

O pochodzeniu wczesnośredniowiecznych szklanych paciorków z metalową tuleją z wczesnośredniowiecznych ośrodków grodowych w Wielkopolsce i na Ziemi Lubuskiej

The origin of early medieval glass beads with a metal sleeve from early medieval stronghold centres in Wielkopolska and Lubusz Land

JOANNA SAWICKA

Polska Akademia Nauk, Instytut Archeologii i Etnologii – Ośrodek Studiów Pradziejowych i Średniowiecznych,
ul. Rubież 46, 61-612 Poznań, Polska,
sawicka@iaepan.poznan.pl
ORCID: 0000-0001-5515-892X

Abstract. This paper presents a small collection of characteristic early medieval glass beads with a metal sleeve around the duct. They come mainly from the pre-Piast settlement levels of Połupin, Gostchorze, Santok, Kruszwica, Giecz, and Gniezno. The results of the physical and chemical analyses (SEM-EDS and SEM-WDS) have identified the two main types of glass, namely sodium glass of the (Na₂O-CaO-Al₂O₃-SiO₂) mineral variety and potassium glass of the CaO-K₂O-MgO-Al₂O₂-SiO₂ variety and has allowed a general identification of the sources of raw material for the local Central European workshops producing such beads.

Keywords: Greater Poland, Lubusz Land, early Middle Ages, fortresses, imports, glass beads with a metal sleeve.

Wstęp

Przedstawione poniżej materiały są przyczynkiem do badań nad produkcją, pochodzeniem i „wędrówkami” charakterystycznych dla wczesnego średniowiecza paciorków „oliwkowatych”. Ostatnio uściślono terminologię tych różnych form, barwę i zdobinami beczułkowatych okazów. Paciorki oliwkowate (*olive beads*) to okazy różnych rozmiarów z podłużnym żeberkowaniem, paciorki gładkie określa-

no terminem „wrzecionowate” (*fusiform beads*) ewentualnie elipsoidalne. Specyficzną cechą niektórych okazów jest metalowa rurka (z różnych stopów z miedzią), na którą nawinięto lub zawinięto pasmo szkła (Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023). Obszar występowania tych paciorków jest geograficznie ograniczony do obszaru Czech, Moraw, Bawarii i Słowacji, znaleziska peryferyjne takie jak ze Śląska, Wielkopolski czy Ziemi Lubuskiej są rzadkie (ryc. 1 i 2). Zbiór z obszarów ich największego występowania został ostatnio poddany badaniom fizykochemicznym (około 122 prób), które miały odpowiedzieć na pytania dotyczące źródeł szkła dla produkowanych w lokalnych środkowoeuropejskich warsztatach takich ozdób (Košta i Tomková 2011; Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023).

Zaprezentowane poniżej ustalenia dotyczące materiałów z Wielkopolski i Ziemi Lubuskiej (analizowano osiem okazów) wpisują się w najnowsze ustalenia badaczy czeskich. Dysponują oni dużym zbiorem materiału zabytkowego, pozwalającym utworzyć typologię, chronologię i zasięg występowania takich paciorków, oraz dużym zbiorem analiz fizykochemicznych. Ograniczenia użytych w naszych badaniach metod (zastosowanie metod konwencjonalnej analizy SEM-EDS i SEM-WDS, mających uzasadnienie przy podstawowej analizie i brak badań pierwiastków śladowych) nie pozwalają w pełni porównać tych wyników z przeprowadzonymi ostatnio na dużym zbiorze analizami paciorków z Czech, Słowacji, Niemiec (Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023). Jednak wyniki badań nad materiałami z Wielkopolski wnoszą mimo to szereg nowych ustaleń dotyczących pochodzenia tych rzadkich u nas wyrobów¹.

Materialy

Wszystkie zaprezentowane poniżej materiały pochodzą z regularnych badań wykopaliskowych, prowadzonych na niektórych stanowiskach przez wiele dziesięcioleci (Santok, Kruszwica, Giecz, Gniezno). Dodano do tego opracowania jeszcze dwa, również przebadane fizykochemicznie i dobrze datowane, okazy pochodzące z Ziemi Lubuskiej (Dolina Środkowej Odry) z bliskich sobie, strzegących przejścia doliną Odry grodów w Połupinie i Gostchorzu. Jeszcze jeden paciorek odkryto w Wielkopolsce, w bliskim ośrodku w Gieczu i Gnieźnie – wczesnośredniowiecznym grodzie w Grzybowie. Paciorek, lekko dwustożkowaty, przypomina okaz I z Gieczy i wraz z kulturowym kontekstem i fizykochemiczną analizą został opublikowany w monograficznym tomie o tym grodzie (Kokora 2021, s. 324, ryc. XX.1, tab. XX.3 i 5). Paciorki określane jako oliwkowate, żeberkowane podłużnie, z me-

¹ Częstkowe opracowania niektórych paciorków wraz z przedstawieniem wyników analiz fizykochemicznych przedstawiono w ostatnich latach (Sawicka 2016; 2019). Dotyczą one okazów z Połupina, Gostchorza, Santoka i Gieczy.



Ryc. 1. Lokalizacja grodów z paciorkami „wrzecionowatymi”.

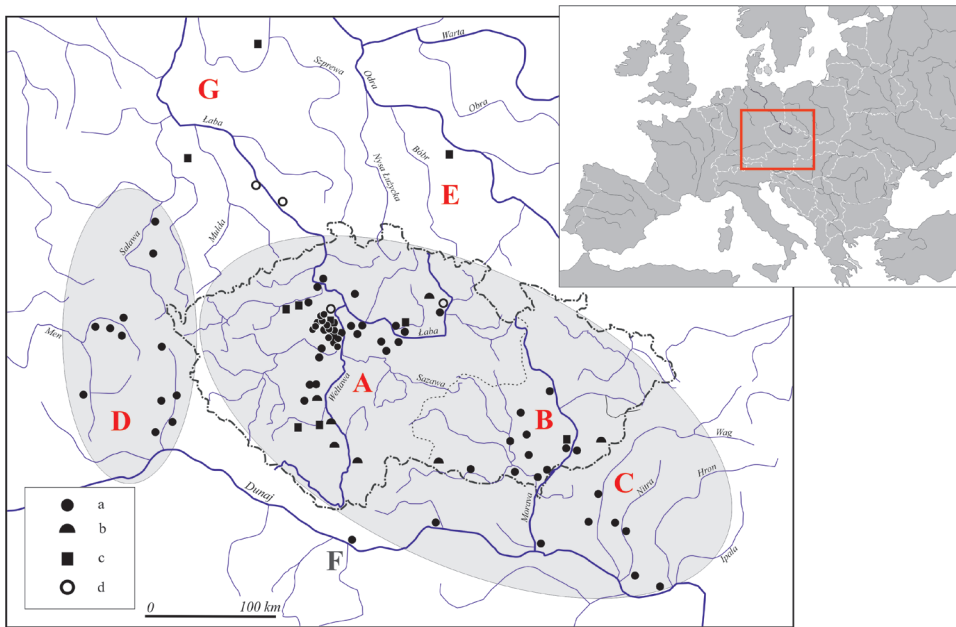
Rys. Joanna Sawicka

talową wkładką (siedem okazów) odkryto na grodzisku w Gostyniu na Dolnym Śląsku. Pochodzą z poziomu osadniczego datowanego na połowę IX – połowę X wieku (Rzeźnik 1998). Zostały one przebadane fizykochemicznie, wyników tych badań jeszcze nie opublikowano².

Dane dotyczące lokalizacji stanowisk, datacji poziomów osadniczych oraz opisy poszczególnych okazów (Gostchorze, Połupin, Santok, Kruszwica, Giecz, Gniezno) przedstawiono w tab. 1. Możemy określić te paciorki jako „wrzecionowate” z metalową tuleją, proste, niezdobione, z jednobarwnego szkła.

Paciorki wrzecionowate przedstawione w tej pracy reprezentują prosty typ – beczułkowaty, różnie wydłużony, wykonany z przezroczystego, bardzo dobrze wyklarowanego szkła, o lekko zielonkawym lub niebieskim odcieniu i długości od 9 do 18 mm (ryc. 3). Można je zaliczyć do grupy paciorków mniejszych (grupa A reprezentująca młodszy horyzont występowania, od 2. połowy IX do 1. połowy X wieku), częściej spotykanych na Morawach i w Bawarii (Košta i Tomková 2011;

² Wystąpienie dr. Pawła Rzeźnika we Wrocławiu na konferencji „Ostrakon” w 2022 roku (Paweł Rzeźnik, Henryk Stoksik, *Wczesnośredniowieczne paciorki szklane z grodziska w Gostyniu na Dolnym Śląsku w świetle wyników analiz chemicznych*).



Ryc. 2. Paciorki oliwkowate w Centralnej Europie. A – Czechy, B – Morawy, C – Słowacja, D – Bawaria, E – Śląsk, F – Dolna Austria; a – z grobów szkieletowych, b – z grobów ciała-palnych, c – z osad, d – z nieznanym kontekstem kulturowym. Za Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023, s. 19. Rys. J. Sawicka

Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023, s. 1-25). Obserwacje makroskopowe tych okazów wskazują na podobną technikę wykonania – na metalową tuleję nawinięto pojedyncze pasmo szkła, formujące charakterystyczny, beczułkowaty i lekko wydłużony korpus paciorka. Niekiedy zachowały się ślady techniki wykonania – spiralnego nawijania pasma szkła na egzemplarzu z Gniezna i tamże zachowane ślady narzędzia na korpusie – szczypce? Na dwóch okazach, z Połupina i Gniezna, zaobserwowano ślady po formowaniu tulei – są zawinięte na zakładkę. Badacze czescy podkreślają stosunkowo dobrze zachowane szkło w większości swoich paciorków, czego nie można stwierdzić w prezentowanych materiałach z Wielkopolski i Ziemi Lubuskiej (Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023, s. 19/3). Szklane korpusy są pokryte brunatną warstwą korozji, różnej grubości. Ten proces spowodował ich uszkodzenie. Podobnie skorodowane są we wszystkich okazach tuleje. W okazy z Gieczu (tab. 1, poz. 6) zachowała się ona jedynie w postaci negatywu. Nie był to jednak stan wykluczający wykonanie analiz fizykochemicznych zarówno dla korpusów, jak i tulei.

Wszystkie paciorki pochodzą z warstw datowanych, wyjątkiem jest egzemplarz odkryty na stan. 4 (północna część wczesnośredniowiecznego grodu) w Kruszewicy,



Ryc. 3. Paciorki „wrzecionowate”: 1 – Połupin, stan. 1; 2 – Gostchorze, stan. 1; 3 – Santok, stan. 1; 4 – Kruszwica, stan. 2; 5 – Kruszwica, stan. 4; 6 – Giecz, stan. 1; 7 – Giecz, stan. 1; 8 – Gniezno, stan. 14. Fot. Joanna Sawicka i Mariola Józwickowska, rys. Joanna Sawicka

pochodzący spod niwelacyjnych warstw powstałych na początku XII wieku, kiedy rozebrano wały obronne. Ma więc zdecydowanie wcześniejszą metrykę, przypuszczalnie może pochodzić z tej samej osady przedgradowej, której pozostałości odkryto w południowej części grodu (stan. 2) i gdzie znaleziono prawie analogiczny okaz (przełom VIII/IX – połowa X wieku).

Metody badawcze

Badaniom laboratoryjnym, analizie składu chemicznego szkła poddano wszystkie paciorki. Wyniki zaprezentowano w tab. 2. Przebadano je dwiema metodami rentgenowskiej ilościowej analizy fluorescencyjnej XRF (*X-Ray Fluorescence, XRF*) z wykorzystaniem sondy elektronowej – SEM-EDS (*scanning electron microscopy – energy dispersive spectrometry*) i SEM-WDS (*scanning electron microscopy – wavelength dispersive spectrometry*). Jest to od dawna powszechnie używana metoda, użyteczna z uwagi na jej nieniszczący charakter, możliwość analizy mikroobszarów oraz możliwość użycia spektrometru wstecznie rozproszonych elektronów (BSE, *back scattered electrons*).

Paciorki z Połupina, Gostchorza i Santoka przebadano metodą SEM-WDS (analiza chemiczna w mikroobszarze – EPMA, *Electron Probe Micro-Analysis*) w Instytucie Geochemii, Mineralogii i Petrologii, Wydziału Geologii Uniwersytetu

Tabela 1. Zestawienie danych archeologicznych, stratygraficznych i metrycznych paciorków

Pozycja	1	2	3	4	5	6	7	8
Miejscowość i stanowisko	Polupin stan. 2, gm. Krosno Odrzańskie	Gostchorze stan 1, gm. Krosno Odrzańskie	Santok stan. 1, gm. loco	Kruszwica stan. 2, gm. loco	Kruszwica stan. 4, gm. loco	Gieź stan. 1, gm. Dominowo	Gieź stan. 1, gm. Dominowo	Gniezno stan. 14, gm. loco
Lokalizacja i charakter stanowiska	fosa 2 grodu	obiekt 20 na majdanie grodu	majdan grodu	południowa część grodu, poziomy osady przedgrodowej	północna część grodu, warstwy niwelacyjne grodu, powstałe w I. poł. XII w.	gród, poziom osady przedgrodowej	gród, poziom osady przedgrodowej	katędra, warstwy spod nasypu majdanu podgrodzia
Nr inw.	4/61	9/81	2361/65	3632/73	6442/74	25/96	26/96	15/63
Datowanie poziomu osadniczego	od końca VIII do I. poł. IX wieku	od 2. poł. VIII do pocz. XI wieku	2. poł. X w. – I. poł. XI w.	przełom VIII/IX w. – poł. X w.	przed 1. poł. XII w.	IX w.	IX w.	2. ćw. X w., okres budowy grodu
Stan zachowania i forma	zachowany fragmentarycznie, kształt beczukowaty, lekko wydłużony, okrągły przekrój i prosty kanalik. Na skorodowanej, uformowanej na zakładkę tulei widoczny jest ułamek szklanego korpusu pokrytego brunatną, warstwą korozji.	zachowany w całości, kształt beczukowaty, prosty kanalik. Korpus pokryty warstwą brunatnej korozji	zachowany prawie w całości, kształt beczukowaty. Okrągły przekrój i prosty kanalik. Szkło szklanego korpusu ma powierzchnię korozji, metalowa tuleja jest w znacznym stopniu skorodowana	zachowany w całości, kształt beczukowaty, lekko wydłużony, okrągły przekrój i prosty kanalik. Stan zachowania szkła bardzo dobry, metalowa tuleja słabo zachowana	zachowany w całości, kształt wrzecionowaty, przekrój okrągły, kanalik prosty. Szkło szklanego korpusu ma powierzchnię korozji. Szlif folii został przypuszczalnie zamieczyszczony drobinami szkła.	zachowany w połowie, kształt wydłużony wrzecionowaty, przekrój okrągły i prosty kanalik	zachowany w połowie, kształt beczukowaty, lekko wydłużony, kanalik prosty, metalowa tuleja zachowana w postaci „żelazistego”, negatywu	zachowany fragmentarycznie, kształt wrzecionowaty, przekrój okrągły i prosty kanalik. Skorodowana tuleja zawinięta „na zakładkę”, na korpusie widoczne są ślady narzędzia, przypuszczalnie szczyptec. Szkło nosi ślady działania ognia

Barwa i przezroczystość szkła							szkło przezroczyste, białozielonkawce	szkło przezroczyste białoniebieskie	szkło przezroczyste, białoniebieskie	szkło przezroczyste, białoniebieskie	szkło przezroczyste, białozielone	szkło przezroczyste, białozielone	szkło przezroczyste, białozielone	szkło przezroczyste, białe	szkło przezroczyste, białozielone	szkło przezroczyste, białozielone	szkło przezroczyste, białozielone
Wymiary	średnica 9 mm, średnica paciorka ok. 5 mm, średnica kanałki 2 mm, grubość blaszki tulei ok. 0,3 mm	średnica 13 mm, średnica paciorka od 3 do 7 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 11 mm maksymalna paciorka 6 mm, średnica kanałki 1 mm	średnica 12 mm paciorka 6 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 12 mm paciorka 5 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 14 mm paciorka 5 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 18 mm, średnica maksymalna paciorka 11 mm, średnica kanałki 4 mm	średnica 18 mm, średnica 5-6 mm, średnica kanałki 3 mm	średnica 14 mm paciorka 5 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 12 mm paciorka 5 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 12 mm paciorka 6 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 11 mm maksymalna paciorka 6 mm, średnica kanałki 1 mm	średnica 13 mm, średnica paciorka od 3 do 7 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 18 mm, średnica maksymalna paciorka 11 mm, średnica kanałki 4 mm	średnica 13 mm, średnica paciorka od 3 do 7 mm, średnica kanałki 2 mm	średnica 11 mm maksymalna paciorka 6 mm, średnica kanałki 1 mm	średnica 12 mm paciorka 6 mm, średnica kanałki 2 mm
Literatura	Gruszka 2016, Sawicka 2016	Zamejska-Monczak 2019, Sawicka 2019	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023	Gruszka 2021	Krysztofiak 2005	Krysztofiak 2005	Krysztofiak 2005	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023	Zamejska-Monczak 2019, Sawicka 2019	Gruszka 2021	Zamejska-Monczak 2019, Sawicka 2019	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023	Dzieduszycki 1985, 2023, Sawicka 2023
Rycina i tabele	Ryc. 2.1, tabele 2.1, 3.1, 4.1	Ryc. 2.3, tabele 2.3, 4.3	Ryc. 2.4, tabele 2.4, 3.4, 4.4	Ryc. 2.5, tabele 2.5, 3.5, 4.5	Ryc. 2.6, tabele 2.6, 3.6, 4.6	Ryc. 2.7, tabele 2.7, 3.7, 4.7	Ryc. 2.2, tabele 2.2, 3.2, 4.2	Ryc. 2.8, tabele 2.8, 3.8, 4.8	Ryc. 2.7, tabele 2.7, 3.7, 4.7	Ryc. 2.6, tabele 2.6, 3.6, 4.6	Ryc. 2.5, tabele 2.5, 3.5, 4.5	Ryc. 2.4, tabele 2.4, 3.4, 4.4	Ryc. 2.3, tabele 2.3, 4.3	Ryc. 2.2, tabele 2.2, 3.2, 4.2	Ryc. 2.3, tabele 2.3, 4.3	Ryc. 2.4, tabele 2.4, 3.4, 4.4	Ryc. 2.5, tabele 2.5, 3.5, 4.5

Tabela 2. Wyniki analiz fizykochemicznych szkła paciorków z Polupina, Gostchorza, Santoka, Kruszwicy, Giecza i Gnieszna

Pozycja	1	2	3	4	5	6	7	8
Miejscowość	Polupin, stan. 1, gród	Gostchorze, stan. 1, gród	Santok, stan. 1, gród	Kruszwica, stan. 2, osada przedgródowa	Kruszwica, stan. 4, gród	Giecza, stan. 1, osada przedgródowa	Giecza, stan. 1, osada przedgródowa	Gnieszno, stan. 14, spod nasypu majądanu podgródzia
Przedmiot	paciorek z metalową tuleją	paciorek z metalową tuleją	paciorek z metalową tuleją	paciorek 1 z metalową tuleją	paciorek 2 z metalową tuleją	paciorek 1 z metalową tuleją	paciorek 2 z metalową tuleją	paciorek z metalową tuleją
Nr inw.	4/61	9/81	2361/65	3632/73	6442/74	25/96	26/96	15/63
Datowanie poziomu osadniczego	2. poł. VIII – 1. poł. IX w.	2. poł. VIII – 1. poł. IX w.	2 poł. IX – 1 poł. XI w.	przełom VIII/IX – poł. X w.	ze złoża wórnego, przed 1. poł. XII w.	IX w.	IX w.	2. ćw. X w.
Barwa i przezroczystość szkła	szkło białozielone, przezroczyste	szkło bezbarwne, przezroczyste	szkło białozielone, przezroczyste	szkło białozielone, przezroczyste	szkło białozielone, przezroczyste	szkło białoniebieskie, przezroczyste	szkło białoniebieskie, przezroczyste	szkło białozielone, przezroczyste
Typ chemiczny szkła	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{CaO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$
Składniki (w % wagowych)								
SiO_2	68,80	67,11	55,11	65,46	65,85	68,47	65,65	67,12
Na_2O	16,62	19,42	1,82	16,29	17,02	16,56	16,0	18,6
K_2O	0,85	0,46	13,12	0,22	0,7	0,35	0,45	0,63
CaO	6,41	5,92	15,26	9,85	7,81	8,47	9,26	7,1
MgO	0,6	0,9	5,38	0,56	0,54	0,37	0,71	0,77
Al_2O_3	2,51	2,29	2,45	2,73	3,04	2,17	2,57	2,48
$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$	0,71 (FeO)	0,83	1,16 (FeO)	0,93	1,11	0,82 (FeO)	2,37 (FeO)	0,69 (FeO)
MnO	0,37	0,76	0,83	0,13	1,46	0,17	-	0,03
Sb_2O_3	0,49	0,33	0,304	-	-	-	-	-

PbO	0,04	0,05	0,93	-	0,02	-	-	1,15
CoO	0,07	0,02	0,02	-	-	-	-	-
CuO	0,09	0,06	0,02	0,65	1,03	-	-	0,14
BaO	0,03	0,08	0,31	-	-	-	-	0,56
TiO ₂	0,11	0,15	0,18	0,17	-	0,31	0,56	0,15
SnO ₂	0,02	0,03	0,007	-	-	-	-	0,86
SrO	0,08	0,08	0,009	-	-	-	-	-
NiO	0,04	0,08	0	0,14	-	0,4	-	0,04
ZnO	0,06	0,04	0,12	-	-	0,11	-	0,01
As ₂ O ₃	2,51	0,02	0	-	-	0,34	-	0,02
P ₂ O ₅	0,12	0,06	2,54	0,34	-	0,35	0,25	0,05
SO ₃	0,2	0,3	0,1	1,11	0,24	0,13	0,13	0,62
Cl	1,03	0,88	0,25	1,42	1,16	1,21	1,24	-
Au ₂ O ₃	-	-	0,1	-	-	-	-	-
Ag ₂ O	-	0,02	0	-	-	-	-	0,11
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01	0	-	0,02	0,03	-	0,01

- zawartość pierwiastka poniżej granicy wykrywalności

Warszawskiego. Analizy wykonał dr Piotr Dzierżanowski (tab. 1, poz. 1-3)³. Przedstawione wyniki są średnią trzech analizowanych obszarów. Paciorki z Kruszwicy i Giecza zostały przebadane metodą SEM-EDS (analiza przy użyciu mikros sondy elektronicznej lub spektrometria dyspersji energetycznej) w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN. Analizę wykonała Elżbieta Pawlicka (tab. 2, poz. 4-7)⁴. Analizę paciorka z Gniezna, przeprowadzoną również w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN, wykonano mikroskopem skaningowym Vega 4 firmy Tescan z przystawką analityczną Oxford z wykorzystaniem spektrometru mikroskopu SEM-EDS (tab. 2, poz. 8). Próbkowaną powierzchnię oczyszczano mechanicznie i napyłano warstwą węgla. Każdy wynik jest średnią z kilku punktów pomiarowych. Analizę wykonał Paweł Gan. Wykonano 7 analiz metalograficznych folii, wyniki przedstawiono w tabeli 3. Analizy dla okazów z Santoka, Połupina i Gostchorza, metodą SEM-WDS, wykonał dr Piotr Dzierżanowski, dla okazów z Giecza i Kruszwicy metodą SEM-EDS Elżbieta Pawlicka, a dla paciorka z Gniezna Paweł Gan.

Podstawową klasyfikację i interpretację fizykochemicznych analiz składu szkieł i dalej, typologię opartą na jego chemicznym składzie, przeprowadzono na ustale niach polskich badaczy, stosujących je od wielu lat. Uwzględniono w niej podstawowe kryteria określone pierwotnie przez rosyjską badaczkę Julię L. Szczapową (1973, tab. 25; Dekówna 1980, s. 29-38; Dekówna i Olczak [red.] 2002, s. 190)⁵.

³ Metoda SEM-WDS, inaczej analiza chemiczna w mikroobszarze – EPMA (*Electron Probe Micro-Analysis*), obecnie często stosowana w archeometrii szkła (Kunicki-Goldfinger 2005; 2020; Purowski 2012; Dekówna i Purowski 2012). Do wykonania badań używa się okrucha o wielkości milimetra, preparat jest niezniszczalny i może być użyty do kolejnych pomiarów. Analiza polega na wzbudzeniu w badanej próbce, za pomocą skoncentrowanej wiązki elektronów o wysokiej energii, promieniowania rentgenowskiego charakterystycznego dla poszczególnych pierwiastków składowych, a następnie na pomiarze długości fal oraz natężenia tego promieniowania. Można analizować wszystkie pierwiastki występujące w zakresie stężeń składników głównych i podrzędnych, i po specjalnych zabiegach również śladowe. Analizowany obszar ma powierzchnię rzędu 1 mikrometra kwadratowego. Badane obszary (trzy lub więcej dla jednej próby) dokumentowane są jako obrazy BSE, na których widoczny jest kontrast wynikający z różnic średniej liczby atomowej poszczególnych punktów próbki.

⁴ Odmiana SEM-EDS, rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej XRF, określana jest jako analiza przy użyciu mikros sondy elektronicznej lub spektrometria dyspersji energetycznej. Metoda ta ma charakter nieniszczący i mikroinwazyjny, pomiary przeprowadza się na powierzchni próbki, na wykonanym wcześniej niewielkim szlifie. Określa się ilościowo, w procentach wagowych, zawartość około 17-25 tlenków, występujących w stężeniach powyżej 0,1%. Metoda ta nie oznacza istotnych składników śladowych. Ocena składu oparta jest na wypracowanych wcześniej wzorcach, które wykorzystywano do wcześniejszych badań metodą ilościowej analizy spektrograficznej, stosowanej przez długie lata w Laboratorium Bio- i Archeometrii IAE PAN w Warszawie (Dekówna 2005, s.17-18).

⁵ Klasyfikacja ta polega na wydzieleniu poszczególnych chemicznych składników szkła i określe niu ich roli w procesie powstawania szklanej masy. Podstawowe składniki szklotwórcze (SiO_2 , Na_2O , K_2O , CaO , PbO , MgO , Al_2O_3 – krzemionka, sód, potas, wapń, ołów, magnez i glin) w określonej wartości granicznej i wzajemnych proporcjach mają wpływ na właściwości szkła. Obliczenie proporcji ich występowania i zestawienie w schematy określa rodzaj, odmianę i typ szkła (zasady klasyfikacji stosowanej przez polskich badaczy – Dekówna 2005). Dla podstawowych składników szklotwórczych przyjęto stężenia minimalne, które należy uwzględnić przy określaniu typu chemicznego szkieł za-

Tabela 3. Wyniki analiz metalograficznych folii tulei paciorków

	1	2	3	4	5	6	7	8
Nr inv.	4/61	9/81	2361/65	3633/72	6442/74	25/96	26/96	15/63
skład chemiczny metalowej tulei	Polupin stan. 1, gród, fosa tuleja skorodowana, stop miedzi i ołowiu	Gostchorze stan. 1, gród Cu – ok. 79% Pb – ok. 8,94%	Santok stan. 1, gród <i>nie badano</i>	Kruszwica stan. 2, osada przedgródowa Fe – 66,98%, Cu – 5,79%, Na – 3,25%, Ca – 2,51%, Si – 10,77%.	Kruszwica stan. 4, gród Cu – 75% Pb – 1,21%	Giecz stan. 1, osada przedgródowa Si – 52,0% Cu – 17,5% Pb – 5,35% Al – 4,67% (korozja?)	Giecz stan. 1, osada przedgródowa Cu – 59,4% Pb – 23,51% S – 16,33%	Gniezno stan. 14, spód nasypu majądanu podgródzia Cu – 49,25% Sn – 29,0% Pb – 12,98% S – 3,23%

bytkowych (Na_2O – 3%, K_2O – 4%, CaO – 3%, MgO – 2%, Al_2O_3 – 2%, PbO – 5%). Są to stężenia wykorzystywane przy interpretacji stosowanych obecnie i tu zaprezentowanych analiz ilościowych (Dekówna i Olczak [red.], 2002, s. 190, tab. 2).

Zostały one uzupełnione, uszczegółowione lub poddane dyskusji dla niektórych odmian szkła (np. dla sodowych o koncentracje K_2O – Stawiarska 1984). Przy określeniu innych związków (odbarwiających, barwiących, klarujących) oparto się na ustaleniach autorów *Principes...* (Dekówna i Olczak [red.] 2002, s. 192-196)⁶. Zasady te zostały niejednokrotnie zaprezentowane w literaturze przedmiotu.

Wyniki analiz fizykochemicznych i ich interpretacje

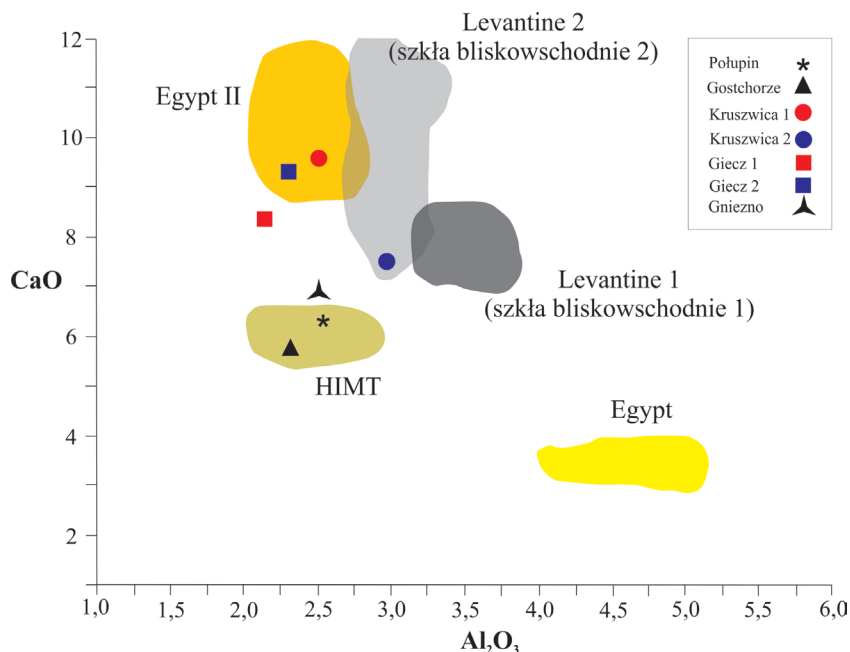
Wyniki przedstawionych w tab. 2 fizykochemicznych analiz szklanych korpów paciorków i w tab. 4 – zestawień głównych współczynników określające elementy receptury (zestawu, z którego wytapiano szkło) pozwalają określić szkła prezentowanych paciorków jako wytopione według dwóch receptur – sodowej i potasowej. Przyjmując – jak wspomniano powyżej – ustalenia klasyfikacyjne odmian i typów szkła stosowane przez polskich badaczy, można je określić następująco.

Paciorki z Połupina, Gostchorza, Kruszwicy, Giecz i Gniezna (tab. 2 i 4, poz. 1-2, 4-8) wykonano ze szkła sodowego, odmiany mineralnej – są to szkła sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowe ($Na_2O-CaO-Al_2O_3-SiO_2$)⁷. Jako topnika użyto sody pochodzenia mineralnego (węglanu wapnia), pozyskiwanej z naturalnych źródeł, o czym świadczy występujący w niskich stężeniach tlenek potasu (od 0,22 do 0,85%), nieprzekraczający granicznej dla szkieł sodowych wartości 1,3%, oraz współczynnik $Na_2O : K_2O$ nieprzekraczający proporcji 13 : 1. Niewielkie koncentracje tlenu potasu (K_2O) są zbliżone w niektórych przypadkach (Gostchorze, Kruszwica 1, Giecz 1 i 2) do granicznych wartości dla egipskich szkieł, gdzie zawartość potasu w sodzie mineralnej określa się w przedziale od 0,02 do 0,5%. Dodatkowo niska koncentracja magnezu (0,5-1,5%), według niektórych badaczy, świadczy o produkcji w warsztatach istniejących pod koniec I tysiąclecia n.e. (Dekówna i Dymaczewska 2014, s. 248 i tam literatura źródłowa). W tym przedziale mieszczą się stężenia MgO wszystkich naszych paciorków ze szkła sodowego.

Na ryc. 4 przedstawiono relację CaO/Al_2O_3 (tlenków wapnia i glinu), która ma diagnostyczne znaczenie dla określenia źródeł piasku dla szkieł sodowych – odzwierciedla jego zanieczyszczenia i jest niezależna od receptur stosowanych przez

⁶ O podstawach takich typologii i różnych ich interpretacjach bliżej Stawiarska i Bis (2022) oraz Kunicki-Goldfinger (2020). „Typologia szkła oparta na jego składzie chemicznym jest otwarta i ewoluuje wraz z rozwojem badań nad szkłem i rozwojem metod analitycznych. Poszczególne wyróżnione typy są często redefiniowane, tworzone są nowe typy i podtypy. Wyróżnione grupy mogą być wiązane nie tylko z okresami, hutami, regionami czy zestawami szklarskimi, ale też próbuje się rozróżnić poszczególne serie wytopów przeprowadzanych przy użyciu takiego samego wsadu surowcowego” (Kunicki-Goldfinger 2020, s. 59).

⁷ Ze szkła tego samego typu sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowego ($Na_2O-CaO-Al_2O_3-SiO_2$) wykonano paciorek z wczesnośredniowiecznego grodu w Grzybowie, tuleję zrobiono z miedzi (Kokora 2021, tabela XX.3 i 5).



Ryc. 4. Diagram relacji CaO do Al_2O_3 w szklach z różnych obszarów Nadśródziemnomorza, wg Freestone, Gorin-Rosen i Huges 2000, opr. Drauschke i Greiff 2010, s. 41

różne huty i w różnym czasie (za Dekówna i Dymaczewska 2014 i tam literatura źródłowa). Szklane paciorki z Wielkopolski lokują się różnie – od szkieł HIMIT (szkła wysokożelazowo-manganowo-tytanowe, *High Iron Manganium Titanium*) charakterystycznych dla okresu późnej starożytności – paciorki z Połupina i Gostchorza, do szkieł typu Egipt II, z okresu wczesnego średniowiecza – Giecz i Kruszwica 1.

Proporcje surowca sodowego i wapniowo-magnezowego – $Na_2O + K_2O/CaO + MgO$ – to wartości liczbowe poszczególnych okazów od 1,64 a 2,91, pozwalające na określenie tych szkieł jako średnioalkaliczne, wytopione według receptury trójskładnikowej z piasku, sody i surowca wapniowego (według ustaleń Teresy Stawiarskiej 1984, s. 22-24)⁸. Ten współczynnik według J. Szczapowej może określać również receptury niektórych warsztatów. Jeśli wynosi on 2, to szkło może być produktem pracowni prowincjonalnorzymskich – te zbliżone wartości mają szklane paciorki z Kruszwyca (2) i Gieczy (1). Suma $SiO_2 + Al_2O_3 + CaO + MgO +$

⁸ W nowszej literaturze trwa dyskusja, czy szklane wytopione według receptury trójskładnikowej nie są w rzeczywistości wytworzone jedynie z sody i piasku zawierającego dużą ilość surowca wapniowego, czyli byłaby to receptura dwuskładnikowa bez intencjonalnie dodanego wapnia (bliżej Stawiarska i Bis 2022, s. 277).

Fe_2O_3 daje charakterystykę piasku (krzemionki). Charakteryzuje ona surowiec wapienny, prawdopodobnie wapień dolomityczny – są to wartości zbliżone dla wszystkich paciorków (77,05-80,56). Suma $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ to wartość niektórych głównych składników w piaskach – też wartości te są zbliżone we wszystkich okazach (69,12-72,02).

Szkła pochodzące z hut egipskich wytapiano z zestawu zawierającego piasek z podwyższoną koncentracją tytanu (TiO_2) – od 0,35% do 0,63%; w hutach lewentyńskich używających piasków z lokalnych obszarów zawartość tytanu jest mniejsza i wynosi od 0,05% (Dekówna i Dymaczewska 2014, s. 242-243). Te koncentracje mogą wskazywać, że do wytopu szkła paciorka 2 z Giecza użyto szkła z hut egipskich, a w przypadku paciorków z Połupina, Gostchorza, Gniezna i Kruszwicy 2 z warsztatów lewentyńskich.

Jako środków odbarwiających użyto stosowanych od starożytności w pracowniach wschodnich związków arsenu As_2O_3 (Nowotny 1969, s. 168; Galibin 2001, s. 49; Dekówna i Purowski 2016, s. 163). Jeśli jego koncentracja wynosi ponad 0,1%, przyjmuje się, że został dodany do zestawu intencjonalnie (Dekówna i Olczak 2002, s. 196, tab. 4). Oznaczono go w szkłe paciorków z Połupina (w dużym stężeniu 2,51%) i Giecza 1 (tab. 2, poz. 1, 6). Tę samą funkcję, również odbarwiającą, pełniły związki manganu (MnO) używane w pracowniach bizantyńskich (Szczapowa 1988, s. 79). Występują w szkłe paciorków z Połupina, Gostchorza, Kruszwicy i w jednym okazie z Giecza (tab. 2, poz. 1-2, 4-6). Oba te związki ujawniły się jednocześnie ze związkami arsenu w szkłe paciorków z Połupina, Gostchorza i Giecza (tab. 2, poz. 1-2, 6). W szkłe okazów z Połupina i Gostchorza rolę odbarwiacza pełnił również antymon Sb_2O_5 – 0,49% i 0,33%. Wraz z manganem jako dekoloryanty są jednym z charakterystycznych wyznaczników dla szkieł rzymskich, przestano je stosować około IV wieku n.e. (Schibille, Sterrett-Krause i Freestone 2017; Jackson i Paynter 2016). Podwyższone stężenie antymonu w paciorkach z Połupina i Gostchorza może wskazywać na recykling szkła wcześniejszego, rzymskiego, sprzed IV wieku n.e., co wpisuje się w najnowsze ustalenia czeskich badaczy ((Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023).

Szkło paciorka z Gniezna (tab. 2, poz. 8) nie zachowało się w dobrym stanie i obecność stosunkowo wysokiej koncentracji zamacających związków cyny (SnO_2 – 0,86%) i związków ołowiu (PbO – 1,15%) można tłumaczyć zanieczyszczeniem wykonanego dla pobrania próby szlifu – mikrookruciami wykonanej ze stopu miedzi, cyny i ołowiu tulei.

Szkła sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowe są typem szkła sodowego, mineralnego, wytapianego z sody pochodzenia mineralnego według starej receptury (tzw. recepty antycznej lub klasycznej). Stosowano ją od XVI stulecia p.n.e. aż do VIII/IX wieku n.e. na rozległym obszarze Śródziemnomorza i na Bliskim Wschodzie i określa się ją jako charakterystyczną dla pracowni rzymskich i postrzymskich we wczesnym średniowieczu (Dekówna 1980, s. 11, Henderson, McLoughlin i McPhall 2004). Receptura ta zmieniała się i udoskonalano technologię produkcji

Tabela 4. Sumy i proporcje głównych składników szklanych paciorków z Polupina, Gostchorza, Santoka, Kruszwicy, Giecza i Gnieszna

Pozycja	1	2	3	4	5	6	7	8
Miejscowość	Polupin, stan. 1, gród	Gostchorze, stan. 1, gród	Santok, stan. 1, gród	Kruszwica, stan. 2, osada przedgródowa 1	Kruszwica, stan. 4, gród 2	Giecza, stan. 1, osada przedgródowa 1	Giecza, stan. 1, osada przedgródowa 2	Gnieszno, stan. 14, spód nasy- pu majdanu podgródzia
Nr inw.	4/61	9/81	2361/65	3632/73	6442/74	25/96	26/96	15/63
Typ chemiczny szkła	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot$ $-\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot$ $-\text{SiO}_2$	$\text{CaO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{MgO}\cdot$ $-\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot$ $-\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot$ $-\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot$ $-\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot$ $-\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot$ $-\text{SiO}_2$
$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	17,47	19,88	14,94	16,51	17,72	16,91	16,45	19,23
$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	19,55	42,21	0,13	74,04	24,31	47,31	35,55	29,52
CaO/MgO	10,68	6,57	2,83	17,58	14,46	22,89	13,04	9,22
$\text{CaO}+\text{MgO}$	7,01	6,82	20,64	10,41	8,35	8,84	9,97	7,87
$\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	2,55	2,58	-	3,60	2,56	3,90	3,60	2,86
$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/$ $\text{CaO}+\text{MgO}$	2,49	2,91	0,72	1,58	2,12	1,91	1,64	2,44
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+$ $+\text{MgO}+\text{FeO}$	79,03	77,05	-	79,53	78,35	80,03	80,56	78,16
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+$ $+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{FeO}/$ $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$	4,52	3,87	-	4,81	4,42	4,74	4,89	4,06
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{FeO}$	72,02	70,23	-	69,12	70,00	71,46	70,59	70,29
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{FeO}/$ $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$	4,12	3,53	-	4,18	3,95	4,22	4,29	3,65
$\text{SiO}_2/(\text{CaO}+\text{MgO})$	9,81	9,84	-	6,28	7,88	7,74	6,58	8,52
$\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}) \times$ 100	4,86	2,31	-	1,33	3,95	2,06	2,73	3,27
$\text{MgO}/(\text{CaO}+\text{MgO}) \times$ 100	8,55	13,19	-	5,37	6,46	4,18	7,12	9,78
$\text{CaO}/\text{K}_2\text{O}$			1,16					
Al_2O_3	2,51	2,29	2,45	2,73	3,04	2,17	2,57	2,48

(bliżej Henderson 2013; Phelps, Freestone, Gorin-Rosen i Gratuze 2016). Ta rozpiętość, zarówno chronologiczna, jak i przestrzenna, duża liczba ośrodków wytwórczych (hut) spowodowała wiele różnic technologicznych czytelnych w chemicznym składzie szkła. Przebadane fizykochemicznie okazy paciorków oliwkowatych i wrzecionowatych z terenu Czech, Moraw i Bawarii wykonane są z kilku typów szkieł sodowych – najliczniejszy zbiór to szkła sodowe odmiany mineralnej typu $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023). Poza okazem z Santoka, wszystkie przedstawione tu paciorki wykonano z takiego szkła.

Przedstawiona powyżej prosta charakterystyka szkła sodowego, odmiany mineralnej typu sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowego, z której wykonano korpusy siedmiu paciorków, nie wyczerpuje wszystkich możliwości interpretacyjnych. Wprawdzie zastosowana w tym przypadku laboratoryjna metoda analityczna ma swoje ograniczenia, o czym wspomniano powyżej, jednak można podjąć w kilku przypadkach próbę bardziej zaawansowanej analizy, opierając się na ustaleniach europejskich badaczy, którzy po dokonaniu podziału na receptury główne grupują szkła według stężeń określonych tlenków głównych (bliżej Stawiarska i Bis 2022, s. 279)⁹. Przeprowadzone przez czeskich badaczy analizy (122 próby) paciorków oliwkowatych i wrzecionowatych z terenu Czech, Moraw i Bawarii wykazały dużą zmienność i niejednorodność szkła i pozwoliły na wyodrębnienie kilku grup szkła sodowego $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, określających pochodzenie surowców, ogólnej lokalizacji hut i ich datowanie. Są to paciorki wykonane ze szkła poddanego recyklingowi, a powstałego znacznie wcześniej, w okresie rzymskim – szkła rzymskie Mn, MnSb i z okresu późnej starożytności – szkła HIMT i Foy2.1/2.2. Równocześnie zaobserwowano użycie szkła wytapianego znacznie później, łączonego z pracowniami średniowiecznymi – szkło typu Egipt 2, szkło potasowe różnych odmian i mieszane szkło alkaliczne (Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023).

Przeważająca część tych analiz została wykonana metodą analizy LA-ICT-MS (*Laser Ablation – Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry*) – spektrometria mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej po ablacji laserowej, pozwalającej na wykrycie stężeń pierwiastków śladowych, przede wszystkim strontu, cyrkonu, lantanu i toru. W kilku przypadkach wykorzystano przeprowadzone wcześniej i opublikowane analizy metodą SEM-EDS (Košta i Tomková 2011) uzupełnione analizą LA-ICT-MS. Choć tylko te ostatnie wyniki analiz mogą być płaszczyzną do porównań materiałów z Wielkopolski i Ziemi Lubuskiej, wnoszą

⁹ Wydziela się m.in.: LMG – szkła niskomagnezowe (*Low Magnesium Glasses*), HMG – szkła wysokomagnezowe (*High Magnesium Glasses*), LMHK – szkła niskomagnezowe wysokopotasowe (*Low Magnesium High Potassium Glasses*), LMMK – szkła niskomagnezowe średniopotasowe (*Low Magnesium and Medium Potassium*). Szkła są również grupowane według koncentracji niektórych domieszek piasku, np. HA – wysokoglinowe (*High Alumina*), HIMT – wysokożelazowo-manganowo-tytanowe (*High Iron Manganium Titanium*) – Stawiarska i Bis 2022.

one jednak pewne nowe ustalenia¹⁰. Posiłkując się tabelami tych wyników, przedstawionymi przez badaczy czeskich (Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023, tab. 4), i granicznymi określeniami (wyznacznikami) szkieł głównie pochodzenia wschodniego (Phelps, Freestone, Gorin-Rosen i Gratuze 2016, tab. 2; Schibille, Sterrett-Krause i Freestone 2017; Schibille 2022, tab. 1, 2), z pewną ostrożnością można wykazać podobieństwa okazów z Wielkopolski do szkieł Egipt 2 (produkowanych w VIII-IX wieku) – o wysokiej koncentracji CaO (około 9%) oraz niskiej glinu Al_2O_3 – 1,5-2,5% – paciorki z Połupina, Kruszwicy, Giecza i Gniezna. Szkło paciorka z Gostchorza o nieco innych parametrach nawiązuje do szkła HIMT 2 z IV-V wieku (Schibille 2022, tab. 1). Te uwagi wpisują się w ustalenia badaczy czeskich, dotyczące pochodzenia szkieł sodowych, z których wykonano przeważającą ilość paciorków oliwkowatych i wrzecionowatych odkrytych na terenach Czech, Moraw i Bawarii.

Inny rodzaj szkła reprezentuje paciorek z Santoka. Jest to szkło potasowe, odmiany wapniowo-potasowej, typu wapniowo-potasowo-magnezowo-glinowo-krzemowego ($CaO-K_2O-MgO-Al_2O_2-SiO_2$). Jest wysokoalkaliczne (koncentracja K_2O – 13,12%), klarowane związkami antymonu i odbarwione związkami manganu (według przyjętej przez polskich badaczy klasyfikacji szkieł potasowych – Szczapowa 1973, tab. 25; Dekówna 1980 s. 236). Podwyższona zawartość związków fosforu i siarki świadczy o zastosowaniu do wytopu szkła popiołów roślin, a nie potażu. Szkło pochodzi z huty europejskiej, używającej znanej od VIII wieku receptury, w których topnikiem zamiast sody (mineralnej bądź ze słonorośli) są popioły drzew i roślin kontynentalnych (szkła potasowe, różnych odmian) – Dekówna 1980, s. 11, 20, 94; Wedepohl 1997; 1998, s. 13-26; 2003; 2010, 2012, tab. 1; Dekówna i Purowski 2012, s. 150 i przypis 40). Według klasyfikacji niemieckich badaczy, opartej na szczegółowej interpretacji proporcji CaO/K_2O , zawartości SiO_2 i Na_2O oraz rekonstrukcji procesu wytopu i zastosowanych surowców, można określić szkło paciorka z Santoka jako wczesnośredniowieczne szkło popiołowe (*Frühes Holz-Asche Glas*, ang. *Early Wood-Ash Glass*). Przedstawione uśrednione koncentracje głównych składników szklotwórczych określają ich graniczne zasięgi, wytapiano je między końcem VIII a końcem X wieku (Wedepohl 1998, s. 13-26; 2010, tab. 1). Zmienność składu szkieł z tego okresu definiuje współczynnik CaO/K_2O – wynosi od 1 do 4,7 – w szkłe paciorka z Santoka wynosi 1,16.

Do wczesnych szkieł tego typu dodawano przypuszczalnie pochodzącą z recyklingu stłuczkę szklaną, stąd podwyższona zawartość tlenu sodu – występująca również w szkłe paciorka z Santoka (Na_2O – 1,82%) oraz antymonu (Sb_2O_5 –

¹⁰ Podstawowe różnice występujące między poszczególnymi metodami analitycznymi dotyczą przede wszystkim analizowanych pierwiastków, granic ich wykrywalności oraz wielkości i sposobu przygotowania próbki (lub powierzchni analizowanego obiektu) – Kunicki-Goldfinger 2022, s. 52. O możliwościach porównań szkieł badanych różnymi metodami również Stawiarska i Bis 2022.

0,304%). Takie koncentracje odnotowano we wczesnych szklach tego typu między innymi w Corvey (Stephan, Wedepohl i Hartmann 1997, s. 674 i tab. 2). Paciorki „oliwkowate” i „wrzecionowate”, do których uformowania użyto szkła potasowego pochodzącego już z lokalnych hut europejskich, w zbiorze paciorków z Czech, Moraw i Bawarii są znaleziskami pojedynczymi (Košta i Tomková 2011, tab. 3, s. 322).

Zagadnienie pochodzenia

Paciorki oliwkowate i wrzecionowate, różnych rozmiarów i różnej barwy szkła, określane są jako jedne z bardziej charakterystycznych dla Środkowej Europy we wczesnym średniowieczu i ostatnio przyjmuje się, że wraz z charakterystycznymi paciorkami G-kształtnymi są wskaźnikami ich lokalnej produkcji w środkowoeuropejskich (czeskich?) warsztatach (Staššikova-Štukovská i Ungermann 2009; Košta i Tomková 2012; Tomková, Křížová, Faltusová, Schibille i Vaculovič 2023). Określa się je jako produkt warsztatów lokalnych, peryferyjnych i przetwórczych, bazujących na szkle pochodzącym z recyklingu (szkła rzymskie i bliskowschodnie, pozyskiwane w różny sposób, w tym ze stłuczki), na szkle współcześnie importowanym z Bliskiego Wschodu (szkło Egipt 2) i na szkle produkowanym już w zachodnioeuropejskich hutach – szkło potasowe. Zrozumienie handlu szkłem w pierwszym tysiącleciu naszej ery opiera się na charakterystyce dobrze datowanych szkieł różnych receptur i identyfikacji ich głównych miejsc produkcji (hut), a coraz powszechniej stosowane badania izotopowe pozwalają na ustalenie pochodzenia pierwotnych składników szkieł, mieszanych często w przetwórczych warsztatach (Henderson 2013, s. 334-335).

Zmienność kształtów, terytorialne różnice frekwencji poszczególnych typów paciorków oliwkowatych i wrzecionowatych wskazują na produkcję kilku pracowni o różnym poziomie technologicznego zaawansowania. Pojawiają się już w VIII wieku w Bawarii i aż do wieku XI (pojedyncze znaleziska) są wyznacznikiem intensywnej wymiany handlowej w tej części Europy. Przyjmuje się, że paciorki tego typu państwo wielkomorawskie od IX po początki X wieku redystrybuowało wraz z innymi towarami (Košta i Tomková 2011), a zasięg występowania paciorków oliwkowatych i wrzecionowatych pokrywa się zasadniczo z szeroko rozumianym kręgiem kultury wielkomorawskiej (ryc. 2). Brak jest bezpośrednich dowodów na to, aby paciorki szklane były niekruszcowym płacidłem. Istniejąca baza źródłowa nie pozwala na wyraźne rozgraniczenie pieniężnych i niepieniężnych ozdób szklanych, choć w literaturze przedmiotu podnosi się niekiedy tę kwestię (Adamczyk 2004, s. 20, 26; również Dzieduszycki 1995).

Na wszystkich stanowiskach w Wielkopolsce, na Śląsku i Ziemi Lubuskiej paciorki wrzecionowate i oliwkowate pojawiają się we wczesnych, przedpiastowskich lub wczesnopiastowskich poziomach osadniczych (tab. 1). Wpisują się w szerokie

spektrum kontaktów Śląska i Wielkopolski z państwem wielkomorawskim. Obecność wyrobów łączonych z tym obszarem (przede wszystkim elementów uzbrojenia i ozdób) jest interpretowana jako wyraz kontaktów handlowych, które nie zanikły po upadku Wielkiej Morawy. Zaprezentowane w tej pracy paciorki poszerzają zbiór przedmiotów codziennego użytku wiązany z wpływami kultury morawskiej. W Wielkopolsce są one świadectwem powstawania sieci szlaków handlowych z południa na północ lub obecności migrantów (ludności?, kupców?, czy nawet rzemieślników), których napływ mógł nasilić się po upadku państwa wielkomorawskiego na początku X wieku (Kara 2009; Pankiewicz 2022).

Konflikt interesów: Autorka deklaruje brak konfliktu interesów.

Wkład autorów: Autorka przyjmuje na siebie wyłączną odpowiedzialność z tytułu: przygotowania koncepcji badawczej dzieła i sposobu jego przedstawienia (opracowania metodyki), zebrania i analizy danych, interpretacji wniosków, a także zredagowania wersji ostatecznej rękopisu.

Bibliografia

- Adamczyk J. 2004, *Placidia w Europie Środkowej i Wschodniej w średniowieczu*, Warszawa.
- Dekówna M. 1980, *Szkoło w Europie wczesnośredniowiecznej*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk.
- 2005, *Rozwój metod badania znalezisk szkła w Polsce*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici”, seria Archeologia 29, Archeologia szkła 9, s. 3-40.
- Dekówna M., Dymaczewska U. 2014, *Fragment naczyń szklanych z napisem znaleziony w Odercy (Bułgaria)*, „Archeologia Polski” 59/1-2, s. 231-269.
- Dekówna M., Olczak J. (red.) 2002, *Principes de description des verres anciens depuis les temps les plus reculés jusqu'au XIII^e siècle de n.é.*, Warszawa–Toruń.
- 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*, w: M. Bogucki, B. Jurkiewicz (red.), t. 1: 3 *Analizy*, Elbląg, s. 66-260.
- 2016, *Paciorki szklane*, w: A. Buko (red.) *Bodzia. Elitarny cmentarz z początków państwa polskiego*, Warszawa, s. 153-206.
- Drauschke J., Greiff S. 2010, *Chemical aspect of Byzantine glass from Caričin Grad/Iustiniana Prima (Serbia)*, w: J. Drauschke, J. Keller (eds.), *Glass in Byzantium. Production, Usage, Analyses. International Workshop organized by the Byzantine Archaeology Mainz, 17th-18th of January 2008*, Römisches-Germanisches Zentralmuseum, Mainz, s. 25-43.
- Dzieduszycki W. 1985, *Socjotopograficzne przeobrażenia wczesnośredniowiecznych miast polskich (model kruszwicki)*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej” 3, s. 2-32.
- 1995, *Kruszce w systemach wartości i wymiany społeczeństwa Polski wczesnośredniowiecznej*, Poznań.
- 2023, *Wczesnośredniowieczny gród kruszwicki, cz. 2. Chronologia*, w: W. Dzieduszycki, J. Sawicka (red.), *Kruszwica wczesnośredniowieczna*, seria *Origines Polonorum*, t. 16, Warszawa, s. 205-232.
- Freestone I.C., Gorin-Rosen Y., Huges M.J. 2000, *Primary glass from Israel and the production of glass in Late Antiquity and the early Islamic period*, w: M.D. Nenna (ed), *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires au second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, Lyon, s. 65-83.
- Galibin W.A. 2001, *Sostav stekla kak arheologičeskij istočnik. Ars vitraria experimentalis*, Sankt-Peterburg.
- Gruszka B. 2016, *Znaleziska ceramiczne z badań wczesnośredniowiecznego grodu w Polupinie, stan. 2. Chronologia oraz analiza stylistyki, formy i techniki wykonania*, w: B. Gruszka (red.), *Wczesnośredniowieczny gród w Polupinie, stan. 2. Nowe analizy i interpretacje źródeł archeologicznych i przyrodniczych*, Zielona Góra, s. 143-238.

- 2021, *Struktury osadnicze we wczesnym średniowieczu na Środkowym Nadodrzu*, Szczecin.
- Gruszka B., Twardy J., Kałagate S., Forysiak J. 2015, *Goskar – grodzisko w Gostchorzu*, Krosno Od-
rzańskie.
- Henderson J. 2013, *Ancient Glass an Interdisciplinary Exploration*, Cambridge.
- Henderson J., McLoughlin S.D., McPhall D.S. 2004, *Radical changes in Islamic glass technology: evi-
dence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic
Raqqa, Syria*, „Archaeometry” 46, s. 439-468.
- Jackson C.M., Paynter S. 2016, *A great big melting pot: exploring patterns of glass supply, consumption
and recycling in Roman Coppergate, York*, „Archaeometry” 58, s. 68-95.
- Kara M. 2009, *Najstarsze państwo Piastów – rezultat przełomu czy kontynuacji? Studium archeologicz-
ne*, Poznań.
- Kokora K. 2021, *Paciorki szklane*, w: M. Danielewski, J. Wrzesiński, A. Głód (red.), *Wczesnośrednio-
wieczne gród w Grzybowie*, seria Origines Polonorum, t. 15, Warszawa, s. 323-330.
- Košta J., Tomková K. 2011, *Olivovité korálky v raně středověkých Čechach a jejich postavení ve stře-
doevropském kontextu*, „Památky Archeologické” 52, s. 307-353.
- Košta J., Tomková K., Hulínský V., Zavřel J. 2011, *G-korály v raně středověkých náhrdelnicích z Čech
v kontextu evropské sklářské produkce přelomu 9. a 10. století*, „Archeologické rozhledy” 63, s. 586-607.
- Krysztofiak T. 2005, *Palatium w Gieczu — archeologiczne podstawy datowania reliktów*, w: J. Gadom-
ski, A. Małkiewicz, T. Rodzińska-Choraży, A. Włodarek (red.), *Lapides viventes. Zaginiony Kraków
wieków średnich. Księga dedykowana Profesor Klementynie Żurowskiej*, Kraków, s. 293-309.
- Kunicki-Goldfinger J.J. 2005, *Konserwacja i badania dwóch szklanych naczyń z rzymskiego Novae*,
„Acta Universitatis Nicolai Copernici”, seria Archeologia 29, Archeologia szkła 9, s. 269-278.
- 2020, *Szkło w Europie Środkowej od późnego średniowiecza do XVIII wieku. Skład chemiczny –
uwarunkowania i interpretacja*, Warszawa.
- Nowotny W. 1969, *Szkła barwne*, wyd. 2, Warszawa.
- Pankiewicz A. 2022, *Migracje ludności morawskiej w kierunku północnym u schyłku IX i w X wieku i ich
kulturowe konsekwencje*, „Slavia Antiqua” 63, s. 129-152.
- Purowski T. 2012, *Wyroby szklane w kulturze lużyckiej w międzyrzeczu Noteci i środkowej Odry. Studium
archeologiczno-technologiczne*, Warszawa.
- Phelps M., Freestone I.C., Gorin-Rosen Y., Gratuze B. 2016, *Natron glass production and supply in the
late antique and early medieval Near East: The effect of the Byzantine-Islamic transition*, „Journal
of Archaeological Science” 75, s. 57-71.
- Rzeźnik P. 1998, *Paciorki szklane z wczesnośredniowiecznego grodziska w Gostyniu na Dolnym Śląsku*,
w: H. Kóčka-Krenz, W. Łosiński (red.), *Kraje słowiańskie w wiekach średnich. Profanum i sacrum*,
Poznań, s. 380-391.
- Szczapowa J.L. 1973, *Zasady interpretacji analiz składu szkła zabytkowego*, „Archeologia Polski”,
t. 18/1, s. 15-72.
- 1988, *Bizantijskoje stieкло. Očerki istorii*, Moskwa.
- Sawicka J. 2016, *Paciorek oliwkowaty z metalową tuleją z grodziska w Polupinie, stan. 2. Analiza por-
ównawcza*, w: B. Gruszka (red.), *Wczesnośredniowieczny gród w Polupinie, stan. 2. Nowe analizy
i interpretacje źródeł archeologicznych i przyrodniczych*, Zielona Góra, s. 109-118.
- 2019, *Zabytki ze szkła*, w: K. Zamelska-Monczak (red.), *Santok. Strażnica i klucz królestwa polskie-
go. Wyniki badań z lat 1958-1965*, seria Origines Polonorum, t. 13, s. 258-276, Warszawa.
- 2023, *Katalog wyrobów ze szkła*, w: W. Dzieduszycki, J. Sawicka (red.), *Kruszwica wczesnośrednio-
wieczna*, seria Origines Polonorum t. 16, Warszawa.
- 2024 (w druku), *Zabytki ze szkła, ze stanowiska 14 (katedra) na Wzgórzu Lecha w Gnieźnie*.
- Schibille N. 2022, *Islamic glass in the Making. Chronological and Geographical Dimensions*, „Studies
in Archaeological Sciences” 7, Leuven.
- Schibille N., Sterrett-Krause A., Freestone A.C. 2017, *Glass groups, glass supply and recycling in late
Roman Carthage*, „Archaeology Anthropology Science” 9:1223-1241 DOI 10.1007/s12520-016-0316-1.
- Štaššikova-Štukovská D., Ungermann Š. 2009, *„Olivovité” korálíky – terminologické poznámky a ma-
kroskopické pozorovania nálezov z pohrebiska v Dolných Věstonicach*, „Študijné Zvesti Archeolo-
gického Ústavu SAV” 45, s. 39-57.

- Stawiarska T. 1984, *Szklą z okresu wpływów rzymskich z północnej Polski. Studium technologiczne*, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź.
- Stawiarska T., Bis M. 2022, *Zarys zasadniczych problemów metodycznych w badaniach składu chemicznego szkieł zabytkowych (wybrane przykłady)*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici”, Archeologia 38, s. 265-315.
- Stephan H.G., Wedepohl K.H., G. Hartmann, 1997, *Mittelalterliches Glas aus dem Reichskloster und der Stadtwüstung Corvey*, „Germania” 75/2, s. 673-715.
- Tomková K., Křížová Š., Faltusová V., Schibille N., Vaculovič T. 2023, *Archaeological and chemical variability of glass beads: olive and fusiform beads in central Europe*, „Archaeological and Anthropological Sciences” 15/3, DOI: 10.1007/s12520-023-01717-4.
- Wedepohl K.H. 1997, *Chemical composition of medieval glass from excavations in West Germany*, „Glastechnische Berichte” 70 (8), s. 246-55.
- 1998, *Mittelalterliches Glas in Mitteleuropa: Zusammensetzung, Herstellung, Rohstoffe*, „Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen” 2, Mathematisch-Physikalische Klasse 1, s. 1-56.
 - 2003, *Die chemische Charakterisierung mittelalterlicher Gläser und der Handel mit ihren Rohstoffen*, „Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich” 19, s. 211-218.
 - 2010, *The manufacture of medieval glass. Glassmaking in Europe between A.D 500-1500*, w: D. Whitehouse (ed.), *Medieval glass for Popes, Princes, and Peasants*, Corning–New York.
 - 2012, *Beispiele von Soda-Kalk-Glas, Soda-Asche-Glas und Holzasche-Glas*, w: L. Clemens, P. Steppuhn (eds.), *Glasproduction. Archäologie und Geschichte. Beiträge zum 4. Internationalen Symposium zur Erforschung mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Glashütten Europas. Interdisziplinärer Dialog*, 2 Band, Trier, s. 123-130.
- Zamelska-Monczak K. 2019, *Wczesnośredniowieczne poziomy osadnicze we wnętrzu grodu*, w: K. Zamelska-Monczak (red.), *Santok. Strażnica i klucz królestwa polskiego. Wyniki badań z lat 1958-1965*, seria Origines Polonorum, t. 13, Warszawa, s. 70-109.