

JOANNA SAWICKA*

ŚREDNIOWIECZNE PRACOWNIE SZKLARSKIE W MIĘDZYRZECZU

MEDIAEVAL GLASS WORKSHOPS IN MIĘDZYRZECZ

Abstract: Many years of excavation works in the gord in Międzyrzecz have resulted in discovering the remains of three small glass workshops from the second half of the 10th century, the second half of the 11th century and the 13th century. The scarce and typically scattered sources have made it possible to identify the workshops' nature and, to a very limited extent, the products manufactured there. The discovery included pieces of large and small crucibles, waste from the preliminary stage of glass melting. Most probably, low-alkaline potassium glass was produced there.

Keywords: The early Middle Ages, Międzyrzecz, gord, glass workshops, glass.

WSTĘP

Międzyrzecz Wielkopolski leżący w starym, pradziejowym regionie osadniczym w okresie plemiennym wczesnego średniowiecza już był ważnym ośrodkiem wspólnoty terytorialnej – z niewielkim grodem powstałym w 4 ćwierci IX wieku. W okresie piastowskim, leżący na skrzyżowaniu ważnych szlaków komunikacyjnych ośrodek, kontrolował drogi wiążące centrum państwa piastowskiego z krajami zachodnimi. Na to strategiczne znaczenie Międzyrzecza wskazuje wzmianka Galla Anonima, najwcześniejsza informacja źródeł pisanych o jego istnieniu, o walkach młodego Bolesława Krzywoustego z Pomorzanami w 1094 r. i o zdobyciu przez niego grodu międzyrzeckiego (Anonim Gall, Kronika, s. 82).

W wieku XI międzyrzecki zespół osadniczy to ulokowany w widłach Obry i Paklicy gród z osadą przygodową, okoliczne wsie i eremicki klasztor. W wiekach XII i XIII – w okresie szybkiego wzrostu zaludnienia – funkcje komunikacyjne Międzyrzecza sprzyjały wczesnemu powstaniu osady targowej. Miasto w Między-

* Ośrodek Studiów Pradziejowych i Średniowiecznych IAiE PAN w Poznaniu, ul. Rubież 46, 61-612 Poznań.

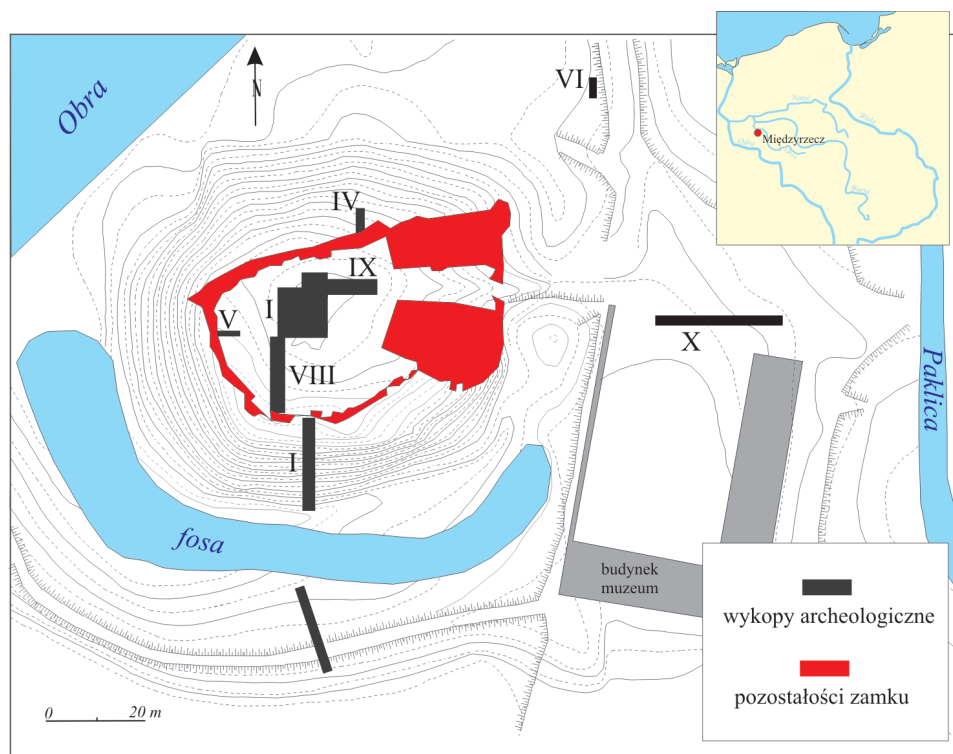
rzeczu założone na prawie magdeburskim, istnieje co najmniej od połowy XIII wieku. Były to czasy wzmożonej kolonizacji zarówno bliższych okolic, jak i całego dolnoobrzańskiego regionu. Informację o miejskim charakterze Międzyrzecza zawiera dokument z roku 1259, który wymienia mieszczan, wójta, drogę prowadzącą do miasta i kaplicę miejską. Najwcześniejsze źródło pisane wzmiankujące kasztelanię międzyrzecką pozostającą w rękach książąt wielkopolskich pochodzi z 1232 roku. Dokumenty wspominają o istnieniu „zamku” – siedziby kasztelana. Funkcję tę pełnił dotychczasowy gród, remontowany i przebudowywany po kolejnych pożarach. Budowa murowanego, ceglanego zamku, sytuowanego w tym samym miejscu, prawdopodobnie rozpoczęła się w latach trzydziestych XIV w. i trwała do lat siedemdziesiątych (bliżej K u r n a t o w s k i 2015, s. 19-60).

HISTORIA BADAŃ, CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDEŁ

Badania wykopaliskowe w Międzyrzeczu, na stan. 1 (zamek) prowadzono w latach 1953-1961 w ramach badań milenijnych. Początkowo przez Muzeum Archeologiczne w Poznaniu, a od 1958 r. przez Pracownię Historii Kultury Materialnej Ziemi Lubuskiej IHKM PAN – pod kierownictwem Stanisława Kurnatowskiego. Badania prowadzono na dziedzińcu murowanego zamku kazimierzowskiego, pobudowanego w miejscu wcześniejszego grodu. Założono szereg wykopów na niewielkim majdanie grodu (o średnicy ok. 50 m), w miejscu jego wału i osady przygrodowej (ryc. 1). Pozyskany bardzo liczny ruchomy materiał zabytkowy zawierał m.in. przedmioty ze szkła oraz znaleziska łączone z jego produkcją.

Materiałami tymi jeszcze w trakcie badań wykopaliskowych zajął się Jerzy Olczak. Jego działaniom, zawdzięczamy wyodrębnienie zbioru niepozornych pozostałości produkcji szklarskiej. Sygnalizował istnienie warsztatu oraz w czasach późniejszych publikował nieliczne wyniki analiz fizykochemicznych pozostałości produkcyjnych, szklanej biżuterii i naczyń (Olczak 1957; 1960; 1995). Badania te wykonano stosowaną wówczas metodą analizy spektralnej ilościowej, wymagającej pobrania stosunkowo dużej próby materiału. Tym można tłumaczyć brak dużej części tych zabytków i niemożność przeprowadzenia ponownych analiz metodą nowszą.

Zbiór szkielek z grodu międzyrzeckiego liczy ponad 600 fragmentów, w tym bardzo duży zbiór ułamków naczyń i mniej licznych szyb, pochodzących z warstw z XIII i z I połowy XIV wieku. Niektóre naczynia to luksusowe wyroby wysoko wyspecjalizowanych hut. Z wcześniejszych faz osadniczych pochodzi kilkadziesiąt fragmentów biżuterii, głównie paciorków i obrączek. Zbiór pozostałości produkcji szklarskiej liczy 69 zabytków, mają one charakter rozproszony; nie odkryto dotąd żadnych „nieruchomych” urządzeń produkcyjnych, pieców czy palenisk, które można w sposób bezpośredni łączyć z produkcją szkła. Stan zachowania pozostałości produkcyjnych jest bardzo dobry, w odróżnieniu od gotowych wyrobów (biżuterii, naczyń i szyb). Daleko posunięta korozja tych ostatnich, sygnalizowana już podczas



Ryc. 1. Międzyrzecz stan. 1. Plan sytuacyjny. Rys. J. Sawicka

badań wykopaliskowych, uniemożliwiła szczegółowe obserwacje makroskopowe i analizy fizykochemiczne.

W monografii międzyrzeckiego kompleksu osadniczego Stanisław Kurnatowski (kierownik badań wykopaliskowych, redaktor tomu i autor artykułów w tym tomie) opracował i wyróżnił, opierając się na stratygrafii stanowiska 14 faz osadniczych – od początków pierwszego grodu powstałego w połowie IX w. do okresu budowy zamku kazimierzowskiego w połowie XIV wieku (Kurnatowski 2015). Dzięki tym najnowszym ustaleniom możliwa była dokładna, kompleksowa systematyka materiałów w ujęciu zarówno chronologicznym, jak i przestrzennym oraz znacząca weryfikacja chronologiczna prac J. Olczaka, datującego pochodzenie warsztatu na XIII-XIV wiek. Pierwsze znaleziska „szklarskie” (tygiel z resztką masy szklanej i kilka „żużli”) odkryto już w 3 fazie osadniczej grodu datowanej na 2 połowę X wieku. Następne skupisko tego typu pozostałości to znaleziska z 6 i 7 fazy rozwojowej grodu – koniec wieku XI i początek XII oraz luźne pojedyncze zna-

leżiska z faz XII-wiecznych. Dopiero następny zbiór z 2 połowy XIII – 1 połowy XIV w. to warsztat sygnalizowany w pracach Olczaka.

METODY BADAŃ

Pozostałości produkcji szkła to różne rodzaje znalezisk: surowce, piece i narzędzia, odpady produkcyjne, półfabrykaty i gotowe wyroby. Piece szklarskie, odkrywane rzadko podczas badań wykopaliskowych, zazwyczaj są zachowane fragmentarycznie, czasami jedynie w postaci spieków, polepy ze śladami ognia czy fragmentów zeszkliwionych elementów konstrukcyjnych. Wśród kategorii narzędzi szklarskich najczęściej występują ceramiczne tygły i donice. Inne narzędzia służące do przygotowania surowców (pojemniki, czerpaki, mieszadła) czy do wytopu szkła (dysze), czy też narzędzia do formowania, zdobienia, wykańczania wyrobów są znajdowane niezwykle rzadko i trudno rozpoznawalne. Odpady produkcyjne to pozostałości z różnych stadiów wytopu szkła (spieki, „żuźle”, fryta, masa szklana) oraz z etapu formowania wyrobów (odpady techniczne, nieudane przedmioty). Półfabrykaty (pałeczki, rurki, płytki) były przeznaczone do dalszej obróbki.

Obecność tych określonych rodzajów pozostałości produkcyjnych może wskazywać na typ pracowni szklarskiej – typ A (pracownia wytwórcza, huta) – gdzie wytapiano szkło z surowców pierwotnych, typ B (różnego rodzaju pracownie przetwórcze) – gdzie przetwarzano szkło surowe (*raw glass*), sflucznię szklaną czy półfabrykaty. Znaleziska surowców pierwotnych, wyjściowych (piasek, bryły kwarcu, glejta ołowiowa, muszle, kości) i odpadów łączonych z procesem wytopu („piana” tworząca się na powierzchni zestawu, żużel-szlaka pochodzący z dna tygła) świadczą o wytopie szkła i pozwalają określić pracownię jako wytwórczą. Fryta – produkt spiekania surowców w dwu- lub trzyetapowym wytopie szkła czy homogeniczna masa szklana w różnej postaci występuje w obu typach pracowni – w wytwórczej może być produktem finalnym, w przetwórczej niekiedy materiałem wyjściowym do dalszej produkcji. Zarówno fryta, jak i surowe szkło od starożytności były produktami eksportowymi pracowni typu A.

Rzadko zachowują się pracownie wytwórcze, huty, w których występują pozostałości całego, opowiadającego im cyklu produkcyjnego. Formy organizacji produkcji szklarskiej i ich rekonstrukcja są jednym z głównych problemów historii szklarstwa (Dekówna 1988, s. 5-21, Olczak 1998, Stawiarska 2014, Siegmann 2006). Proces technologiczny pracowni opisanych w tej pracy jest trudny do zrekonstruowania, a znaleziska omówione poniżej są tylko wyrzykowymi śladami tych procesów. „Szklarskie” pozostałości produkcyjne z Międzyrzecza (w materiale tym wyróżniono jedynie dwie kategorie produkcyjnych pozostałości – narzędzia i pozostałości ze stadium wytopu szkła) zostały zanalizowane według założeń metodycznych opracowanych dla tej kategorii źródeł przez polskich autorów, przede wszystkim M. Dekównę (1988), która przedstawiła najbardziej szczegółową propozycję zasad klasyfikacji pozostałości poprodukcyjnych, oraz J. Olczaka (1968;

1988) i T. Stawiarską (2005). Pomocne też były ustalenia badaczy zajmujących się produkcją szklarską – M. Muchy (2000) i H.G. Stephena (2003) oraz badaczy niemieckich analizujących całe zespoły urządzeń produkcyjnych wczesno- i średniowiecznych hut – S. Frommena, A. Kottmanna (2003) i E. Bergmanna, K.H. Wedepohla, A. Kronza (2008) oraz J. Hendersona (2013).

Klasyfikacja

Głównym kryterium klasyfikacji szkieł jest ich skład chemiczny. Dekówna (1975; 1980) zaproponowała jako główne kryterium podziału zabytkowych szkieł kryterium technologiczne – czyli skład chemiczny szkła jako nadrzędną cechę ich klasyfikacji. Podobny podział zaproponowała Stawiarska (1984; 1985). Od lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia badania fizykochemiczne stały się niezbędne przy kompleksowej analizie materiałów łączonych zarówno z produkcją szkła, jak i szklanych wyrobów. Obecnie stosuje się wiele różnych, coraz bardziej nieinwazyjnych metod do badań nad zabytkowymi szklami – metody te nieustannie ewoluują¹. Dla potrzeb tego opracowania wykonano ostatnio 18 analiz pozostałości produkcyjnych i 3 analizy szklanych wyrobów. Jednocześnie uwzględniono wyniki archiwalnych badań składu 32 szkieł wykonanych wprawdzie inną, trudno porównywalną metodą jakościowej analizy spektralnej, zinterpretowanych przez Olczaka (1995) i zamieszczonych w tabeli 6.

Przebadano wybrane pozostałości produkcyjne wszystkich trzech domniemanych warsztatów (tabele 1-3) oraz przedstawiono wyniki wybranych analiz podobnych pozostałości produkcyjnych z warsztatów z innych ośrodków grodowych Wielkopolski – Kruszwicy, Poznania, Ostrowa Lednickiego i zamieszczono w tabelach 5.

Wszystkie pozostałości produkcyjne przebadano metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej XRF (*X-Ray Fluorescence*). Metoda ta określana jest inaczej jako analiza przy użyciu mikrosondy elektronowej, przy czym posłużono się dwiema odmianami tej metody, stosowanymi w dwóch różnych ośrodkach:

– metodą EDS – przy wykorzystaniu pomiaru dyspersji energii, stosowaną w Centralnym Laboratorium Archeometrycznym IAE PAN²,

¹ W metodach najnowszych zaczęto stosować między innymi techniki spektroskopii molekularnej. Pojawiły się metody nieinwazyjne pozwalające pobrać mikroskopijne ilości materiału bez uszkodzenia mechanicznego zabytku. Przegląd najnowszych metod badawczych od powszechnie już stosowanej metody XRF po badania izotopów ołowiu, strontu czy neodymu zaprezentowano w pracy *Modern Methods for Analysing Archeological and Historical Glass* 2013.

² Metoda EDS (analiza przy użyciu mikrosondy elektronowej lub spektrometria dyspersji energetycznej) ma charakter mikroinwazyjny. Pozwala na oddzielenie warstwy powierzchniowej od podłoża. Jest techniką badającą powierzchnię próbki (bliżej Purowski 2012, s. 46). Tę metodę, do badań szkieł, stosuje się w Centralnym Laboratorium Archeometrycznym IAE PAN od około 15 lat. Ocena składu oparta jest na tych samych wzorcach, jakie stosowano do badań szkieł metodą ilościowej

– metodą WDS – przy wykorzystaniu pomiaru dyspersji długości fali stosowaną w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych, Instytutu Geochemii, Mineralogii i Petrologii, Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego³.

Interpretacja wyników fizykochemicznych analiz składu szkła oraz ich klasyfikacja polega na wydzieleniu poszczególnych składników szkła i określeniu ich funkcji w procesie powstawania masy szklanej. Obecność i ilość podstawowych składników szklotwórczych – SiO_2 , Na_2O , K_2O , CaO , PbO , MgO , Al_2O_3 – ma zasadniczy wpływ na jego właściwości. Obliczenie proporcji ich występowania i zestawienie w schematy wg zasad nadrzędności i podrzędności pozwala określić rodzaj (sodowe, ołowiowe, potasowe, mieszane), a następnie odmiany szkła. Dodatkowo ocenia się składniki odbarwiający, mączące i barwiący. Pozwala to na rekonstrukcje zastosowanych receptur i innych zabiegów stosowanych przy wytopie szkła, rozpoznanie surowców wyjściowych oraz badania porównawcze szkieł.

Badacze polscy przyjęli i nierzadko opatrzyli krytycznymi uwagami lub wprowadzili modyfikacje do generalnych kryteriów klasyfikacji zabytkowych szkieł (Dekówna 1980, s. 30-32; Stawiarska 1984, s. 23-24; *Principes de description des verres anciens depuis les temps les plus reculés jusq'au XIII^e siècle de n.é.* 2002). Zostały one określone przez J.L. Ščapovą, która uściśliła i rozszerzyła wcześniejsze klasyfikacje: E.V. Sayre'a, R.W. Smitha, M.A. Bezborodowa, F.R. Matsona (Ščapova 1973, tam dalsza literatura). Te zasady przyjęto również w tej pracy. Przy interpretacji związków odbarwiających, zamączających i barwiących we wszystkich typach szkieł podstawą rozważań są ustalenia autorów *Principes...* (2002, s. 192-198). Minimalne stężenia określające typ chemiczny szkła w tej pracy przyjęto za autorami *Principes* (tab. 2) – Na_2O – 3%, K_2O – 4%, CaO – 3%, Al_2O_3 – 2%, PbO – 5%, MgO – 2%.

Klasyfikacja szkieł potasowych, z których produkcją można łączyć działalność wszystkich warsztatów w Międzyrzeczu, została opracowana przez Ščapovą

analizy spektrograficznej (Dekówna 2005, s. 3-40). Metoda ta była stopniowo udoskonalana i przebadano nią wszystkie pozostałości produkcyjne i wyroby szklane z Międzyrzecza. Analizy wykonała E. Pawlicka.

³ Metoda WDS – inaczej analiza chemiczna w mikroobszarze (EPMA – *Electron Probe Micro-Analysis*), obecnie jest powszechnie stosowana w archeometrii szkła (np. Kunicki-Goldfinger 2005, s. 269-278, Purowski 2012, op. cit., Dekówna i Purowski 2012, s. 66-260). Do wykonania badań potrzeba okrucha o wielkości milimetra – do wykonania preparatu, który jest niezniszczalny i może być użyty do kolejnych pomiarów. Analizowane obszary (3 i więcej dla jednej próby) dokumentowane są jako obrazy BSE (*backscattered electrons* – elektrony wstecznie rozproszone). Obrazy te pokazują różnice w składzie chemicznym próby, co pozwala na wybranie punktów analitycznych. Tą metodą przebadano pozostałości produkcyjne z pracowni w Kruszowicy i Ostrowie Lednickim (Rybitwy) oraz pracowni złotniczej na Ostrowie Tumskim w Poznaniu. Analizy wykonał dr Piotr Dzierżanowski.

(1973) która określiła pięć stopni koncentracji głównych składników szklotwórczych (K_2O , CaO , Na_2O , Al_2O_3 oraz MgO) tego typu szkieł i wydzieliła osiem typów szkieł potasowo-wapniowych występujących w Europie Zachodniej w średniowieczu. Do tego podziału nawiązała w swoich pracach Dekówna (1980), dzieląc szkła potasowe w zależności od relacji K_2O do CaO na – szkła potasowo-wapniowe i wapniowo-potasowe i dalej na typy w zależności od obecności Na_2O i Al_2O_3 w koncentracjach większych niż 2-4% i MgO powyżej 2-3%.

Inną, uproszczoną klasyfikację zachodnioeuropejskich szkieł potasowych, przedstawił Wedepohl (1998, s.13-26; 2003, s. 211-218; 2007, s. 155-162; 2010, tab. 1). Porównując proporcje współczynnika CaO/K_2O , zawartości SiO_2 i Na_2O , prześledził zmiany w przygotowaniu zestawu szklarskiego i podzielił na trzy podstawowe grupy:

- wczesnośredniowieczne „karolińskie” szkła popiołowe (*Holzäsche-glas*), z dużym standardowym odchyleniem głównych komponentów (średnio 3,5%), zawartością K_2O od 4,3 do 14% (średnia 9,1%), Na_2O – 2,1-2,8%, MgO – ok. 4%, CaO – średnio 17% i niską zawartością SiO_2 – ok. 49%,

- średniowieczne szkła popiołowe (*Holzäsche-glas*), wytapiane według receptury Teofilusa, z wyższą zawartością SiO_2 oraz wyższymi koncentracjami MgO (średnio 4%), K_2O (średnio 19%) i CaO (średnio 19%). Różnice pomiędzy grupami szkieł polegają na zastosowaniu w starszych szklach popiołu pni drzew – bogatych w potas, w młodszych zaś popiołów uzyskanych z gałęzi – zawierających więcej wapnia. Były to szkła dwuskładnikowe wytapiane przy użyciu popiołu i piasku,

- średniowieczne szkła popiołowo-wapniowe (*Holzäsche-Kalk-Glas*) – trójskładnikowe, wytapiano z popiołu, piasku i surowca wapniowego. Zawierają niższe koncentracje K_2O (ok. 6-7%), za to wysokie CaO (do przeszło 25%).

Szkła potasowe

W szklach potasowo-wapniowych i wapniowo-potasowych jako topnik wykorzystano popioły roślin kontynentalnych lub wyrabiany z nich potaż. Przyjmuje się, że wprowadzono tę nową recepturę w wieku VIII-IX na terenie Europy Zachodniej. Opis wykonania szkła popiołowego (z popiołu z buka uważanego za najlepszy) przekazał w swoim traktacie Teofilus ((Teofil Prezbiter, s. 38). Przyjmuje się, że zestaw ten składał się z dwóch części popiołu i jednej części piasku, proporcje te były niekiedy zmienne – między 1:1 a 2:1 (Wedepohl 1997, s. 246-55).

Zmiana topników, która nastąpiła w VIII-IX w. na północnym zachodzie Europy, pociągnęła za sobą modyfikacje inne. Zmniejszył się udział używanego i sprowadzanego dotąd surowego szkła przeważnie sodowego, ponieważ nowa receptura potrzebowała piasku, popiołu roślinnego, surowca wapniowego – które to surowce były w zasięgu szklarzy. Spowodowało to, że stały się one podstawowymi szklami w pracowniach wytwórczych (hutach) w północnej Europie między XI a XV wie-

kiem. Pracownie takie to przeważnie małe ośrodki, pracujące niekiedy przez krótki czas, usadowione przy dużych kompleksach leśnych. Surowe szkło potasowo-wapniowe, importowane z zachodniej Europy pojawia się w pracowniach skandynawskich już od początków X w. (Callmer 1987, s. 221). W warsztatach w Haithabu, pracujących do połowy XI w. znaleziono głównie bryłki masy tych szkieł i tak zwane gładziki – ale nie ma podstaw do stwierdzenia, że wytapiano je na miejscu, mimo że stanowiły ponad 45% wszystkich przebadanych fizykochemicznie szkieł (Dekówna 1980, s. 179, 186). W XII-wiecznej Europie ze szkła potasowo-wapniowego wytwarzano głównie szyby dla budujących się wielkich katedr i naczyń. Zawartość SiO_2 w tych szklach wynosiła średnio 50%, a współczynnik $\text{CaO} : \text{K}_2\text{O}$ – około 0,98. W Wielkopolsce szyby ze szkieł potasowych znaleziono we wczesnośredniowiecznych reliktach architektury sakralnej z XI-XII w. w Kruszwicy, Gnieźnie, Ostrowie Lednickim. Koncentracje poszczególnych składników szklotwórczych w tych szybach nawiązują do zachodnioeuropejskich szkieł potasowych z wieków XI-XV (Wedepohl 2003; 2010, tab. 1) i reprezentują podstawowe typy wytwarzanych szkieł tej grupy. Najstarsze na terenach Polski szkła potasowe znaleziono w szczecińskiej pracowni na Wzgórzu Zamkowym – przede wszystkim w tygielkach znalezionych w budynku interpretowanym jako pracownia metalurgiczna i szklarska, z IX-IX/X w. (Dekówna 1980 s. 245). Nie znaleziono tam jednak żadnych bezpośrednich dowodów na miejscowy wytop tych szkieł.

WARSZTAT 1 (2 POL. X W.)

Szklarskie pozostałości produkcyjne znaleziono wśród materiałów z trzeciej fazy osadniczej grodu, datowanej na 2 połowę X wieku. Zbiór ten jest niewielki: fragment małego złotniczego tygielka z kroplą szkła wewnątrz, niewielki fragment ceramiki naczyniowej z soplwatym naciekiem szkła, jedna bryłka spieku(?) i siedem fragmentów zakrzepłej masy szklanej z różnych etapów wytopu. Można mówić o niewielkim skupieniu tych materiałów, pochodzą one z jednej warstwy i z jednej ćwiartki ara (ryc. 2). W wydzielonych dwóch poziomach stratygraficznych zabudowy z tej fazy natrafiono na relikty dwóch dużych, wolno stojących gospodarczych pieców. Ponieważ w niedalekiej odległości od nich znaleziono wspomniane małe fragmenty tygielka złotniczego ze szkłem i prawdopodobnie większego tygla z ceramiki naczyniowej ze śladami masy szklanej, obecność takich pieców o nieznanym wprawdzie funkcji powinna być wspomniana. Trzecia faza osadnicza kończy się pożarem wnętrza grodu i jego konstrukcji obronnych – są to ślady przejścia przez Międzyrzecz wojsk cesarza niemieckiego Henryka II w 1005 roku.

Urządzenia produkcyjne, narzędzia. Piece

Piec 1 to resztki dużego zwaliska złożonego ze skruszałych w ogniu kamieni i przepalonych ułamków polepy przemieszanych ze spalenizną. Był posadowiony na warstwie łu, dochodzącej do grubości 0,06 m. Zwarty pokład zwaliska o grubości do 0,12 m miał około 2,6 m długości i dochodził prawie do 1,6 m szerokości. Zwalisko to otoczone było rozsypiskiem (do 2,6 m) drobniejszych kamieni, kawałków polepy i węgielków przemieszanych z piaskiem. Można przypuszczać, że mamy tu do czynienia nie z resztkami paleniska, lecz większego pieca. Przemawiałyby za tym: rozmiary, w przybliżeniu prostokątny kształt zwaliska i duża ilość polepy. Był to piec raczej wolno stojący (brak śladów ścian budynku, zachowane ślady konstrukcji należą do budowy późniejszej – ryc. 2).

Relikty drugiego, nieco młodszego pieca 2, znaleziono niemal w tym samym miejscu. W 1,5-metrowej szerokości prześwicie między dwoma budynkami odkryto zwaliska pieca również wolno stojącego. Warstwa spalenizny, przepalonej gliny i drobnych kamieni miała owalny kształt o wymiarach około 1,5 m i 0,7 m. Jej grubość dochodziła do 0,1 m. Rumowisko otoczone było szerszym rozsypiskiem złożonym z kamieni, kawałków przepalonej polepy, grubszych węgielków i spalenizny, o podobnej grubości.

Nie ma żadnych bezpośrednich przesłanek, aby łączyć oba piece z produkcją szklarską. Jednak piece kopułowe, powszechnie spotykane na terenie grodów i osad, często w ich rejonach produkcyjnych, uważa się za piece nie tylko do wypału ceramiki. Mogły to być piece o różnej funkcji i o dużym potencjale technologicznym. Według Jope (1956, s. 297) opalane drewnem poziome piece do wypału ceramiki, umiejętnie obsługiwane, mogły osiągnąć temperatury do 1150°C. Jest to temperatura, w której można stopić dwuetapowo zestaw szklarski. We Wrocławiu Lewobrzeżnym piec kopułowy o fundamencie wykonanym z brył żużła żelaznego, kamieni i gliny odkryto w chacie z 1 połowy XIII w., interpretowanej jako przetwórcza pracownia szklarska (Kaźmierczyk 1970, s. 183).

Fragment tygielka „złotniczego”

Jest to niewielki fragment brzuśca małego złotniczego tygielka o nieczytelnym kształcie, prawdopodobnie zaokrąglonym dnie. Lekko nachylony do wewnątrz brzusiec może wskazywać, że był to tygiel o brzegach nachylonych do wewnątrz (tulipanowaty). Średnica wynosi około 2,5 cm, grubość ścianki 0,5 cm. Wykonany był ze zwykłej gliny, z bardzo drobną, nieczytelną domieszką. Powierzchnia zewnętrzna jest przepalona i zeszkłona. Wewnątrz widoczna kropla czarnego, nieprzejrzystego, błyszczącego szkła (ryc. 1.1, tab. 1, analiza 1).

Można przypuszczać, że nie był specjalnie przeznaczony do roztopienia szkła. Tego typu tygielki łączy się z topieniem metali (Stephan 2003, s. 141). W małych tygielkach szkło roztapiano lub nadawano mu plastyczność. Okazy znane z hut szkła Rusi Kijowskiej i Niemiec są często płaskie i płytkie – miseczkowate

Tab. 1. Międzyrzecz Wlkp. stan. 1, gród. Wyniki analiz fizykochemicznych pozostałości produkcyjnych warsztatu 1 (2 poł. X w.) wraz z proporcjami i sumami głównych składników szklotwórczych

Nr analizy Nr inwentarza Rodzaj próby	Analiza 1 Nr inw. sz/31/57 kropla szkła w małym złotniczym tygielku szkło czarne	Analiza 2 Nr inw. sz/38/57 ułamek masy szklanej z odciskiem piaszczystego podłoża	Analiza 3 Nr inw. sz/21/57 bryłka masy szklanej	Analiza 4 Nr inw. sz/32/57 bryłka masy o znacznym stopniu zeszkleńcia szkło oliwkowe	Analiza 5 Nr inw. sz /47/57 naciek szkła na tyglu z ceramiki naczyniowej szkło szarzielone
Nr analizy w Archiwum CLA IAE PAN	CI 18095	CI 18096	CI 18093	CI 18094	CI 18092
K ₂ O	4,02	3,3	3,8	3,09	6,32
CaO	12,04	16,93	3,11	5,56	9,93
P ₂ O ₅	0,39	1,07	0,67	0	0,36
PbO	0	0	0	0,62	0
Cl	0,11	0,02	0,27	0,13	0,14
Ag ₂ O	-	-	-	-	-
TiO ₂	1,32	0,66	0,64	0,73	0,51
Fe ₂ O ₃	7,48	5,75	8,65	4,72	5,2
MnO	0,08	0,07	0	0,21	0
CoO	-	-	-	-	-
CuO	0	0,33	0	0	0
ZnO	0,5	0	0,02	0	0,02
Na ₂ O	1,36	1,01	4,14	0,94	1,59
SiO ₂	56,09	57,94	60,32	70,74	64,54
SO ₃	0,58	0,31	0,68	2,76	0,02
Al ₂ O ₃	11,43	8,65	15,55	8,26	8,24
MgO	2,4	2,01	1,07	1,13	1,78
NiO	0,38	0,35	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0,04	0	0	0,08	0,11
As ₂ O ₃	1,78	1,6	1,7	1,05	1,23

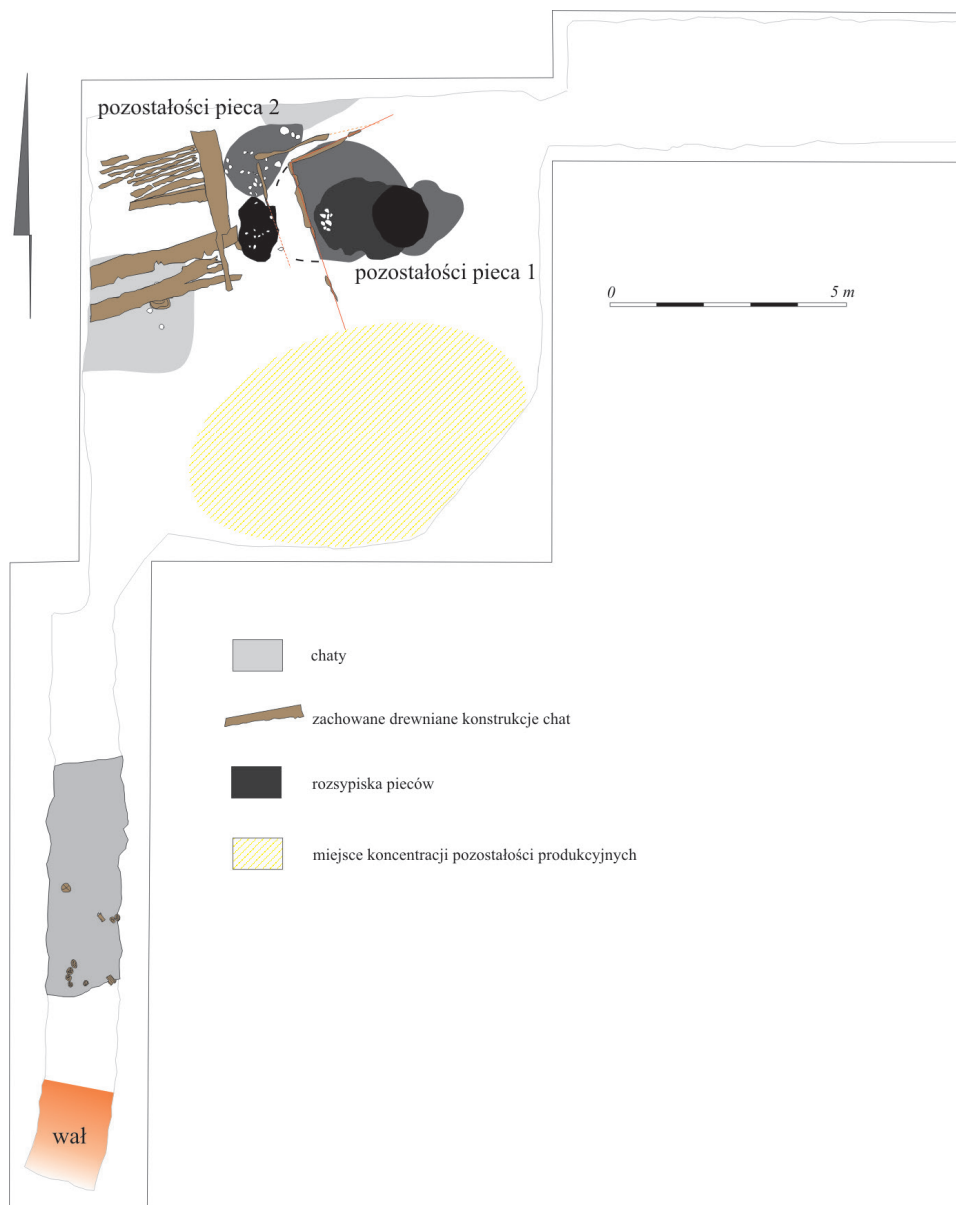
SnO ₂	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	-	-	-	-	-
BaO	0	0	0	0	0
Typ szkła	Ca-K-Mg-(Al)- Si				Ca-K-Mg-(Al)- Si
K ₂ O/Na ₂ O	2,95	3,26	0,91	3,28	3,97
K ₂ O+Na ₂ O	5,38	4,31	7,94	4,03	7,91
CaO/MgO	5,16	8,42	2,9	4,92	5,57
CaO+MgO	14,8	18,94	4,18	6,69	11,71
(K ₂ O+Na ₂ O)/ (CaO+MgO)	0,36	0,22	1,89	0,6	0,67
CaO/ K ₂ O	2,99	5,13	1,22	1,79	1,57

Analiza wykonana rentgenowską ilościową analizą fluorescencyjną XRF, metodą EDS, składniki w % wagowych, wyk. E. Pawlicka

(Ščapova 1983, s. 79; Stephan 2003, s. 141, 145, 147; Bayley 2008, s. 6-7). Do tej grupy specjalnych tygli do szkła najprawdopodobniej można zaliczyć serię naczyń z Wolina, pochodzących z wcześniejszych badań K.A. Wildego z lat trzydziestych XX w. (Olczak i Jasiewiczowa 1963, s. 95; Olczak 1968, s. 30).

W relacji Teofilusa znajduje się opis niewielkiego, przenośnego pieca do przetapiania i prażenia złota, używanego do obróbki małej ilości metalu. Rekonstrukcję takiego ceramicznego piecyka wykonał i przedstawił Piaskowski (1953, s.151-152), a Kóčka-Krenz (2006, s. 257-272) łączy go hipotetycznie z poznańską pracownią złotniczą przy książęcym palatium. Temperatura topnienia złota (960,5°C), miedzi (1083°C) czy srebra (1063°C) może być porównywalna z temperaturą potrzebną do stopienia lub nadania plastyczności szkła. Można przypuszczać że ten praktyczny sposób budowy małych „pieców” był stosowany szeroko w pracowniach jubilerskich w ośrodkach grodowych i wczesnomiejskich, jednak pozostałości tego typu „rozwiązań technologicznych” są słabo uchwytnie w materiałach pozyskanych podczas badań – wyjątkiem są pozostałości tygielków.

Znaleziska małych tygielków „złotniczych” nie są znaleziskami rzadkimi w wielkich ośrodkach grodowych. Rzadziej występują w zbiorach określonych jako pozostałości pracowni szklarskich. Mały cylindryczny tygielek z uchwytem – zawierający masę szklaną – odkryto w pracowni w Wolinie (Olczak 1968, s. 29). Większy zbiór tygielków (około 60 egzemplarzy) odkryto w kilku pracowniach wczesnośredniowiecznego Wrocławia Lewobrzeżnego. Kaźmierczyk (1970, s. 137-138, 193) wyróżnił tam tygielki cylindryczne, tulipanowate (najczęściej spo-



Ryc. 2. Międzyrzecz Wlkp. stan. 1, gród, wykop I, poziom osadniczy z 2 poł. X w. Rozsypiska dwóch wolno stojących pieców: piec 1 – wcześniejszy, piec 2 – późniejszy.

Rys. J. Sawicka

tykane) i beczułkowate. We wcześniejszej (IX-wiecznej) pracowni w Szczecinie znaleziono fragmenty cylindrycznych tygielków z masą szklaną w obrębie warsztatu, który przetwarzał żelazo i szkło (Dekówna 1980, s. 329), oraz w pracowni złotniczej (2 poł. X – 1 poł. XI w.) przy poznańskim palatium książęcym – ze śladami masy szklanej wewnątrz (Kóčka-Krenz 2006; 2015 s. 62).

Znaleziska wszystkich wspomnianych form tygielków występują również w warsztatach złotniczych i kowalskich; duży zbiór około 60 tygielków (w tym cylindrycznych o zaokrąglonym dnie) odkryto w XI-wiecznej pracowni złotniczej w Gdańsku (Hołowińska 1959, s. 53, tab. VIII). Tygielki tulipanowate, z krawędzią nachyloną do wewnątrz, odkryto w pracowni złotniczej z połowy XI w. na Ostrowie Tumskim we Wrocławiu (Kaźmierczyk, Kramarek i Lasota 1976, ryc. 13a-c). Fragmenty cylindrycznych tygielków (53) również o krawędzi lekko nachylonej do wewnątrz wystąpiły w pracowni złotniczej na Ostrowie Lednickim. Nie znaleziono w nich śladów masy szklanej, ale znaleziono ją w reliktach pracowni (Banaszak 2000, s. 45-67, ryc. III-IV).

Fragment tygla z ceramiki naczyniowej (?)

Odkryto niewielki fragment (2,1×1,6 cm) brzośca ceramiki naczyniowej z wyraźnym soplowatym naciekiem porowatego, nieprzezroczystego, plamiastego, szarzielonego szkła na zewnętrznej powierzchni. Pod naciekiem szkła powierzchnia naczynia jest spieczona. Fragment ten o grubości 0,7 cm reprezentuje standardową ceramikę naczyniową, analogiczną do odkrywanej w warstwach datujących tę fazę osadniczą (ryc. 1.2, tab. 1, analiza 5).

W pracowniach typu B (przetwórczych) bardzo często do roztapiania szkła służyła zwykła ceramika naczyniowa. Ten sposób użycia naczynia jako tygla spotykano często już w okresie rzymskim w pracowniach produkujących paciorki (Benea 1997, s. 284-285). W późniejszych okresach w pracowniach typu B, często miejskich, używano grubej naczyniowej ceramiki. Niekiedy na potrzeby pracowni wykorzystywano jedynie przydenne części naczynia o grubym dnie (w pracowni miejskiej z VII-VIII w. z Maastricht zachowały się fragmenty 17 takich tygli, o których autorzy piszą, że mogły być jednocześnie miarkami (Sablerolles, Henderson i Dijkman 1997, s. 93-313). O „przerabianiu” ceramiki naczyniowej – przez oblepianie czerepu dodatkową warstwą gliny, aby mogła być użyta jako tygiel, we wczesnośredniowiecznych warsztatach francuskich i włoskich pisze D. Foy, jednocześnie wspominając, że był to najgorszy rodzaj tygli, ze względu na małą trwałość (Foy 2000, s. 155). W hutach czeskich również występuje ceramika naczyniowa, obok donic do wytopu szkła. Była używana w szklarstwie jeszcze w hutach późniejszych w XIV w. (Černa 2009, s. 503-521). W takich tyglach również barwiono i zamąciano szkło.

Liczne znaleziska tego typu tygli ze śladami masy szklanej odnotowano na Śląsku – w pracowniach określanych jako „szklarskie – Wrocław Lewobrzeżny, Wrocław-Ostrów Tumski, Sądowel, Ostrówek w Opolu, Legnica, Niemcza, Myśliborzyce (Kaźmierczyk 1970, s. 195 i tam szczegółowa literatura; Kaźmierczyk,

Kramarek i Lasota 1976). Z wyjątkiem pracowni w Niemczy (Każmierczyk 1968) materiały te nie doczekały się wnikliwego opracowania. W Wielkopolsce podobne pozostałości produkcyjne łączy się z pracownią złotniczą na Ostrowie Tumskim w Poznaniu, na Ostrowie Lednickim (Rybitwy) i z pracowniami w Kruszewicy⁴. Z Przemysła-Zasania, z warsztatu szklącego naczynia i płytki posadzkowe, pochodzi największy jak dotąd zbiór tygli do topienia (roztopienia?) szkła. Badanie mas ceramicznych pozwoliło stwierdzić, że nie różnią się one barwą, strukturą czy zastosowaniem specjalnej domieszki nadającej odporność na wysoką temperaturę od innych grup znalezionej tam ceramiki użytkowej (Auch 2008, s. 131-173).

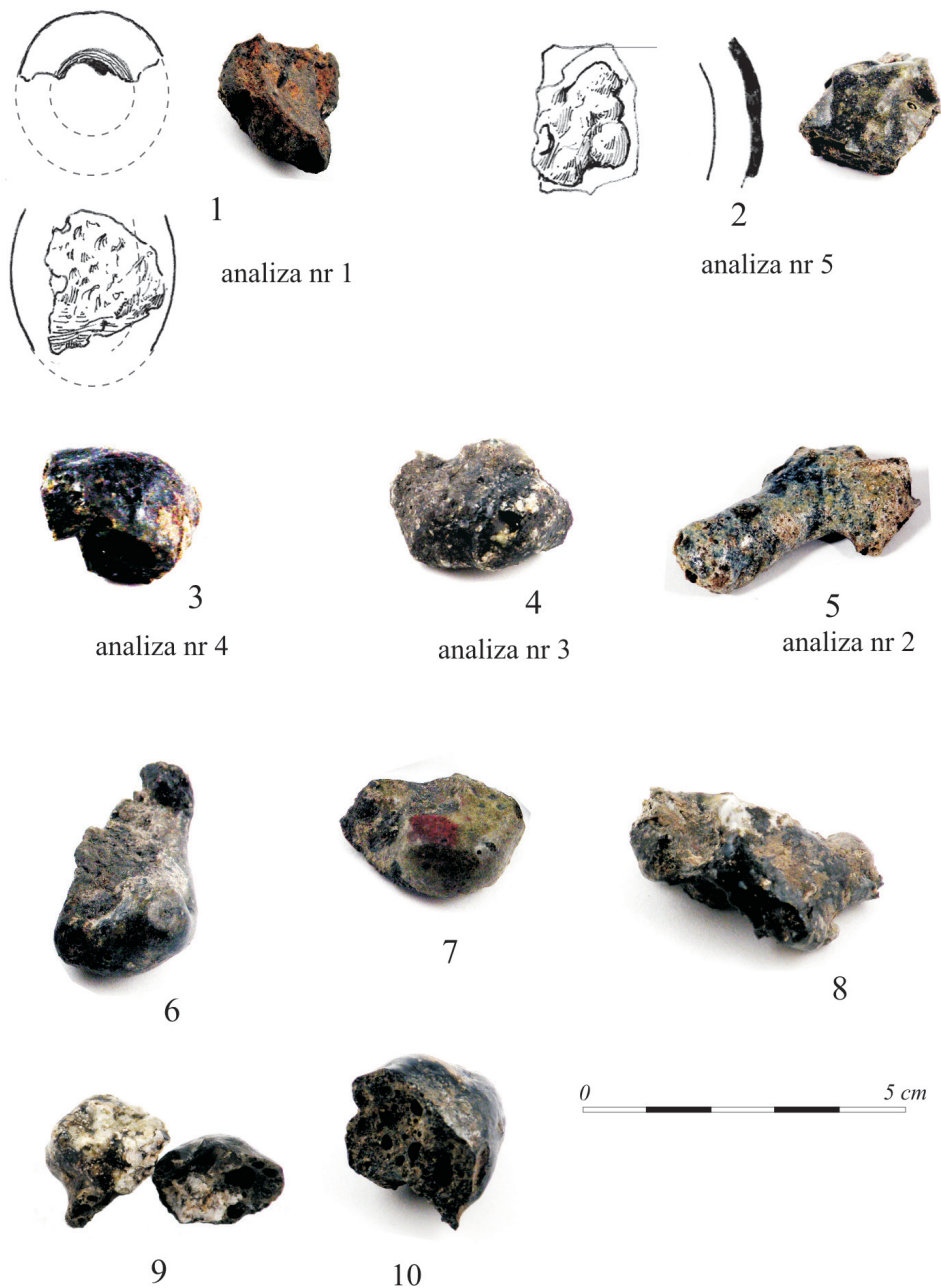
Pozostałości ze stadium wytopu masy szklanej

Przyjmuje się, że we wczesnym średniowieczu temperatura uzyskiwana w piecach do wytopu szkła nie przekraczała 1200°C. Nie pozwalała ona na jednorazowe stopienie zestawu szklarskiego. Proces wytopu dzielono na dwa lub trzy etapy (Besborodov 1975, s. 96; Olczak 1968, s. 17; Dekówna 1988, s. 10; Stiaffini 1999). O trzyetapowym wytopie szkła w okresie rzymskim wspomina Pliniusz Starszy w swojej *Historii Naturalnej*, o dwuetapowym w okresie wczesnego średniowiecza Teofil Prezbiter (Teofil Prezbiter ks. II, s. 38; Besborodov 1975, s. 94).

Pierwszy etap polegał na spieczeniu surowców podstawowych przy jednoczesnym niedopuszczeniu do nadmiernego stopienia zestawu. Proces wstępnego spiekania surowców wyjściowych określa się frytowaniem, a uzyskany produkt finalny frytą. Temperatury potrzebne do frytowania we wczesnym średniowieczu nie przekraczały 750°C. Struktura wewnętrzna takich bryłek – niejednorodna, o różnym stopniu zeszklenia – niekiedy pozwala określić dokładniej fazę wytopu, z którego pochodzi (np. Olczak 1998, s. 26). Drugim etapem było przetapianie środkowej, oczyszczonej części spieku do stanu płynnego. Efektem końcowym ponownego topienia fryty jest homogeniczna masa szklana – gotowa do formowania wyrobów. Trzyetapowy wytop szkła polegał na podzieleniu na dwa etapy procesu frytowania – pierwszy to wstępne spieczenie surowców wyjściowych, drugi to doprowadzenie takiego spieku do stanu półpłynnego – fryty (Dekówna 1988, s. 10; Stiaffini 1999).

W relacji Teofilusa proces frytowania trwał około 24 godzin: „...wziąć dwie części popiołu [...] oraz trzecią część piasku rzeczno starannie oczyszczonego z ziemi i kamieni i zmieszać na czystym miejscu. Po długim i dokładnym zmieszaniu winno się wziąć czerpak żelazny i nałożyć wspomnianej mieszaniny do mniejszej części pieca na górne palenisko, aby się prażyło, a gdy zacznie się rozgrzewać, natychmiast tym samym czerpakiem poruszać, aby się nie stopiło od żaru

⁴ Są to niepublikowane dotąd materiały, znane mi z autopsji.



Ryc. 3. Międzyrzecz Wielkopolski stan. 1, gród. Pozostałości produkcyjne warsztatu szklarskiego 1, 2 poł. X w.

1 – kropla szkła w małym złotniczym tygielku, 2 – ślady masy szklanej na ceramice naczyniowej, 3-8, 10 – fragmenty masy szklanej, 9 – spiek. Fot. J. Sawicka

ognia i nie porobiły grudki; tak postępuje się przez jedną noc i dzień” (Teofil Prezbiter, ks. II, s. 39, 1998).

Zagadnienie fryty i jej rolę w szklarstwie starożytnym i wczesnośredniowiecznym przedstawiła ostatnio Stawiarska (2005 i tam dalsza literatura). Znaleziska produktu finalnego frytowania są rzadkie, bo była już materiałem cennym (Henderson 2013, s. 275).

Typowy dla pozostałości z etapu frytowania jest wysoki udział pęcherzy gazowych i niewytopionych ziaren kwarcu. Placki masy z odciskami niezadko narzędzi lub podłoża można zaobserwować w pozostałościach średniowiecznych hut, gdzie są one śladami po próbach pobieranych przez hutników. Niektórzy badacze niemieccy, opisując tego rodzaju pozostałości, używają określenia szkło porowate – na powierzchni stopiona masa szklana, w środku porowate, matowe (Frommen i Kottmann 2003, s. 58). W przypadku pozostałości ze znanych materiałów z warsztatów wielkopolskich to określenie wydaje się trafne.

Frytę roztapiano ponownie, dodawano niekiedy słuczkę szklaną poprawiającą jakość masy, barwiono, klarowano czy zamacano niekiedy już w mniejszych tyglach. Według Steppuhna (1998, s. 83) korpusy niektórych dwuwarstwowych paciorków produkowanych w warsztatach w Haithabu wytwarzano z fryty.

Odpadami przy wieloetapowym wytopie szkła były również lekkie żuźle (piana) – powstałe na powierzchni topionego zestawu. Charakteryzują je niewielki ciężar, porowatość i niekiedy odciski podłoża po jednej ze stron. Są to ślady po mechanicznym usuwaniu jeszcze gorącej piany z powierzchni topionego zestawu. Obecność ziaren kwarcu może wskazywać na wczesny etap wytopu – kiedy jeszcze nie wszystkie składniki uległy stopieniu. Żuźle cięższe (szlaka) zawierają zanieczyszczenia, które opadły na dno tygla podczas wytopu. Usuwano je po ostudzeniu masy i często noszą ślady odkuwania czy obłupywania. To te pozostałości w literaturze przedmiotu określa się jako żuźle (Olczak 1998, s. 25; Dekówna 1988, s. 10).

W materiałach wiązanych z warsztatem 1 w Międzyrzeczu znaleziono następujące pozostałości z etapu wytopu:

Spiek (?)

Jest to niewielka (2,0×1,7×1,0 cm), spłaszczona bryłka z wyraźnymi, dużymi ziarnami kwarcu na powierzchni, wewnątrz zeszlona, matowa, porowata. Barwa szaro-czarna, plamiasta. Pochodzi prawdopodobnie z początkowego etapu frytowania – spiekania surowców. Ziarna kwarcu jeszcze się nie stopiły, a poziom zeszklenia masy jest niewielki (ryc. 3.9).

Masa szklana z różnych etapów wytopu

Są to pozostałości z dwu- lub trzyetapowego wytopu szkła, czyli pochodzące z różnych etapów procesu frytowania.

Odkryto siedem niewielkich fragmentów zakrzepłej szklistej masy o zbliżonych wymiarach (ok. 2,0-3,0×1,6-2,0×1,2-1,7 cm). Bryłki są obłe, miejscami gruzłowa-

te i „palcaste”, mają gładką zeszkloną powierzchnię i porowate matowe wnętrza z dużą ilością pęcherzy gazowych. W dwóch przypadkach zachował się odcisk piaszczystego podłoża – masa mogła zostać wyjęta z pieca przez szklarza jako próba, a następnie odrzucona. Barwy są różne – od szarej po szarozieloną i szaroniebieską. Na jednym z fragmentów wyraźny ślad odcinania ostrym narzędziem (ryc. 3.3-8, 3.10, tab. 1, analizy 2-4).

Inną strukturę niż opisane wyżej ułamki ma niewielki (średnica 0,9 cm) fragment o większym stopniu zeszklenia. Jest fragmentem większej, gruzłowej bryłki. Szkło jest błyszczące, lekko porowate, przezrzyste o oliwkowej barwie. Pochodzi zapewne z późniejszego etapu procesu wytopu, kiedy fryta staje się bardziej szklista i jaśniejsza, z dużą ilością pęcherzy gazowych (ryc. 3.4).

Charakterystyka technologiczna

Wykonano analizy fizykochemiczne – zawartości małego tygielka złotniczego, tygla z ceramiki naczyniowej, trzech fragmentów masy szklanej (tab. 1). Wyniki wszystkich analiz wskazują na grupę szkieł potasowych.

Szkle znalezione w tyglach reprezentują dwie odmiany:

– szkło typu **Ca-K-Mg-(Al)-Si** – znalezione w złotniczym tygielku. Jest to niskoalkaliczne szkło potasowe (koncentracja tlenu potasu nieznacznie powyżej minimalnej stężenia) z podwyższoną zawartością MgO (tab. 1, analiza 1). Czarną barwę szkła uzyskano, dodając najprawdopodobniej żelazną szlakę, zawartość związków żelaza wynosi – 7,48%. Również wysoka jest zawartość trójtlenku arsenu (As_2O_3), użytego jako środek odbarwiający masę szklaną – 1,78%. Nie można w sposób jednoznaczny określić pochodzenia tlenu glinu, który w tym szkłe wystąpił w dużym stężeniu – 11,43%. Oprócz reakcji z masą ceramiczną tygla, mógł dostać się wraz z piaskiem i z popiołem – podstawowymi składnikami zestawu szklarskiego⁵;

– szkło typu **Ca-K-(Al)-Si** – wystąpiło na tyglu z ceramiki naczyniowej, naciek szarozielonego szkła zachował się na zewnętrznej stronie naczynia (ryc. 3.2). Jest to niskoalkaliczne szkło potasowe. Tu również wystąpiła wysoka koncentracja trójtlenku arsenu (As_2O_3) stosowanego jako odbarwiacz oraz tlenu żelaza i glinu (tab. 1, analiza 5).

Pozostałości ze stadium wytopu to trzy fragmenty masy szklanej, w tym bryłka o większym stopniu zeszklenia. Określenie odmiany i typu szkieł w przypadku

⁵ Koncentracja, powyżej której powinno się wpisać ten tlenek do formuły, według przyjętych zasad, stosowanych również w tej pracy wynosi 2%. W wypadku zawartości tygli nie jest to oczywiste. Znaczna część tlenków glinu z mas ceramicznych przechodzi do masy szklanej. Tak jak Dekówna, pisząc o pracowni w Szczecinie (1980, s. 35, 252), do szkła pochodzącego z tygli wprowadzam glin do formuły szkła warunkowo i zamieszczam w nawiasach – (Al). Wysoką zawartość Al_2O_3 powoduje również nieodpowiedni, zanieczyszczony piasek, którego pracownie o wysokich umiejętnościach technologicznych starały się unikać (Kociszewski 1966, s. 52).

tych niejednorodnych pozostałości nie jest proste. Koncentracje alkaliów są niskie – K_2O poniżej 4% uznanych za minimalne stężenie określające typ szkła. Możemy jedynie stwierdzić, że skład jednego z przebadanych fragmentów masy szklanej z odciskiem piaszczystego podłoża jest podobny do składu szkła z małego złotniczego tygielka – niskoalkalicznego szkła typu **Ca-K-Mg-Al-Si** (tab. 1, analiza 2). Drugi z fragmentów można łączyć ze szkłem **Ca-K-Na-Al-Si** (tab. 1.3). Koncentracje alkaliów (K_2O+Na_2O) wynoszą 7,94. Obecność tlenu sodu, tu w koncentracji powyżej 4%, mogłaby wskazywać na użycie stłuczki szklanej szkła sodowo-wapniowego. Koncentracja tlenu wapnia jest bardzo niska – 3,11% przy jednocześnie bardzo wysokiej koncentracji tlenu glinu (15,55%). Wyniki analizy fragmentu określanego jako bryłka masy o większym stopniu zeszklenia (typ szkła **Ca-K-Al-Si**?) również budzą podobne wątpliwości (tab. 1, analiza 4). Nie należy wykluczyć, że zamierzano w późniejszym etapie wytopu, obok zmielonych i przesianych środków barwiących czy klarujących, dodać do masy stłuczkę szklaną, lub nawet inny komponent (ołowiowy?). O takich praktykach stosowanych w pracowniach przetwórczych, przerabiających surowe szkło pisze Foy (2000, s. 154).

Szkła typu K-Ca-Mg-Al-Si występują głównie w Europie Zachodniej już od wczesnego średniowiecza. Natomiast najstarsze na terenach Polski szkła reprezentują typ K-Ca-Si. Znalezione je w pracowni w Szczecinie Wzgórzu Zamkowym – przede wszystkim w tygielkach odkrytych w budynku z IX-IX/X w. interpretowanym jako pracownia metalurgiczna i szklarska (odmiana K-Ca-(Al)-Si). Jednak zarówno ilość alkaliów, jak i sumy i proporcje głównych składników szkłotwórczych nie wykazują zasadniczych podobieństw do szkieł z Międzyrzecza (Dekówna 1980, s. 245).

Pozostałości produkcyjne z pracowni I w Międzyrzeczu można wstępnie wiązać z niskoalkalicznymi szklami potasowymi, wytopionymi z popiołu roślin, najprawdopodobniej drzew i piasku (masa szklana w tygielku i tyglu z ceramiki naczyniowej), z zestawu dwuskładnikowego (popiół i piasek). Przypominają „wczesno-karolińskie” szkła według klasyfikacji Wedepohla. O zastosowaniu do wytopu popiołu roślin świadczy również obecność (niewielka) związków fosforu P_2O_5 (w szklach w tygielku i tyglu i w dwóch fragmentach masy) oraz obecność SO_3 (w zeszkłonej masie – 2,76%). Według Wedepohla (1998, s. 20) współczynnik $CaO:K_2O$ określa rodzaj roślin, z których uzyskano popiół: wartość 1,2-2,1 odpowiada popiołowi z pni buka i dębu, 4 – popiołowi z pni świerka, ponad 1 – z kory i liści przede wszystkim buka, 0,7 – z paproci. Dwa fragmenty masy i szkło z tygla z ceramiki naczyniowej mogły być wytopione z użyciem popiołów z pni buka czy dębu. Wysokie zawartości trójtlenku arsenu As_2O_3 , zastosowanego prawdopodobnie jako środek odbarwiający, wystąpiły we wszystkich przebadanych pozostałościach, w koncentracjach nieprzekraczających 1,8%. Szkła te można zaliczyć do szkieł o wysokiej zawartości żelaza. Przykłady podaje Besborodov (1975, tab. XIX), publikując analizy pierścionka i dwóch bryłek szkła z Międzyrzecza oraz podobnych szkieł ze Szczecina i Grodna. Szkła takie obok wysokiej zawar-

tości żelaza mają również podwyższoną zawartość glinu – w koncentracjach około 10%. Koncentracje takie, występujące również w pozostałościach produkcyjnych w młodszych pracowniach w Międzyrzeczu, mogą być świadectwem niskiego, niedoskonałego poziomu technologicznego wszystkich pracowni, również korzystających z miejscowych złóż gorszych żelazistych piasków.

Próba określenia asortymentu pracowni jest niezmiernie trudna. Wyroby szklane znalezione we wczesnych fazach osadniczych grodu, współczesnych pracowni, są nieliczne. Są to dwa paciorki. Zachował się jedynie jeden z nich – segmentowy, wykonany z wyciąganej rurki. Na żółtym opakowym korpusie widoczne są ślady metalowej (srebrnej?) wkładki pokrytej cienką warstwą bladeżółtego przezroczystego szkła. Nie został przebadany fizykochemicznie. Drugi to bładoniebieski, płaskokulisty niewielki paciorek wykonany ze szkła sodowo-wapniowego, przebadany metodą analizy spektralnej ilościowej (Olczak 1995, s. 19). Nie ma żadnych przesłanek, aby łączyć te paciorki z pracownią, okaz z metalową wkładką stanowi zapewne import.

*

W 2 połowie X w. na terenie grodu działała niewielka pracownia szklarska o prawdopodobnie przetwórczym charakterze. Znaleźniska bryłek masy z etapu frytowania nie świadczą jednoznacznie o wytopie szkła z surowców wyjściowych. Fryta obok surowego szkła w różnej postaci była przedmiotem handlu już od starożytności i mogła pochodzić z innej pracowni/huty (Stawiarska 2005, s. 48, 68; 2015, s. 15). Pracownia przerabiała(?) niskoalkaliczne szkła potasowe i mogła produkować szkła mieszane o bliżej nieustalonym składzie. Jedynie kropla czarnego, opakowego szkła w złotniczym tygielku może świadczyć o wyrobie drobnych przedmiotów – wkładek, paciorków lub emalii w nieodkrytym dotąd warsztacie jubilerskim(?).

WARSZTAT 2 (2 POŁOWA XI W.)

Nieliczny zbiór pozostałości pracowni szklarskiej 2 pochodzi z 6 i 7 fazy rozwojowej grodu – datowanej na okres od 2 połowy XI w. po rok 1157. Odkryto 20 fragmentów pozostałości produkcyjnych: piany, odpadów z etapu wytopu, bryłki szkła i dwa półfabrykaty(?) paciorków. Materiały mają charakter rozproszony, wystąpiły bowiem na obszarze całego wykopu badawczego (wykop I) i tylko w niewielkim skupieniu w północno-zachodniej części wykopu. Fazy 6 i 7 obejmują 7 poziomów budowli o gęstej zabudowie. Nie można łączyć pozostałości produkcji szklarskiej z żadnym z domostw, ani też z rozsypiskami dwóch dużych (średnica 3 i 2,5 m) zadaszonych pieców, prawdopodobnie gospodarczych, pobudowanych kolejno w tym samym miejscu. Materiały późniejsze, z fazy 7 (7 fragm.

fryty), mogą pochodzić z warstw rumoszowych, wiązanych z odbudową po wielkim pożarze – pracownia zatem mogła powstać i działać w 2 połowie XI wieku. Koniec tych faz osadniczych wyznaczają zwaliska pożarowe spowodowane najazdem wojsk Fryderyka Rudobrodego w 1157 roku.

Pozostałości ze stadium wytopu masy szklanej

Piana

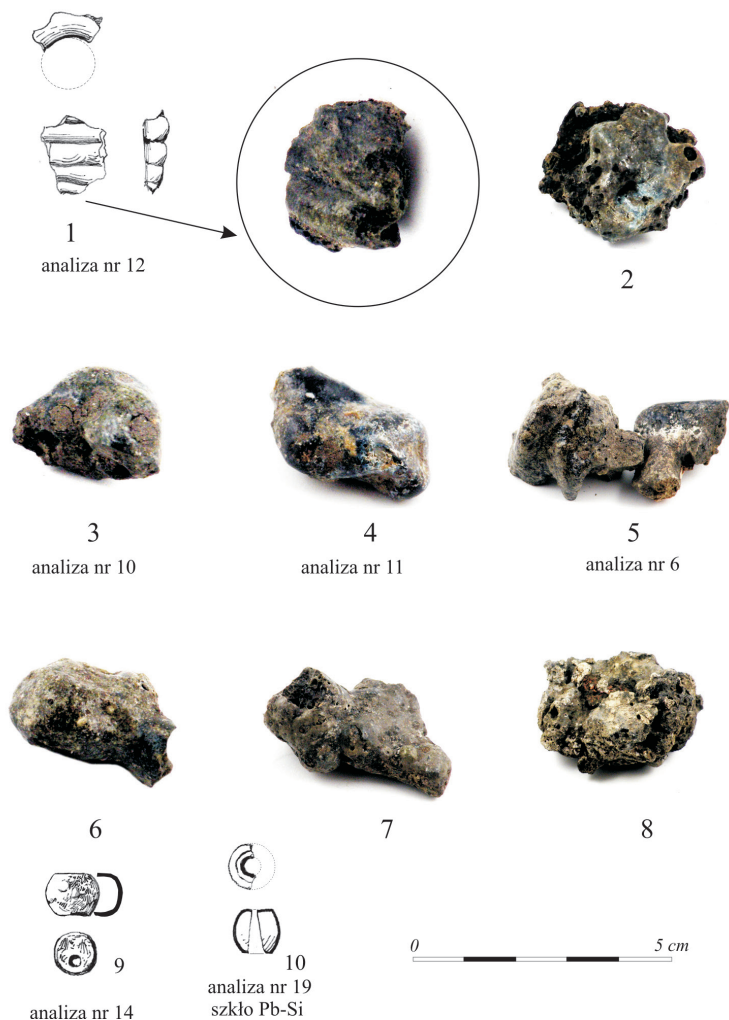
Są to dwie niewielkie ($3,8 \times 2,2 \times 1,4$ i $5,2 \times 3,2 \times 1,7$ cm), nieregularne, lekkie bryłki o nieznacznie zeszlonej powierzchni i porowatym, matowym wnętrzu. Barwa ciemnoszara, plamiasta. Jeden z fragmentów nosi ślady odcisniętego piaszczystego podłoża. O tego typu pozostałościach znajdujących w ośrodkach grodowych pisał Olczak (1968), jednak rzadko posiłkując się analizami fizykochemicznymi. W pracowni w Wolinie (IX – 2 połowa XII w.) część pozostałości produkcyjnych zaliczono do grupy żużli powstałych na powierzchni topionego zestawu. Bryłki te mają odciski podłoża, na które je wyrzucono, i w przeważającej ilości ślady po niewytopionych ziarnach kwarcu – co może wskazywać na początkowe stadium wytopu; badacz podobnie klasyfikuje część „żużli” z Kruszwicy (Olczak 1968, s. 23, 120-121). Do grupy żużli lekkich (piany) można zaliczyć pojedyncze bryłki odkryte w pozostałościach pracowniach złotniczych z Ostrowa Lednickiego i Poznania Ostrowa Tumskiego oraz w Kruszwicy (tab. 5).

Masa szklana

Jest to piętnaście niewielkich ($1,1-3,5 \times 1,1-2,8 \times 0,4-1,9$ cm) fragmentów o nieregularnych kształtach; obłych i „palczastych”, miejscami lekko gruzłowatych. Powierzchnia zewnętrzna gładka i zeszlona, wewnętrzna matowa, porowata i nieprzejrzysta. Barwy są ciemne od szarooliwkowej po czarnozieloną i w jednym przypadku granatowoczarną. Reprezentują różne stopnie zeszklenia – w dwóch przypadkach wystąpiły nieprzereagowane ziarna kwarcu, w dwóch innych przypadkach stopień zeszklenia jest większy, struktura wewnętrzna jest bardziej zbita i w niewielkim stopniu „szklista”. Na ułamkach widoczne są ślady narzędzi – wąskie pasmo masy (o średnicy 4-7 mm) zostało „potrójnie” nawinięte na pręt o średnicy 0,8 cm (ryc. 4.1). Na obłym niewielkim fragmencie przypominającym „łezkę” widoczny jest ślad białego szpikulca, a na nieforemnej grudce – zawirowania koncentrycznego śladu po mieszaniu(?). Ponadto na jednym fragmencie widoczne są ślady odkuwania z większej bryłki, na dwóch odciski piaszczystego podłoża i włókien drewna (ryc. 4.1-8, tab. 2 analizy 6-7 i 9-12).

Bryłka szkła (niewyklarowane surowe szkło?)

Fragment niewielkiej (średnica 0,8 cm) gruzłowatej bryłki o zeszlonej gładkiej powierzchni, zwartym wnętrzu i oliwkowej barwie. Szkło nieprzejrzyste, błyszczące, zbite. Bryłka nosi ślady odkuwania (tab. 2, analiza 8).



Ryc. 4. Międzyrzecz Wlkp. stan. 1, gród. Pozostałości warsztatu szklarskiego 2, 2 poł. XI w. – 1 poł. XII w.

1-8 – fragmenty masy szklanej, 9 – półfabrykat(?) paciorka, 10 – paciorek współczesny warsztatowi.
Fot. Sawicka

Półfabrykaty paciorków (?)

Dwa nieregularne, kuliste, lekko spłaszczone paciorki(?) o średnicy około 5-6 mm, bez kanalika, puste w środku, z dwoma otworami po obu końcach i widocznym śladem po narzędziu, którym kulkę lekko spłaszczone. Wykonane są z porowatej szaroniebieskiej masy, przypominającej opisaną wyżej masę szklaną.

Tab. 2. Międzyzrzecz Wlkp. stan. 1, gród. Wyniki analiz fizykochemicznych pozostałości produkcyjnych warsztatu 2 (2 pot. XI/1 pot. XII w.) wraz z proporcjami i sumami głównych składników szklotwórczych

Nr analizy Nr inwentarza Rodzaj próby	Analiza 6 Nr inw. sz/44/57 fragm. masy szklanej, z odciskiem piaszczystego podłoża	Analiza 7 Nr inw. sz/30/57 fragm. masy szklanej, z odciskiem piaszczystego podłoża	Analiza 8 Nr inw. sz/23/57 szkło surowe oliwkowe	Analiza 9 Nr inw. sz/19/57 fragm. masy szklanej, z odciskiem narzędzia (szpikulca?)	Analiza 10 Nr inw. sz/24/57 fragm. masy szklanej	Analiza 11 Nr inw. sz/25/57 fragm. masy szklanej	Analiza 12 Nr inw. sz/22/57 pasma masy szklanej nawiniętej na pręt	Analiza 13 Nr inw. 51/57 półfabrykat paciorka? odpad?	Analiza 14 Nr inw. 50/57 półfabrykat paciorka? odpad?
Nr analizy w Archiwum CLA IAE PAN	CI 18097	CI 18098	CI 18099	CI 18100	CI 18101	CI 18102	CI 18103	CI 18104	CI 18105
K ₂ O	3,05	3,57	3,01	3,59	3,4	3,73	5,65	3,28	2,64
CaO	11,31	15,81	13,48	13,35	15,95	13,24	14,37	14,43	15,05
P ₂ O ₅	0,75	3,9	0,46	0,46	0,69	0,35	0,93	1,32	1,61
PbO	0,14	0	0,24	0,4	0	0	0,02	0	0
Cl	0	0,14	0	0,11	0,17	0,06	0	0,11	0,05
TiO ₂	0,75	0,79	0,49	0,94	1,09	0,95	0,9	0,44	0,84
Fe ₂ O ₃	5,76	6,78	5,91	7,69	6,2	10,27	9,26	7,29	14,9
MnO	0,27	0,23	0,05	0,19	0,32	0,23	0,03	0	0
CoO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CuO	0,65	0	0	0	0	0,17	0,27	0,31	0
ZnO	0	0,73	0	0,39	0,17	0,25	0	0,88	0,86
Na ₂ O	1,17	0,96	1,11	0,85	0,98	1,04	0,76	1,26	0,5
SiO ₂	63,72	53,43	60,39	56,93	55,08	54,48	51,9	52,39	45,84
SO ₃	0	1,03	0,04	0,12	0,28	0	0,35	0,3	0,36
Al ₂ O ₃	9,61	10,04	11,2	10,93	10,79	11,54	10,55	10,9	11,8
MgO	1,75	1,65	2,09	2,08	2,23	2,18	2,12	2,51	2,1
NiO	0,21	0,04	0,02	0,02	0,25	0,04	0	0,61	0,39

Cr ₂ O ₃	0	0,06	0,02	0,16	0,1	0,02	0,14	0	0,19
As ₂ O ₃	0,85	0,83	1,49	1,81	1,58	1,44	2,6	3,8	2,88
SnO ₂	0	0	0	0	0	0,01	0,15	0,17	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂ O/Na ₂ O	2,6	3,71	2,71	4,22	3,46	3,58	7,43	2,6	5,28
K ₂ O+Na ₂ O	4,22	4,53	4,12	4,44	4,3	4,77	6,41	4,54	3,14
CaO/MgO	6,46	9,58	6,44	6,51	7,15	6,07	6,77	5,74	7,16
CaO+MgO	13,06	17,46	15,57	15,43	18,18	14,28	16,49	16,94	17,15
(K ₂ O+Na ₂ O)/ (CaO+MgO)	0,32	0,25	0,26	0,28	0,23	0,33	0,38	0,26	0,18
CaO/ K ₂ O	3,7	4,42	4,47	3,71	4,69	3,54	2,54	4,39	5,7

Analiza wykonana rentgenowską ilościową analizą fluorescencyjną XRF, metodą EDS, składniki w % wagowych, wyk. E. Pawlicka

Na powierzchni widoczne są małe, pojedyncze otwarte pęcherze gazowe, brak widocznych śladów po formowaniu. Nie należy wykluczyć, że są to specyficznie zachowane pęcherze gazowe półpłynnej masy (ryc. 4.9, tabela 2, analizy 13-14).

Charakterystyka technologiczna

Wykonano 9 analiz fizykochemicznych dla sześciu fragmentów szklistej masy, bryłki surowego szkła(?) i dla dwóch półfabrykatów(?) paciorków (tab. 3). Podobnie jak w przypadku pozostałości z warsztatu 1, i tu można ostrożnie stwierdzić związek mas szklanych i piany ze szklami potasowymi:

– szkło typu **Ca-K-Al-Si** – 2 fragmenty masy szklanej z odciskami piaszczy-stego podłoża (tab. 2, analizy 6-7),

– szkło typu **Ca-K-Mg-Al-Si** – w czterech fragmentach masy szklanej (tab. 2, analizy 9-12), bryłce surowego niewyklarowanego szkła (tab. 2, analiza 8) i półfabrykatów(?) paciorków (tab. 2, analizy 13-14).

Stężenia zarówno alkaliów, jak i surowca wapniowego w obu rodzajach szkieł są wyrównane, wysokie tlenków żelaza (5,76-14,9%) i glinu (9,61-11,8%). Koncentracje alkaliów są niskie, jednak w odpadach produkcyjnych, szczególnie z początkowych faz wytopu czy spiekania surowców mogą być niewielkie. Materiały znalezione w hucie szkła w Torcello, pochodzące z wczesnych etapów wytopu mają niskie zawartości alkaliów. Masa, określana jako „częściowo zeszkłona”, ma ich zaledwie kilka procent i wysoką zawartość tlenku glinu (Leciejewicz, Tabaczyńska i Tabaczyński 1977, tab. I, poz. 11). Podobne koncentracje alkaliów mają pozostałości określane jako bryłki z „niedokończonego procesu wytopu” pochodzące z późnoantycznej pracowni w Oescus w Mezji (Olczak 2003, s. 135-136). Oba „półfabrykaty” paciorków oraz jeden z fragmentów masy szklanej mają podwyższoną zawartość tlenku cynku, użytego zapewne jako modyfikator (0,73%, 0,88%, 0,86%). Podobieństwo stosunków sum tlenków alkalicznych do sum tlenków ziem alkalicznych $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}/\text{CaO}+\text{MgO}$ (od 0,18 do 0,38) nawet w przypadku niehomogenicznych bryłek masy i piany wskazuje na duże zbieżności. Trzeba jednak podkreślić, że w przypadku niejednorodnych pozostałości z etapu wytopu próba laboratoryjna pozwala jedynie orientacyjnie określić jej skład chemiczny.

Pozostałości produkcyjne z pracowni 2, podobnie jak w pracowni 1, można wstępnie wiązać z niskoalkalicznymi szklami potasowymi, wytopionymi z popiołu, najprawdopodobniej drzew, z zestawu dwuskładnikowego (popiół i piasek). O zastosowaniu takiego popiołu, obok niskiej zawartości K_2O , świadczy obecność związków fosforu P_2O_5 , (w przypadku jednej z bryłek masy – nawet 3,9%) oraz obecność SO_3 .

W poziomach osadniczych współczesnych pracowni odkryto łącznie fragmenty 13 gotowych wyrobów ze szkła: 3 małe fragmenty obrączek, pierścionek z płaskim oczkiem, 8 paciorków różnych typów i 1 półfabrykat(?) paciorka z nieprzebitym

kanalikiem. Fizykochemicznie przebadano 6 zabytków – 2 fragmenty obrączek i 4 paciorki, w tym 1 egzemplarz określany jako półfabrykat. Analizy zostały wykonane metodą analizy spektralnej jakościowej (tab. 6). Wszystkie przebadane przedmioty wykonane zostały ze szkieł ołowiowych, podobnie jak bezułkowaty paciorek, pochodzący z nieco późniejszego poziomu osadniczego (XII w.) wykonany z bładożółtego przezroczystego szkła. Został on przebadany, podobnie jak pozostałości produkcyjne, metodą EDS (ryc. 4.10, tab. 4, analiza 19).

*

Pozostałości warsztatu 2 mogą wskazywać na istnienie niewielkiego zespołu produkcyjnego typu A. Obecność nielicznych wprawdzie, fragmentów piany, odpadu powstającego na powierzchni tygła mogłaby wskazywać na wytop szkła na miejscu z surowców pierwotnych niskoalkalicznych szkieł potasowych z wysoką zawartością żelaza. Nie zdołano również określić asortymentu pracowni, podobnie bowiem jak we wcześniejszej o blisko 100 lat pracowni 1, w jej poziomach osadniczych znaleziono niewiele wyrobów szklanych. Stosunkowo dużą próbę – prawie połowę zbioru biżuterii – przebadano fizykochemicznie, ale nie można tych wyrobów łączyć ze szklami, które mogłaby wytwarzać pracownia.

WARSZTAT 3 (XIII W.)

Omawiany zbiór pochodzi z faz 9-12 obejmujących niemal 150 lat datowanych na XIII wiek do 1 połowy wieku XIV – czasu rozpoczęcia budowy zamku kazimierzowskiego. Materiały mają charakter rozproszony. Odkryto 39 fragmentów pozostałości produkcyjnych – spieki, pianę, frytę, szlakę i bryłki szkła. Z tych poziomów pochodzi również duży zbiór gotowych wyrobów szklanych – biżuterii, szyb i naczyń. Pierwsze pozostałości pojawiają się w fazie 9 (XIII w. – do 1269 r.). Jest to 7 fragmentów masy szklanej, w tym fragment piany z odciskiem brzegu dużego tygła i bryłka szkła. Brak jest wyraźnych skupień materiału, nie można też łączyć go z żadnym z domostw, materiały wystąpiły na całej powierzchni wykopu 1. Ta faza osadnicza kończy się wielkim pożarem grodu.

W następnej fazie – 10 (1269 – lata osiemdziesiąte XIII w.) obok trzech fragmentów masy szklanej pojawiają się obrączki/zawieszki z „wadami” produkcyjnymi (9 egz.) łączone hipotetycznie z pracownią. Faza 11 (lata osiemdziesiąte XIII w. do 1 połowy XIV w.) to znaleziska 7 fragmentów masy szklanej (w tym z odciskiem małego tygielka), 1 fragment piany, 2 bryłki żużla z dna donicy i 19 obrączek/zawieszek. Z fazą 12 (połowa XIV – 2 połowa XIV w.) można wiązać znaleziska 14 fragmentów masy szklanej i niewielkiej bryłki szkła, cięższych żużli pochodzących z dna tygła i 11 obrączek/zawieszek. W warstwach XIII-wiecznych pojawiają się ułamki szyb i szklanych naczyń stołowych. W obrębie wymienionych wyżej faz osadniczych wyróżniono sześć następujących po sobie poziomów zabu-

dowy – żadnej z odkrytych budowli nie można łączyć z pracownią szklarską. Odbudowa grodu po pożarze w 1269 r. i w konsekwencji niwelacji terenu podczas kolejnej odbudowy spowodowały prawdopodobnie przemieszczanie się materiału zabytkowego. Można jedynie przyjąć, że w 1 połowie XIII w. na terenie grodu istniała pracownia szklarska, która swoją działalność mogła wznowić po pożarze w 1269 roku.

Pozostałości ze stadium wytopu masy szklanej

Spieki

Jest to sześć niewielkich fragmentów (5,2-3,2×1,8-3-5×1,4-3,0 cm) słabo przeagowanych spieków zestawu szklarskiego, z wyraźnymi ziarnami drobnego kwarcu, w jednym przypadku odciskami piaszczystego podłoża. Kształty spłaszczone, nieregularne, miejscami gruzłowate, powierzchnia gładka, matowa lekko zeszlona, wewnątrz porowate. Barwa – jasno- i ciemnoszara oraz szaroniebieska. Spieki pochodzą prawdopodobnie z początkowego etapu frytowania, kiedy ziarna kwarcu jeszcze się nie stopiły, a poziom zeszklenia masy jest niewielki (ryc. 5.4).

Piana

Cztery fragmenty określono jako pianę; dwie niewielkie (o średnicach 1,2 i 4,3 cm) bryłki są lekkie, nieregularne, palczaste, o matowej powierzchni, niekiedy z otwartymi pęcherzami gazowymi. Trzeci z fragmentów to duży odcisk brzegu dużego tygla z krawędzią przypuszczalnie zagiętą do wewnątrz (przypuszczalna średnica tygla ok. 23-25 cm, ryc. 5.1), o matowej, gruzłowej powierzchni z otwartymi pęcherzami gazowymi. Kolejny fragment to bardzo duża (13,5×8,7×4,2 cm), nieregularna, lekko gruzłowata bryłka, z otwartymi pęcherzami na matowej, lekko zeszlonej powierzchni, ze słabo widocznym półokrągłym odciskiem nieokreślonego naczynia (ryc. 5.3). Wszystkie fragmenty mają szarą barwę.

Masa szklana z różnych etapów wytopu

Są to 24 niewielkie (1,4-6,4×1,2-4,5×0,4-3,6 cm) fragmenty nieforemnych bryłek, przeważnie gruzłowatych o powierzchni gładkiej, lekko zeszlonej i matowym porowatym wnętrzu. Barwy szare i szarozielone. Dwie małe (o długości 0,8-1,4 cm), spłaszczone i wydłużone kuliste przypominają „łezki” – próbki szkła pobierane przez szklarzy. Na trzech ułamkach wystąpiły odciski narzędzi – do mieszania(?), narzędzia z ząbkami, płaskiego narzędzia (szpatułki?) oraz odcisk brzegu małego tygielka, o przypuszczalnej średnicy 3-5 cm⁶ (ryc. 5.5-6, tab. 3 analiza 16).

⁶ Narzędzia z ząbkami, prawdopodobnie do rozgarniania bryłek spieków i fryty są znane z późniejszych przekazów dotyczących wyposażenia hut (np. Stiaffini 1999, s. 79, ryc. 67).

Tab. 3. Międzyrzecz Wlkp. stan. 1, gród. Wyniki analiz fizykochemicznych pozostałości produkcyjnych warsztatu 3 (XIII w.) wraz z proporcjami i sumami głównych składników szkłotwórczych

Nr analizy Nr inwentarza Rodzaj próby	Analiza 15 Nr inw. z/54/486 żużel-szlaka z dna donicy, z odciskiem donicy	Analiza 16 Nr inw. sz/56/25 fragm. masy szklanej z odciskiem podłoża	Analiza 17 Nr inw. sz/26/28 brylka niewyklarowa- wanego szkła z odciskiem narzędzia	Analiza 18 Nr inw. sz/3/57 fragm. piany? z odciskiem brzegu tygla
Nr analizy w Archiwum CLA IAE PAN	CI 18109	CI 19110	CI 18111	CI 18112
K ₂ O	1,21	3,51	2,56	3,9
CaO	1,59	11,49	11,57	13,31
P ₂ O ₅	0,92	0,77	0,6	0,51
PbO	0	0	0,06	0
Cl	0,11	0,11	0	0,16
TiO ₂	0,16	0,84	0,55	1,06
Fe ₂ O ₃	27,71	4,96	28,13	7,07
MnO	0	0,05	0,16	0,18
CoO				
CuO	0,24	0	0,27	0,11
ZnO	0,28	0	0	0
Na ₂ O	0,5	0,64	0,85	0,93
SiO ₂	63,92	63,38	44,63	55,84
SO ₃	0,82	0,16	0,1	0,04
Al ₂ O ₃	2,14	10,35	7,42	12,8
MgO	0,34	2,07	1,47	2,29
NiO	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0	0,03	0
As ₂ O ₃	0,03	1,46	1,44	1,78
SnO ₂	0,03	0,21	0,16	0
BaO	0	0	0	0
K ₂ O/Na ₂ O	2,42	5,48	3,01	4,19
K ₂ O+Na ₂ O	1,71	4,15	3,41	4,83
CaO/MgO	4,67	5,55	7,87	5,81
CaO+MgO	1,93	13,56	13,04	15,6
(K ₂ O+Na ₂ O)/ (CaO+MgO)	0,88	0,3	0,26	0,3
CaO/ K ₂ O	1,31	3,27	4,51	3,41

Analiza wykonana rentgenowską ilościową analizą fluorescencyjną XRF, metodą EDS, składniki w % wagowych, wyk. E. Pawlicka

Żuźle

Są to trzy niewielkie (średnica nie przekracza 7,5 cm) i nieregularne fragmenty cięższych żużli pochodzących prawdopodobnie z dna tygła do wytopu szkła, z dużymi ziarnami (do 1,2 cm średnicy) niewytopionego kwarcu. Na jednym z fragmentów wyraźny ślad zębatego narzędzia (do rozgarniania?), na drugim – ślady zielonych związków miedzi, które mogły być wprowadzone do zestawu jako barwnik oraz odcisk tygła(?) o przypuszczalnej średnicy 17-20 cm (tab. 3, analiza 15).

Bryłki szkła

Są to dwa fragmenty – niewielka (3,3×2,0×1,7 cm) gruzłowata bryłka niewyklarowanego, ciemnoniebieskiego i lekko przejrzystego porowatego szkła z wyraźnym śladem narzędzia do mieszania oraz śladem odkuwania (ryc. 5.2), a także niewielki ułamek (1,5×0,7 cm) cienkiego o grubości 0,2 cm, przezroczystego, białego szkła ze śladem piaszczystego podłoża (ryc. 5.2, tab. 3, analiza 17).

Nieudane wyroby (?)

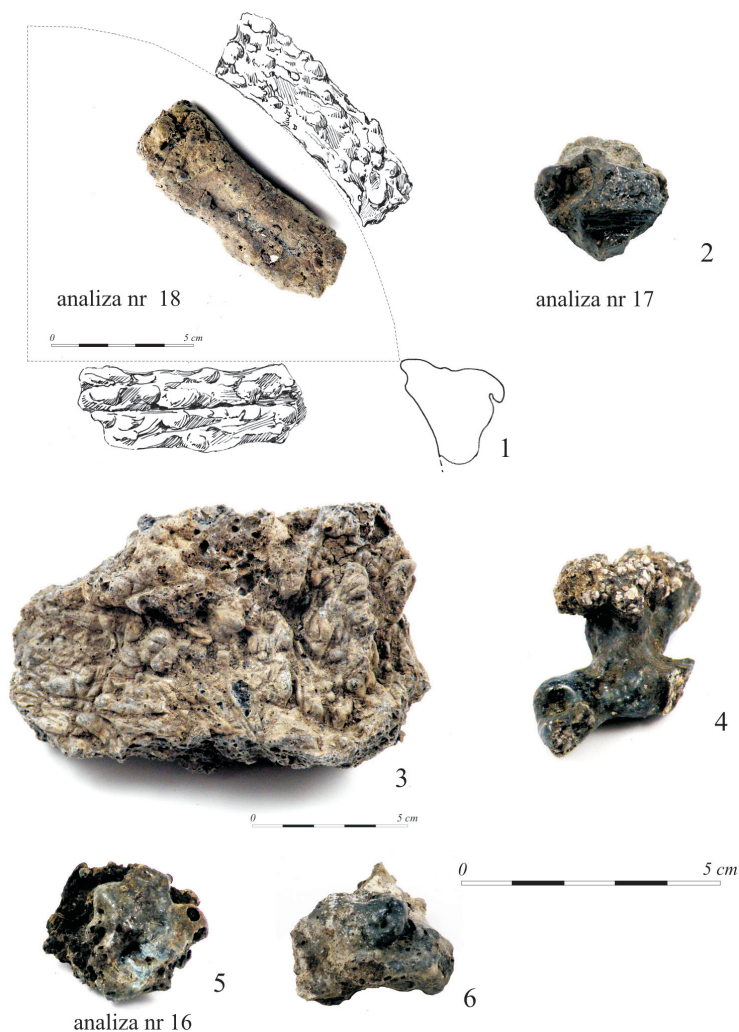
Jest to zbiór (16 obrączek i 23 zawieszek-kótek o niewielkich średnicach) opisanych przez Olczaka ozdób, noszących cechy odpadów produkcyjnych bądź ozdób wykonanych przez niewprawnego wytwórcę. Wyroby są nieforemne, o nieregularnym przekroju, z nadłanymi i niewygładzonymi soplekmi szkła. Nie miały walorów estetycznych. Niektóre z obrączek i kótek zostały wykonane prostą metodą zawinięcia pasma szkła na twardym podłożu (ryc. 6.3-6, 9, 10, 13-14). Wyroby te tylko hipotetycznie można łączyć z pracownią, daleko posunięta korozja wszystkich przedmiotów nie pozwoliła bowiem na wykonanie analiz fizykochemicznych.

Charakterystyka technologiczna szkła

Wykonano 6 analiz fizykochemicznych – dla żuźla, dla bryłki masy szklanej, bryłki piany z odciskiem tygła i bryłki niewyklarowanego surowego szkła (tab. 3) oraz fragmentu naczynia zdobionego plastyczną listwą i fragmentu szyby (tab. 4). Wszystkie pozostałości produkcyjne oraz fragmenty naczynia i szyby można łączyć z niskoalkalicznymi szklami potasowymi:

– szkło **Ca-K-Mg-Si** (tab. 4, analiza 20) to mały fragment szyjki nieokreślonego cienkościennego (grubość 0,1 cm) naczynia stołowego (pucharek?, kubek?), zdobionego plastyczną okrągłą, lekko spłaszczoną nitką o średnicy 0,5 cm. Szkło białe, przezroczyste. Pochodzi z poziomu osadniczego datowanego na 1 połowę XIII w. (tab. 4, 2, ryc. 5.19). Jest to szkło niskoalkaliczne,

– szkło **Ca-K-Mg-Al-Si** (tab. 4, analiza 21) to fragment szyby, o powierzchni około 6 cm², z jedną z krawędzi załuskaną ukośnym, drobnym i jednostronnym retuszem. Szkło przezroczyste, białooliwkowe. Szyba została znaleziona przy ścianie budynku określonego jako chata 1, w poziomie osadniczym ze schyłku XIII – 1 połowy XIV w. (ryc. 5.20). Szkło niskoalkaliczne, wysokowapniowe,



Ryc. 5. Międzyrzecz Wlkp. stan. 1, gród. Pozostałości warsztatu szklarskiego 3 lata osiemdziesiąte XIII w. – 1 poł. XIV w.

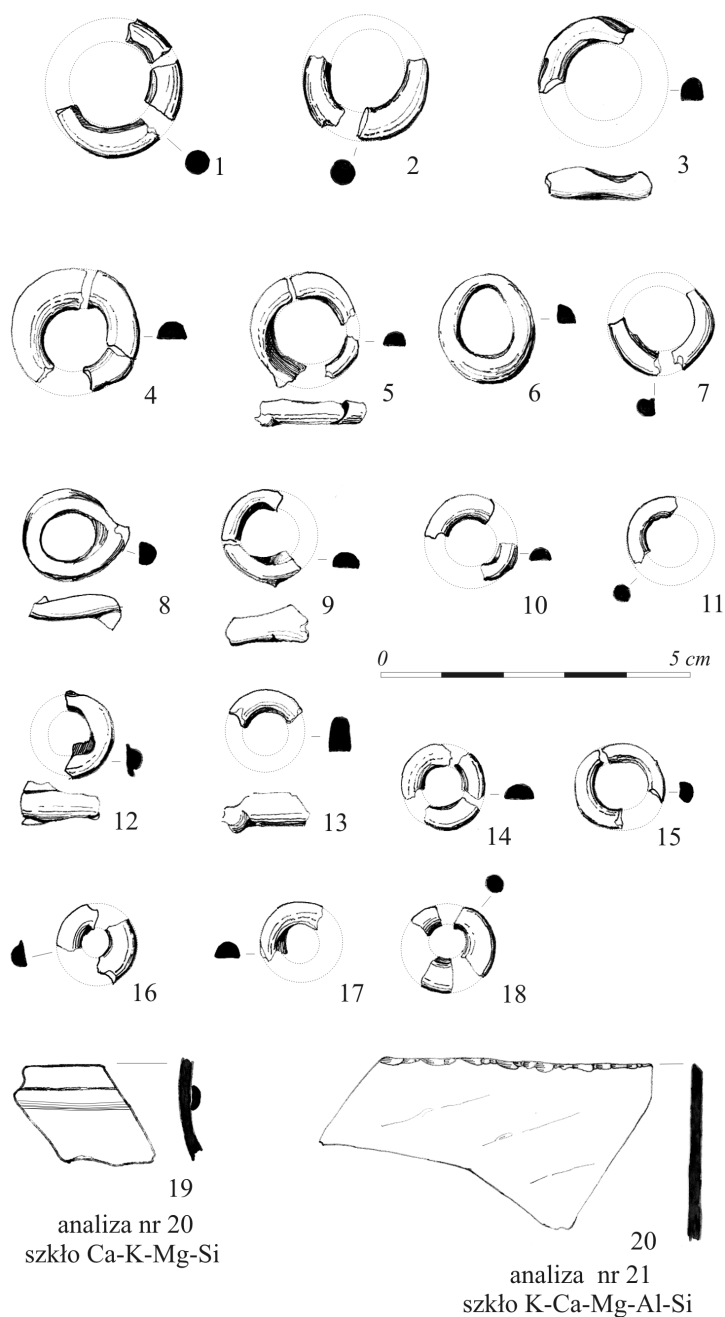
1 – odcisk brzegu tygła, 2 – bryłka niewyklarowanego szkła, 3 – bryłka żużla-piany, 4-6 – bryłki masy szklanej. Fot. J. Sawicka

– szkło typu **K-Ca-Mg-Al-Si** (tab. 3, analizy 16 i 18) – masa szklana i piana,
 – szkło typu **K-Ca-Al-Si** (tab. 3, analiza 17) – bryłka szkła(?). Została przebadana wcześniej metodą analizy spektralnej jakościowej i według J. Olczaka reprezentuje szkło „alkaliczno-wapniowo-krzemowe” – Na+K-Ca-Si (tab. 7, poz. 10, ryc. 5.2; Olczak 1995, s. 21, tab. 2.3). Wysoka zawartość związków żelaza (28,13%) mogłaby wskazywać raczej na niejednorodny spiek.

Tab. 4. Międzyrzecz Wlkp. stan. 1, gród. Wyniki analiz fizykochemicznych wyrobów szklanych wraz z proporcjami i sumami głównych składników szklotwórczych

Nr analizy Nr inwentarza Rodzaj próby	Analiza 19 Nr inw. 59/67 paciorek beczułkowy żółty 1 poł. XII w.	Analiza 20 Nr inw. 43/57 fragm. naczynia stołowego (pucharka?) XIII w.	Analiza 21 Nr inw. 55/54 fragm. szyby XIII w.
Nr analizy w Archiwum CLA IAE PAN	CI 18106	CI 18107	CI 18108
K ₂ O	0,32	8,71	5,27
CaO	0,3	16,67	21,69
P ₂ O ₅	0,78	2,03	4,34
PbO	79,96	1,2	1,38
Cl	1,64	0	0,65
TiO ₂	0,22	0,12	0,46
Fe ₂ O ₃	0,06	0,54	0,73
MnO	0	0,39	1,52
CuO	0	0	0
ZnO	0,13	0,14	0
Na ₂ O	0,3	1,32	2,5
SiO ₂	15,38	62,68	51,69
SO ₃	0	0,87	0,7
Al ₂ O ₃	0,3	0,82	2,41
MgO	0	2,59	3,26
NiO	0	0	0,09
Cr ₂ O ₃	0	0	0,05
As ₂ O ₃	0,29	1,94	2,87
SnO ₂	0,33	0	0,36
BaO	0	0	0
Typ szkła	Pb-Si	Ca-K-Mg-Si	Ca-K-Mg-Al-Si
K ₂ O/Na ₂ O		6,59	2,1
K ₂ O+Na ₂ O		10,3	7,77
CaO/MgO		6,43	6,65
CaO+MgO		19,26	24,95
(K ₂ O+Na ₂ O)/(CaO+MgO)		0,53	0,31
CaO/ K ₂ O		1,91	4,11

Analiza wykonana rentgenowską ilościową analizą fluorescencyjną XRF, metodą EDS, składniki w % wagowych, wyk. E. Pawlicka



Ryc. 6. Międzyrzecze Wlkp. stan. 1 (gród), lata osiemdziesiąte XIII w. – 1 poł. XIV w.
1-18 – obrączki/kółka, 19-20 – przebadane fizykochemicznie fragmenty naczynia (pucharka?) i szyby.
Rys. J. Sawicka

Tab. 5. Wyniki uśrednionych analiz pozostałości produkcyjnych wiązanych z pracowniami szklarskimi w Kruszwicy, Poznaniu i Ostrowie Lednickim (XI-XIII w.) wraz z proporcjami i sumami głównych składników szklotwórczych. Piana, masa szklana i bryłki szkła

Nr analizy Nr inwentarza Rodzaj próby	Kruszwica stan. 4 (gród) nr inw. 4710/65 bryłka piany 2 poł. XI w.	Kruszwica stan. 4 (gród) nr inw. 3624/63 masy szklanej pocz. XII w.	Poznań Ostrów Tumski stan. 9/10 pracownia złotnicza nr inw. 944/04 bryłka piany 2 poł. X-1 poł. XI w.	Poznań Ostrów Tumski stan. 9/10 pracownia złotnicza nr inw. 502/004 szkło w tygielku szkło szarozielone 2 poł. X w. – 1 poł. XI w	Ostrów Lednicki (Rybitwy stan. 12) pracownia jubilerska nr inw.138/83 bryłka masy szklanej 2 poł. X-1 poł XI w.
K ₂ O	4,975	5,605	2,937	7,160	3,620
CaO	12,829	9,521	11,049	6,711	4,780
P ₂ O ₅	0,287	0,396	0,494	2,233	0,250
PbO	0,040	0,00	0,00	2,479	-
Cl	0,024	0,008	0,015	0,030	0,016
Ag ₂ O	-	-	0,011	0,108	-
TiO ₂	0,529	0,432	0,821	0,563	0,597
FeO	4,737	11,073	11,327	-	-
Fe ₂ O ₃	-	-	-	3,987	16,898
MnO	0,090	0,179	0,210	0,209	0,083
CoO	0,042	0,025	0,110	0,009	-
CuO	0,035	0,056	0,022	5,497	=
ZnO	0,00	0,009	0,071	7,596	0,028
Na ₂ O	0,856	0,800	0,735	4,736	0,460
SiO ₂	63,178	63,902	58,230	44,310	60,213
Al ₂ O ₃	10,420	5,737	10,850	9,508	10,865
MgO	2,614	1,548	2,615	3,331	1,172
As ₂ O ₅	0,00	0,00	0,002	-	-
SnO ₂				0,286	
BaO				0,071	0,077
SO ₃				0,134	0,028
Sb ₂ O ₃				0,110	
K ₂ O/Na ₂ O	5,81	7,0	3,99	1,51	4,27
K ₂ O+Na ₂ O	5,83	6,40	3,67	10,45	4,46
CaO/MgO	4,9	6,15	4,22	2,01	4,07
CaO+MgO	15,443	11,09	13,66	10,04	5,95
K ₂ O+Na ₂ O/ CaO+MgO	0,37	0,57	0,26	1,04	0,74
CaO/ K ₂ O	2,578	1,698	3,76	0,93	1,32

Analizy wykonane rentgenowską ilościową analizą fluorescencyjną XRF, metodą WDS. składniki w % wagowych. Analizy wykonał dr P. Dzierzanowski

Stosunek sumy tlenków alkalicznych do sum tlenków ziem alkalicznych $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}/\text{CaO}+\text{MgO}$ we wszystkich pozostałościach mas szklanych i piany wskazuje na zbieżności recepturowe (od 0,18 do 0,38). Pozostałości produkcyjne z pracowni 3 można wiązać z niskoalkalicznymi szklami potasowymi z podwyższoną zawartością żelaza, wytopionymi z zestawu dwuskładnikowego (popiół i piasek). O zastosowaniu popiołu drzew, obok niskiej zawartości K_2O , świadczy obecność związków fosforu P_2O_5 , oraz SO_3 . Wszystkie pozostałości, z wyjątkiem szlaki, zawierają trójtlenek arsenu (As_2O_3) o podwyższonej koncentracji (1,44; 1,46; 1,78%).

Analizy ciemnozielonej obrączki i fragmentu bliżej nieokreślonej ciemnej masy szklanej, pochodzących z XIII-wiecznego Międzyrzecza, publikuje Besborodov (1975, tab. XIX). Są to szkła z wysoką zawartością żelaza (nawet 23,1%) i glinu, małą koncentracją alkaliów, typu Na+K-Ca-Si.

W fazach osadniczych współczesnych pracowni, oprócz obrączek/kółek odkryto 18 paciorków różnych typów, wisiorów z uszkiem, duży paciór-zawieszkę i kołbę 10 mikropaciorków. Oprócz tych materiałów, w poziomach osadniczych 2. połowy XIII w. pojawiają się fragmenty szymb i naczyń, liczne w późniejszych fazach. Jest to około 530 niewielkich fragmentów naczyń stołowych (pucharków, szklanic, miseczek) i 18 fragmentów szymb. Materiał ten, jak wspomniano na wstępie, jest w przeważającej części skorodowany, nienadający się do badań fizykochemicznych.

Zbiór ozdób o cechach wskazujących na wyroby nieudane lub o niższej jakości (obrączek i kółek-zawieszek) również nie mógł być przebadany fizykochemicznie (wyjątkiem jest wspomniana wyżej obrączka publikowana przez Besborodova). Nie można porównać składu chemicznego tych ozdób i pozostałości produkcyjnych z pracowni. Analizy dwóch obrączek z poziomów osadniczych z końca XIII i 1. połowy XIV w., zamieszcza J. Olczak. Zostały wykonane z wysokołowiuowego szkła Pb-Si (tab. 7, poz. 15, 20). W tej serii przebadanych wyrobów znajdują się jednak trzy paciorki i zawieszka z uszkiem wykonane ze szkła typu potasowo-wapniowo-krzemowego (K-Ca-Si). Jak wspomniano, analizy te zostały wykonane trudno porównywalną metodą analizy jakościowej spektrograficznej, dlatego można się oprzeć tylko na interpretacji Olczaka (tab. 6, poz. 17, 18, 28, 31).

* * *

Podobnie jak w przypadku wcześniejszej pracowni 2, możemy domniemywać, że omawiany zespół reprezentuje pracownię typu A. Pozostałości spieków, piany zbieranej z powierzchni tygla i żużli z jego dna wskazują na wytop szkła z surowców prymarnych. Określenie asortymentu pracowni nie jest proste – jedną z głównych przyczyn okazał się zły stan zachowania gotowych wyrobów. Nie można wykluczyć produkcji prostych naczyń czy szymb, chociaż najbardziej prawdopodobna jest produkcja ozdób. Szkło, z którego w tym czasie w wielkich ośrod-

Tab. 6. Międzyrzecz Wlkp. stan. I gród. Ogólne wyniki archiwalnych analiz szkieł (wg J. Oleczaka 1995) z uwzględnieniem nowych ustaleń chronologicznych

	Nr inv.	Chronologia	Rodzaj, typ, barwa, szkło	Technika wykonania	Typ szkła
1	35/57	1 poł. X w.	paciorek, segmentowy ze srebrną folią	?	Na-Ca-Si
2	37/57	1 poł. X w.	paciorek wydłużony dwustozkowy	?	Na-Ca-Si
3	6/58	2 poł. X w.	paciorek płaskokulisty	technika nawijania	Na-Ca-Si
4	20/57	2 poł. XI w.	paciorek kulisty	?	Pb-Si
5	27/57	2 poł. XI w.	paciorek dwustozkowy	technika nawijania	Pb-Na-K-Si
6	13/57	1 poł. XII w.	paciorek „trójkątny”, zdobiony guzkami	?	Pb-Si
7	18/57	1 poł. XII w.	paciorek „trójkątny”, zdobiony guzkami	?	Pb-Si
8	11/57	1 poł. XII w.	obrączka	zagięte paleczki	Pb-Si
9	12/57	1 poł. XII w.	obrączka	wyciągnięta taśma szklana	Pb-Si
10	28/56	XIII w. do 1261 r.	bryłka niewyklarowanej masy szklanej		Na-K-Ca-Si
11	14/57	1269-80. XIII w.	fragm. naczynia		Pb-Si
12	16/57	1269-80. XIII w.	paciorek nieokreślony	?	Pb-K-Si
13	105/55	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	paciorek pierscieniowaty	technika wyciągania	Pb-Si
14	146/55	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	paciorek czworoboczny	technika nawijania	Pb-Si
15	171/55	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	obrączka	zaginanie paleczki	Pb-Si
16	176/55	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	paciorek czworoboczny	?	Pb-Si
17	8/56	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	paciorek wieloboczny	?	K-Ca-Si
18	97/55	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	wisiorok kulisty z uszkiem	?	K-Ca-Si
19	337/54	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	paciorek pierscieniowaty	technika nawijania	Pb-Si

20	91/55	80. XIII w.- 1 poł. XIV w.	obraczka	?	Pb-Si
21	136/55	80. XIII w. - 1 poł. XIV w.	paciorek pięścieniowaty	?	Pb-Si
22	213/54	2 poł. XIV w.	paciorek stożkowaty	technika nawijania	Pb-Si
23	93/55	2 poł. XIV w.	paciorek trójkątny	?	Pb-Si
24	2/56	2 poł. XIV w.	paciorek pięścieniowaty	technika nawijania	Pb-Si
25	135/55	2 poł. XIV w.	fragm. naczynia		Na-Ca-Al-Mg-Si
26	23/55	kon. 3 ćw.- pocz. 4 ćw. XIV w.	paciorek płaskokulisty	technika nawijania	Pb-K-Si
27	57/55	2 poł. XIV w.	paciorek bezułkowaty	technika nawijania	Na-Ca-Si
28	60/55	2 poł. XIV w.	paciorek cylindryczny	technika nawijania	K-Ca-Si
29	70/55	2 poł. XIV w.	paciorek bezułkowaty	technika nawijania	Pb-Si
30	57/54	kon. 3 ćw.- pocz. 4 ćw. XIV w.	paciorek płaskokulisty	?	Pb-Si
31	52/55	kon. 3 ćw.- pocz. 4 ćw. XIV w.	paciorek płaskokulisty	technika nawijania	K-Ca-Si
32	166/55	warstwa późniejsza	fragm. naczynia		Na-K-Ca-Si

kach produkcyjnych formowano naczynia i szyby, musiało być bardzo dobrej jakości, również urządzenia do wytopu szkła – piec topliwy i piec do odprężania wyrobów zajmowały dużo miejsca (Leciejewicz, Tabaczyńska i Tabaczyński 1977; Mucha 2000; Brinker i Schüssler 2003; Bergmann, Wedepohl i Kronz 2008). Mały piec, w którym wytapiano szkło w niewielkich partiach do wyrobu ozdób, nie zabierał dużo miejsca. Formowanie wyrobów mogło odbywać się nad zaopatrzonym w miechy paleniskiem, a hartowanie w naczyniu z piaskiem. Również szkło do wyrobu prostej biżuterii nie musiało być najwyższej jakości – co może tłumaczyć wysoką zawartość żelaza i glinu w pochodzących z miejscowych złóż piaskach lub skaleniach. Dlatego we wszystkich trzech pracowniach są one podobne. Niewykluczone, że w przypadku tej ostatniej pracowni wysokie wymagania technologiczne nie musiały być potrzebne. Niedbale wykonane, nieforemne kółka barwy czarnej bądź brunatnej są charakterystyczne dla początku późnego średniowiecza i znane z terenów Niemiec, zachodniej Polski czy Czech, a przypisuje im się funkcję pieniądza niemonetarnego (bliżej Olczak 2000, s. 317, Dzieduszycki 1995, s. 106). Tłumaczyłoby to lokalację tego najmłodszego warsztatu, który Kurnatowski łączy z handlowym przedsięwzięciem kasztelanii przy udziale rzemieślnika kontraktowego(?) lub zasadzcy w grodzie, a nie w istniejącym już mieście (Kurnatowski i Nalepa, 1961, s. 141).

Problem klasyfikacji niejednorodnych odpadów produkcyjnych

Problem szklarskich pozostałości produkcyjnych, a szczególnie ich składu chemicznego nie jest zagadnieniem często omawianym w literaturze przedmiotu. Składniki surowcowe (przede wszystkim alkaliczne), decydujące o klasyfikacji szkieł, w spiekach czy masach szklanych nie muszą pojawiać się w koncentracjach występujących w homogenicznych szklach. Odpady znalezione w zespołach produkcyjnych z różnych etapów wytopu szkła to potwierdzają. Pisze o tym Olczak, powołując się na rezultaty badań fizykochemicznych pozostałości z etapu wytopu z późnoantycznej huty w Oescus (2003). Podobne koncentracje miały pozostałości określane przez autorów badań jako spieki z wczesnego etapu wytopu w hucie w Torcello, znalezione w kompleksie pieców do wytopu szkła (Leciejewicz, Tabaczyńska i Tabaczyński 1977, tab. I). W spiekach wystąpiły bardzo małe ilości alkaliów, duże (dochodzące do kilkunastu procent) związków glinu i żelaza. Były to pozostałości produkcji szkieł sodowo-wapniowych. Ostatnie badania w XIV-wiecznej hucie w Sokołowie Budzyńskim w Wielkopolsce również przyniosły znaleziska analogicznych pozostałości (Mucha, w druku). Koncentracje alkaliów, wapnia, związków żelaza i glinu przypominają pozostałości z wszystkich pracowni z Międzyrzecza i są łączone z produkcją szkieł potasowych. Należy również tutaj wspomnieć o korozji, w szczególności pod wpływem wody, w wyniku której składniki alkaliczne (Na_2O i K_2O) jako najłatwiej rozpuszczalne w wodzie

zostają wylugowane, w przeciwieństwie do tlenków ołowiu i wapnia czy krzemionki, które temu procesowi podlegają w mniejszym stopniu.

Problem „żużli” z wysoką zawartością tlenku żelaza, na marginesie uwag dotyczących identyfikacji nieokreślonych pozostałości produkcyjnych, poruszył Olczak (2007) na przykładzie materiałów wiązanych ze średniowiecznym i nowożytnym hutnictwem żelaza. Przebadane fizykochemicznie bryłki wiązane początkowo z produkcją szklarską, ostatecznie z hutnictwem żelaza, zawierają około: 10% Fe_2O_3 , 20% tlenku wapnia, 6-10% tlenku glinu, 1,8-3,0% tlenku manganu i niewielkie ilości alkaliów – 1-2% tlenku potasu, poniżej 1% tlenku sodu. O zaliczeniu przez autora tych pozostałości do związanych z metalurgią, przeważała wysoka zawartość związków żelaza, „...niespotykana w szklach potasowych z terenu Polski”. Dekówna (1980, s. 248), pisząc o żużlach z wczesnośredniowiecznego warsztatu szklarskiego w Szczecinie, przyjmuje, że zawartość 10-20% tlenków żelaza, a nawet poniżej 10%, przy małej ilości alkaliów to żużle żelazne. Około 10% tlenków żelaza i glinu zawierał żużel określany jako metalurgiczny z wczesnośredniowiecznej pracowni w Afganistanie (Brill 1999, s. 508, nr anal. 5936) bez bliższego jednak określenia takiej produkcji. Podobne koncentracje zarówno związków żelaza, jak i glinu i niewielkie alkaliów mają niektóre szklarskie pozostałości produkcyjne szkieł potasowych z Międzyrzecza, Kruszwicy czy Poznania. Intencjonalnie przebadane żużle żelazne z IX w., z paleniska kowalskiego na stan. 22 (Jezioro Święte) w Gnieźnie wykazało 40-50% związków żelaza, nigdy w takiej wysokości niewystępujące w „szklarskich” pozostałościach. Analizy fizykochemiczne pokazują, że wysokie stężenia tlenku żelaza spotykamy w wyrobach. Są to szkła bardzo ciemne, a nawet czarne. Wysoką zawartość związków żelaza (dochodzącą nawet do 28%) daje użycie do barwienia szkła żelaznych odpadów metalurgicznych (szlaki) – uzyskiwano wtedy głęboki czarny kolor (Besborodov 1975, s. 64). W ten sposób barwiono różne typy szkła – Pb-Si, Na-Ca, Pb-K-Ca, K-Ca, znane z warsztatów ruskich – jest to zarówno biżuteria, kostki smalty czy ułamki surowego szkła (np. Galibin 2001, s. 36, tab. 14). W bułgarskim Styrmen wysoką zawartość tlenku żelazowego stwierdzono w szkle paciorka (~10%) i bransolety (~7%) – (Dekówna 1980, s. 109-112).

Zarvřal (2013), publikując materiały z praskiego podgrodzia określane wstępnie jako pozostałości pracowni szklarskiej, analizuje nieliczne bryłki spieków z wysoką koncentracją tlenków żelaza i glinu – nazywa je żużłami i nie wyklucza związku z produkcją szklarską. Jednocześnie zwraca uwagę na stosowanie we wczesnym średniowieczu szkła ołowiowego przy wytopie trudno topliwych rud i przy topieniu rudy żelaza – na przykładzie znalezisk z Nitry. Jednak taka praktyka we wczesnym średniowieczu nie wydaje się powszechna ze względu na skalę – dużej produkcji żelaza a rzadkiej, elitarnej i drogiej produkcji szkła.

Ten krótki przegląd sposobów interpretacji badań fizykochemicznych tego typu pozostałości pokazuje rozbieżności wśród badaczy. Należy również wspomnieć, że rzadko bada się odpady produkcyjne w szklarskich zespołach produkcyjnych – skupiając się na półproduktach i gotowych wyrobach, one bowiem określają asor-

tyment pracowni. Dlatego ważny jest kontekst, w jakim odkryto te materiały. Należy również uwzględnić niedoskonałości metod analitycznych. Dopuszczalna niedokładność wyników analiz mieści się w granicach analitycznego błędu (około 1%). Ma to duże znaczenie przy ocenie zawartości ważniejszych pierwiastków śladowych, ale również w przypadku określenia przynależności szkieł do danych typów chemicznych. Przy stałych koncentracjach składników szkłotwórczych w danych typach szkieł może skutkować wprowadzeniem bądź niewprowadzeniem pierwiastka do formuły szkła (Dekówna 1980, s. 32; Olczak 1998, s. 66).

PODSUMOWANIE

Źródła archeologiczne związane z wytwórczością szklarską, odkryte we wszystkich pracowniach międzyrzeckich, są stosunkowo skromne. Oprócz fragmentów tygli, nie znaleziono żadnych innych urządzeń produkcyjnych bezpośrednio świadczących o istnieniu huty. Choć odkryto w kolejnych poziomach osadniczych zwaliska dużych pieców, nie ma dowodów świadczących o ich związku z produkcją szklarską. Pozostałości pochodzące z różnych etapów wytopu szkła wskazują jednak na istnienie małych pracowni.

Warsztat 1, najstarszy, typu przetwórczego (B), prawdopodobnie mógł być jednocześnie pracownią jubilerską. Warsztat 2, z uwagi na charakter nielicznych wprowadzone pozostałości, można określić warsztatem wytwórczym (A) – mała huta. Warsztat 3, z najlepiej rozpoznany wytopem z surowców prymarnych, to pracownia typu A – huta.

We wszystkich warsztatach produkowano zapewne niskoalkaliczne szkła potasowo-wapniowe, z wysoką zawartością żelaza, wytapiane z miejscowych surowców.

Asortyment wszystkich pracowni jest trudny do określenia. Powiązanie pozostałości produkcyjnych łączonych ze szklami potasowymi z gotowymi wyrobami jest problemem również w przypadku innych ośrodków grodowych (Kruszwica, Poznań, Ostrów Lednicki). W przypadku warsztatu 3 z Międzyrzecza można domniemywać, że wyrabiano tam proste ozdoby, płacidła. Zbieżność składu chemicznego naczynia, szyby i mas szklanych nie przesądza ostatecznie o ich miejscowej produkcji. W wieku XIII i wcześniej ze szkieł tych typów i odmian produkowano przede wszystkim szyby i naczynia, które były przedmiotem handlu.

Wszystkie omówione pracownie istniały w okresach ekonomicznego rozkwitu grodu. Pracowały sezonowo i prawdopodobnie krótko, dlatego ślady ich działalności są nieliczne. Schyłek X w. to czas związany z wielkimi pracami budowlanymi pierwszych Piastów. Nieopodal grodu powstaje pierwszy kościół, 2 połowa XI w. to okres odbudowy gospodarczej państwa, ostatnia XIII-wieczna pracownia istniała wprawdzie na grodzie będącym ówczesną siedzibą załogi wojskowej, ale włączonym w organizm rozwijającego się ośrodka miejskiego dźwigającego się zniszczeń z 1269 roku.

Ponieważ przebadano wykopaliskowo stosunkowo niewielki obszar grodu i jeszcze mniejszy podgrodzia, nie można wykluczyć, że warsztaty szklarskie mogły pracować w zupełnie innym miejscu – poza grodem. Położenie Międzyrzecza – tuż nad granicą z Brandenburgią i przy wielkich szlakach handlowych – sprzyjało adaptacji zachodnich wpływów. Jest to doskonale widoczne w materiale ceramicznym. Technologia wytopu szkielek potasowych, łączona powszechnie z pracowniami zachodnioeuropejskimi, została zapewne zaadaptowana do sąsiedniej Wielkopolski. Szczupłość materiału zabytkowego ze wszystkich trzech pracowni nie pozwala na głębsze studia nad organizacją i pochodzeniem tej produkcji szklarskiej.

LITERATURA

- Anonim Gall, Kronika, 1965, wyd. K. Maleczyński, Monumenta Poloniae Historia.
- Auch M. 2008, *Produkcja średniowiecznej ceramiki szklanej w osadzie garncarskiej w Przemysłu na Zasaniu*, Archeologia Polski, t. 52, s. 131-173.
- Banaszak D. 2000, *Pozostałości domniemanej wczesnośredniowiecznej pracowni zlotniczej ze stanowiska 12 w Rybitwach*, Studia Lednickie 6, s. 45-67, ryc. III-IV.
- Bayley J. 2008, *Lincoln. Evidence for Glass-working on Flaxengate and Rother sites in the city. Technology Report*, Research Department Report Series 68, English Heritage Research Department, s. 6-7.
- Benea D. 1997, *Die Glasperlenwerkstatt von Tibiscum und die Handelsbeziehungen mit dem Barbaricum*, w: *Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen*, hrsg. U. von Freeden, A. Wieczorek, Bonn, s. 284-285.
- Bergmann R., Wedepohl K.H., Kronz A. 2008, *Die Glashütte des 12. Jahrhunderts am Dübel-snacken bei Altenbeken Kreis Paderborn*, w: R. Bergmann, *Studien zur Glasproduktion seit dem 12. Jahrhundert im östlichen Westfalen*, s. 67-96.
- Besborodov M.A. 1975, *Chemie und Technologie der antiken und mittelalterlichen Gläser*, Mainz.
- Brill R.H. 1999, *Chemical Analyses of Early Glasses*, vol. 2, Corning Museum of Glass, New York.
- Brinker B., Schüssler U. 2003, *Spätmittelalterliche Glasproduktion im Schönbuch bei Tübingen, Glashütten im Gespräch*, Lübeck, s. 39-45.
- Callmer J. 1987, *Pragmatic notes on the Early Medieval beadmaterial in Scandinavia and the Baltic Region ca. A.D. 600-1000*, w: *Studia nad etnogenезą Słowian i kulturą Europy wczesnośredniowiecznej*, t. 1, red. G. Labuda, S. Tabaczyński, s. 218-226.
- Černa E. 2009, *Nové objevy v Krušných horách – zaniklé středověké sklárny na k.ú. Vysluní, okr. Chomutov*, Archeologia Historica, 34/09, s. 503-521.
- Dekówna M. 1975, *Wyroby szklane z grodziska w Styrmen (Bułgaria)*, Slavia Antiqua, t. 22, s. 177-277.
- 1980, *Szkło w Europie wczesnośredniowiecznej*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk.
- 1988, *Uwagi na temat klasyfikacji i interpretacji pozostałości starożytniej i wczesnośredniowiecznej produkcji szklarskiej*, w: *Studia nad etnogenезą Słowian i kulturą Europy wczesnośredniowiecznej*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź, s. 5-21.
- 1996, *Szkło okienne z fortu rzymskiego w Galligaer w południowej Galii*, AUNC, seria Archeologia 26, Archeologia szkła 7, s. 27.
- 2005, *Rozwój metod badania znalezisk szkła w Polsce*, AUNC, seria Archeologia 29, Archeologia szkła 9, s. 3-40.
- Dekówna M., Purowski T. 2012, *Znaleziska związane ze szklarstwem oraz okazy z kwarcu ze stanowiska Janów Pomorski*, w: *Janów Pomorski stan. 1. Wyniki ratowniczych badań archeologicznych w latach 2007-2008*, t. 1:3 Analizy, s. 66-260, Elbląg.
- Dzieduszycki W. 1995, *Kruszce w systemach wartości i wymiany społeczeństwa Polski wczesnośredniowiecznej*, Poznań.

- Frommen S., Kottmann A. 2003, *Eine spätmittelalterliche Glashütte im Schönbusch – Schmelzofen und Schmelzprozess*, w: *Glashütten im Gespräch, Lübeck*, s. 27-38.
- Foy D. 2000, *Technologie, géographie, économie. Les ateliers de verriers primaires et secondaires en occident esquisse d'une évolution de l'antiquité Au Moyen Âge*, w: *La route du verre. Atelier primaires et secondaires du second millénaire av.J.-C. au Moyen Âge*, s. 147-170, Lyon.
- Galibin W.A. 2001, *Sostav stieкла kak archieologičeskij istočnik. Ars vitraria experimentalis*, Sankt-Peterburg.
- Henderson J. 2013, *Ancient Glass an Interdisciplinary Exploration*, Cambridge.
- Hołowińska Z. 1959, *Wczesnośredniowieczne rzemiosło złotnicze w Gdańsku*, w: *Gdańsk wczesnośredniowieczny*, t. 1, Gdańsk, s. 53.
- Jope M. 1956, *Ceramics Medieval*, in: *A History of Technology*, vol. 2, *The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages, c.700BC to A.D. 1500*, ed. Ch. Singer, E.J. Holmyard, A.R. Hall, T.I. Williams, Oxford, s. 284-308.
- Kaźmierczyk J. 1968, *Z badań wczesnośredniowiecznego zespołu osadniczego w Niemczy Śląskiej w latach 1964-65*, *Sprawozdania Archeologiczne*, t. 19, s. 238-247.
- 1970, *Wrocław Lewobrzeżny we wczesnym średniowieczu*, cz. 2, Wrocław–Warszawa.
- Kaźmierczyk J., Kramarek J., Lasota Cz. 1976, *Badania na Ostrowie Tumskim we Wrocławiu w 1974 roku*, *Silesia Antiqua* t. 18, s. 177-225.
- Kociszewski L. 1966, *Metody laboratoryjne badania przedmiotów zabytkowych ze szkła*, *Studia z Dziejów Rzemiosła i Przemysłu*, t. 6, s. 49-75.
- Kóćka-Krenz H. 2006, *Pracownia złotnicza na poznańskim grodzie*, w: *Świat Słowian wczesnego średniowiecza*, red. M. Dworaczek i in., Szczecin–Wrocław, 257-272.
- 2015, *Złotnictwo w państwie pierwszych Piastów*, w: *Dawna wytwórczość na ziemiach polskich*, Katalog wystawy w Muzeum Początków Państwa Polskiego w Gnieźnie, Gniezno, s. 60-64.
- Kunicki-Goldfinger J. 2005, *Konserwacja i badania dwóch szklanych naczyń z rzymskiego Novae*, *AUNC*, seria *Archeologia* 29, *Archeologia szkła* 9, s. 269-278.
- Kurnatowski S. 2015, *Charakterystyka badanego obiektu i prowadzonych tam badań*, w: *Międzyrzecz*, seria *Origines Polonorum*, red. S. Kurnatowski, Warszawa, s. 19-60.
- Kurnatowski S., Nalepa J. 1961, *Z przeszłości Międzyrzecza*, Poznań.
- Leciejewicz L., Tabaczyńska E., Tabaczyński S. 1977, *Torcello. Scavi 1961-62*, Roma.
- Łaszkiewicz T. 2009, *Międzyrzecz – od dziejów najdawniejszych po czasy nowożytne*, w: *Międzyrzecz. Dzieje miasta*, red. W. Strzyżewski, M. Tureczek, Międzyrzecz s. 223-271.
- Mucha M. 2004, *Badania nad technologią wytopu szkła w hutach Wielkopolski wschodniej od XVII do połowy XIX wieku*, *Archeologia Historica Polona*, t. 8, s. 247-280.
- (w druku) *Późnośredniowieczna huta szkła w Wielkopolsce. Sokolowo Budzyńskie, gm. Budzyń, stan. 28*. *Modern Methods for Analysing Archeological and Historical Glass*, ed. Koen Janssens, Antwerp 2013.
- Olczak J. 1957, *Warsztat szklarski z XIII-XIV wieku odkryty przez archeologów w Międzyrzeczu Wielkopolskim*, *Szkło i Ceramika*, R. 8, nr 9, s. 229-231.
- 1960, *Zagadnienie produkcji szklarskiej w Międzyrzeczu Wielkopolskim w świetle dotychczasowych badań archeologicznych*, *Archeologia Polski* t. 5, s. 125-134.
- 1968, *Wytwórczość szklarska na terenie Polski we wczesnym średniowieczu. Studium archeologiczno-technologiczne*, Wrocław–Warszawa–Kraków.
- 1995, *Nowe materiały do dziejów użytkowania szkła na ziemiach polskich*, cz. 2, *Acta Universitatis Nicolai Copernici*, *Archeologia szkła* 6, s. 9-31.
- 1998, *Produkcja szkła w rzymskim i wczesnobizantyjskim Nowa*.
- 2003, *Technologia szkieł wytapianych w późno antycznej pracowni/hucie w Oescus na terenie Mezji*, *RES et Fontes*, Księga Jubileuszowa dr Eugeniusza Cnotliwego, Szczecin s. 133-141.
- 2000, *Średniowieczne szklane pierścionki – obrączki – kółka. Kilka uwag o technice formowania i funkcji*, *Archeologia et Historia*, Księga jubileuszowa dedykowana Pani Profesor Romanie Barycz-Gupieńcowej, Łódź, s. 311-321.
- 2007, *Weryfikacja technologiczna niektórych odkryć archeologicznych (huta żelaza? huta szkła?)*, w: *Opuscula Archaeologica. Opera dedicata in profesoem Thaddeum Malinowski*, Zielona Góra.
- Olczak J., Jasiewiczowa E. 1963, *Szklarstwo wczesnośredniowiecznego Wolina*, Szczecin.

- Piaskowski J. 1953, *Technologia metali w X-XII wieku w świetle książki mnicha Teofila „O sztukach rozmaitych ksiąg troje”*, Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej, t. 3, s.151-152.
- Principes... 2002, *Principes de description des verres ancien depuis les temps les plus reculés jusq'au XIII^e siècle de n.é.*, red. M. Dekówna, J. Olczak, Warszawa–Toruń.
- Purowski T. 2008, *Problemy badań wyrobów szklanych znanych ze stanowisk kultury lużyckiej na przykładzie pracy J.T. Matysiaka i T. Prokopa* (2005), Archeologia Polski, t. 53, z. 2, s. 339-348.
- 2012, *Wyroby szklane w kulturze lużyckiej w międzyrzeczu Noteci i środkowej Obry. Studium archeologiczno-technologiczne*, Warszawa.
- Sablerolles Y., Henderson J., Dijkman W. 1997, *Early medieval glass bead making in Maastricht (Jodenstraat 30), The Netherlands. An archaeological and scientific investigation*, w: *Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen*, hrsg U. von Freeden, A. Wiczorek, Bonn, s. 93-313.
- Ščapova J. 1973, *Zasady interpretacji analiz składu szkła zabytkowego*, Archeologia Polski, t. 18, z. 1, s. 15-72.
- 1983, *Očerki istorii driewnego stieklodielia*, Moskwa.
- Siegmann M. 2006, *Bunte Pracht – Die Perlen der frühmittelalterlichen Gräberfelder von Liebenau, Kreis Nienburg/Weser, und Dörverden, Kreis Verden/Aller*, teil 5, Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 28.
- Stawiarska T. 1984, *Szkła z okresu wpływów rzymskich z północnej Polski. Studium technologiczne*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź.
- 1985, *Paciorki szklane z obszaru Polski północnej w okresie wpływów rzymskich*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź.
- 1987, *Metody porównań składów chemicznych szkieł zabytkowych ze szczególnym uwzględnieniem okresu wpływów rzymskich*, AUNC, seria Archeologia 12, Archeologia szkła 2, s. 35-50.
- 2005, *Zagadnienie fryty w szklarstwie starożytnym i średniowiecznym*, AUNC, seria Archeologia XXIX, Archeologia szkła 9, s. 41-75.
- 2014, *Roman and Early Byzantine glass from Romania and Northern Bulgaria*. Archaeological and technological study, Warszawa.
- Stiaffini D. 1999, *Il vetro nel medioevo. Tecniche, strutture, manufatti*, Roma.
- Stephan H.G. 2003, *Glasschmelzgefäße. Grundzüge der Entwicklung von den Anfängen im Alten Orient bis zur Neuzeit*, w: *Glashütten im Gespräch. Berichte und Materialien vom 2. Internationalen Symposium zur archäologischen Erforschung mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Glashütten Europa*, hrsg. P. Steppuhn, Lübeck, s. 136-185.
- Steppuhn P. 1998, *Die Glasfunde von Haithabu, Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu*, Bericht 32, Neumünster.
- Teofil Prezbiter, *Diversarum Artium Scedula*, przekład z jęz. łac. i opracowanie S. Kobielus, Kraków 1998, ks. 2, s. 38.
- Wedepohl K.H. 1998, *Mittelalterliches Glas in Mitteleuropa: Zusammensetzung, Herstellung, Rohstoffe*, Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. II. Mathematisch-Physikalische Klasse. Nr. 1, s. 13-26.
- 2003, *Die chemische Charakterisierung mittelalterlicher Gläser und der Handel mit ihren Rohstoffen*, Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 19, s. 211-218.
- 2007, *The long-term change in composition of Medieval woodash glass*, Archeologia Polona, vol. 45, 155-162;
- 2010, *The manufacture of medieval glass. Glassmaking in Europe between A.D. 500-1500*, w: Dawid Whitehouse (ed.), *Medieval glass for Popes, Princes, and Peasants*, tab. 1, Corning–New York.
- Za vřel J., 2003, *Skláři v pražském podhradí?*, Archeologické rozhledy 55, s. 718-735.

JOANNA SAWICKA

MEDIAEVAL GLASS WORKSHOPS IN MIĘDZYRZECZ

Summary

Over many years of excavation works (1953-61) in the gord and the further castle in Międzyrzecz, a small number of historic artefacts was discovered which can be related to glass production. Jerzy Olczak (1957, 1960, 1995) separated and pre-defined them while the excavations were still in progress. Detailed research into the stratigraphy of the archaeological site was carried out by Stanisław Kur-natowski (2015); this allowed for a precise taxonomy of the materials to be made, especially from the chronological point of view.

The traces of glass production discovered include a few fragments of both large and small crucibles bearing remains of molten glass and a variety of production waste from the preliminary stage of preparing the raw materials and their melting. These remains indicate that small workshops of various types were in operation. While the remains of several large kilns were discovered in the former gord, none of them can be directly related to a glass workshop. The earliest post-production remains can be traced back to the second half of the 10th century. This first workshop, meant for processing materials, could also have been a jeweller's workshop. The second workshop from the late 11th century and the early 12th century may be referred to as a production workshop – possibly a small glass mill. A third workshop from the second half of the 13th century, the best documented one, also served as a small mill. All the workshops worked seasonally and probably only briefly hence the scarce traces of their operation. The small amount of historic material collected from all three workshops is not sufficient to carry out an in-depth analysis of the organisation and origins of this site of glass production.

Despite numerous doubts, the physical and chemical tests conducted on these remains (XRF fluorescence spectroscopy) suggest that all the workshops most probably produced low-alkaline potassium and calcium glass with a high iron content, melted from local raw materials. The range of products made in the workshops is hard to identify due to the small number of the preserved glass artefacts and their very poor condition: corrosion has made it impossible to conduct physical or chemical tests on them. In the case of the latest workshop, it is reasonable to suggest that simple ornaments were produced there, in particular rings, which could have been a form of commodity money.

All these workshops operated during a period of economic boom in the gord in the late 10th century, when the first representatives of the Piast dynasty were involved in large-scale construction projects. A hermitage was built in the vicinity of the gord, and the second half of the 11th century marked the state's economic reconstruction. The last workshop, from the 13th century, was built in the gord, which at that time hosted military troops, close to a dynamic town. The location of Międzyrzecz, next to the border with Brandenburg, and in the vicinity of renowned trade routes, was conducive for the adopting of Western influences. The technology of melting potassium glass, typically associated with West European workshops, must have been borrowed by the neighbouring Wielkopolska region.