XI-wiecznym Lincoln (BAYLEY 2008). We Wrocławiu pracownie takie, z importowanego półsurowca wyrabiały szklane kół-

ka, obrączki i pierścionki (PANKIEWICZ, SIEMIANOWSKA 2018, s. 161-162), Nie można łączyć takich znalezisk z handlem dalekosiężnym, powstawały w lokalnych warsztatach i były często dystrybuowane przez miejscowe faktorie handlowe (w Berlinie-Spandau, handlowano zielonymi pierścionkami ze szkła ołowiowego - Wedepohl 1998, s. 26). Znajdowane na terenach Polski przebadane laboratoryjnie okazy, również były wykonane z dwóch odmian szkła ołowiowego, zwykle kółka przeważnie z wysokoolowiowego, bezalkalicznego typu PbO-SiO₂, obrączki zdobione wtopioną nitką z żółtego opakowego szkła - często ze szkła ołowiowego alkalicznego (PbO-K₂O-SiO₂). Te powyżej przedstawione w dużym skrócie ustalenia, wpisują się doskonale w realia średniowiecznej Kruszwicy.

Tabela 11. Kruszwica stan. 4. Wybrane wyniki analiz szkliva ceramiki budowlanej z kościoła św. Wita (XI – 1 poł. XII w.)

Kruszwica, site 4. Results of analysis of glaze from construction ceramics of the Church of St. Wit (11th century to the mid- 12th century)

	1 Kruszwica stan. 4 kościół św. Wita inw. 1983 szkliwo płytki posadzkowej	2 Kruszwica stan. 4 kościół św. Wita inw. 1496 szkliwo płytki posadzkowej	3 Kruszwica stan. 4 kościół św. Wita inw. 1947 szkliwo płytki posadzkowej	4 Kruszwica stan. 4 kościół św. Wita inw. 2942 szkliwo płytki posadzkowej	5 Kruszwica stan. 4 kościół św. Wita inw. 6385 szkliwo płytki posadzkowej
Na ₂ O	0,57	0,22	0,41	0,19	0,27
MgO	0,07	0,26	0,05	0,09	0
Al ₂ O ₃	0,58	1,17	0,62	0,59	0,92
SiO ₂	17,98	20,32	19,6	16,57	20,78
K ₂ O	0,24	0,2	0,11	0,09	0,12
CaO	0,45	1,28	0,47	0,33	0,45
TiO ₂	0,01	0	0,05	0,09	0,06
Cr ₂ O ₃	0	0,03	0	0	0,13
MnO	0,11	0	0	0,13	0,02
Fe ₂ O ₃	0,32	3,07	4,12	3,71	3,11
P ₂ O ₅	0,54	0,49	0,55	0,87	0,42
NiO	0	0	0	0	0,03
CuO	1,34	0,59	0,3	0,16	0
ZnO	0,34	0	0	0	0
As ₂ O ₃	0	0	0	0	0,08
PbO	75,84	71,12	72,22	75,52	72,27
SnO ₂	0	0	0	0	0
Cl	1,62	1,23	1,51	1,65	1,34
Rodzaj szkła	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂	ołowiowe, bezałkaliczne PbO-SiO ₂
PbO/SiO ₂	4,21	3,5	3,68	4,55	3,47
100% - PbO	24,16	28,88	27,78	24,48	27,73
PbO/ 100%-PbO	3,13	2,46	2,59	3,08	2,6

Analizy wykonano w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN, metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF), EDS. Analizę wykonała Elżbieta Pawlicka

Zakończenie

Pracownie szklarskie w wczesnomiejskim ośrodku w Kruszwicy są od niemal 60 lat przedmiotem naukowych rozważań. Dla najnowszych badań fundamentem stała się praca J. Olczaka. Uszczegółowienie jego ustaleń, poparte studiami nad stratyografią i chronologią, wykonanie dużej ilości analiz fizyko-chemicznych, bez których obecnie nie prowadzi się studiów nad szklarstwem, pozwoliły na kilka podstawowych stwierdzeń.

Od 2 połowy XI w. funkcjonowało co najmniej kilka pracowni, które można wiązać z produkcją szklarską. Zachowane źródła należą do rozproszonych. Odkryte w latach 50. piec i skład surowca są jedynymi znaleziskami *in situ*, które można hipotetycznie wiązać z pracownią. Ustalenia J. Olczaka dotyczące tych odkryć są nadal aktualne. Duży zbiór pozostałości produkcyjnych (pozostałości z etapu wytopu), bryłek szkła i pojedynczych odpadów produkcyjnych pozwolił na określenie rodzajów pracowni – budowlaną pracownię która wyposażała w szklione posadzkowe płytki grodowy kościół św. Wita (2 poł. XI w – pocz. XII w.) i przypuszczalnie współczesne jej, dwie pracownie jubilerskie (koniec XI i 1 poł. XII w.). Oprócz przerobu metali nieżelaznych, nieliczne ślady mogą świadczyć o wyrobie biżuterii (pierścionki, drobne paciorki). Bardzo

słabo jest udokumentowana ewentualna pracownia szklwiąca ceramikę naczyńową z poł. XII w. (?). Zespół z 2 połowy XII w., który można ostrożnie nazwać hutą mógł wytwarzać proste pierścionki-kółka. Należy podkreślić, że receptury szkieł przetwarzanych lub ewentualnie wytwarzanych w pracowniach kruszwickich bazowały na rodzimych łątwych do pozyskania surowcach – piasek, ołów (z kopalń śląskich), surowiec wapniowy, popiół rodzimych drzew (szkła ołowiowe alkaliczne typu PbO-K₂O-SiO₂) czy niektóre barwniki – tlenki miedzi i żelaza. Ta produkcja nie potrzebowała importowanych surowców, czyli była jak najbardziej możliwa. Studia nad funkcjonowaniem pracowni szklarskich, zagadnienie ich pochodzenia i organizacji są przedmiotem dyskusji. W starszej literaturze przedmiotu przyjmuje się, że wzorce zostały zaadaptowane z Rusi Kijowskiej, natomiast w nowszej, nie wyklucza się również związków z Europą łącińską.

Zmiany jakie zaszły w charakterze handlu dalekościęnego są doskonale widoczne w Kruszwicy. Wczesnomiejski ośrodek kruszwicki egzystował od 2 poł. XI w., towarowa wymiana lokalna stała się bardziej intensywna, powstawały nowe osady targowe. Dwa warsztaty jubilerskie, prawdopodobnie pracowały już dla lokalnych odbiorców. Nie można mówić o wielkich warsztatach szklarskich eksportujących swoje wyroby,

były to małe pracownie produkujące dla placu budowy i na potrzeby lokalnej wymiany.

Grupy obcoetnicznych przybyszy (głównie kupców) zajmowały istotne miejsce w strukturze społecznej ośrodków wczesnomiejskich. Te zmiany można zaobserwować, analizując materiały z ośrodka w Kruszwicy, gdzie powstanie faktorii kupieckiej przypisuje się przybyszom z Rusi Kijowskiej (DZIEDUSZYCKI 1982 s. 116-117). W Kruszwicy stymulują oni aktywność handlową ośrodka, leżącego na jednym z głównych szlaków „wschodnich” biegnących z Rusi na Pomorze. Jedną z hipotez, jest łączenie obecności rzemieślników z Rusi Kijowskiej z budową kościoła św. Wita, wyposażonego w szkliwione posadzki (OLCZAK 1968, s. 218 i n. oraz artykuł Jarmili Kaczmarek w tym tomie).

Glass workshops. New interpretations

Glass workshops in the stronghold centre in Kruszwica have been the subject of scientific discussion for nearly 60 years. In terms of the most recent research, the latest findings on the stratigraphy and chronology of the settlement levels as well as the results of physico-chemical analysis, which is currently an indispensable tool in the study of glasswork, have been extremely helpful in developing this discussion further. This in turn has allowed researchers to formulate some basic determinations.

Starting from the mid-11th century, there were several workshops in existence that can be associated with glass production. Yet the preserved sources are quite dispersed. The “stove” and “glass raw material” composition discovered in the 1950s are the only *in situ* finds which we can hypothetically associate with glass manufacturing. A large collection of production remains, glass lumps and other production waste allowed for the definition of several workshop types:

- a workshop specialised in glazing construction ceramics, which supplied glazed floor tiles for the church of St. Wit (2nd half of the 11th century and beginning of the 12th century),

- two jewellery workshops (late 11th century and 1st half of the 12th century) located in two homesteads situated in the same place over several decades. Glass processing in these workshops could have been a side activity, as only single glass lumps and crucibles containing glass mass were discovered, yet a large collection of glass jewellery was also found - could have this been the seat of a merchant-jeweller?

- a poorly documented workshop specialised in glazing vessel ceramics (mid- 12th century?),

- a complex from the 2nd half of the 12th century, which up until now was perceived in literature as a glassworks. It operated in the northern part of the stronghold, where distinct changes in terms of settlement were observed. Construction of residential housing was disappearing, and a distinct production

centre was developing (various types of stoves and hearths). A concentration of glass products was observed there, mainly wedding bands and rings. This workshop could have then been a producer of glass wedding bands and rings.

The recipes for glass processed and manufactured in these workshops were based on local easy-to-obtain raw materials – sand, lead, calcium raw material, ash from local trees or a few dyes – copper oxides and iron oxides. Glaze and high-lead glass was discovered, which were characteristic of this time and for the region. There was basically no need for imported raw materials in this kind of production, so its existence was absolutely feasible.

Studies on the functioning of glass workshops, the question of their origin and organization are still being discussed. In older literature on the subject, it is assumed that the models were adapted from Kievan Rus, while newer publications do not rule out ties with Latin Europe. The changes that took place in the nature of long-distance trade are clearly visible in Kruszwica. Between the 11th and 12th centuries, the presence of itinerant traders was becoming less and less frequent, while permanent trading posts began to appear. Long-range trade became a constant phenomenon, while local trade grew intensely, with new trading settlements and cities being established. The early urban centre of Kruszwica existed from the 2nd half of the 11th century, and two jewellery workshops had probably already been in operation for the benefit of local customers. At the beginning of the 12th century, after the embankments were levelled, the urban area increased almost threefold and various types of production developed rapidly. Markets were opened, a customs chamber established, while on the west bank of Lake Gopło, construction was started on the collegiate church of St. Peter. Yet in this case, we are in no way dealing with large glass workshops which exported their products. Rather, the establishments in Kruszwica were small workshops producing for the benefit of the construction site and for the needs of local trade.

