

GROBY
Z BIŻUTERIĄ
WCZESNOŚREDNIOWIECZNEGO
CMENTARZYSKA
W DZIEKANOWICACH

GRAVES
WITH JEWELLERY
FROM THE EARLY MEDIEVAL
CEMETERY
IN DZIEKANOWICE

MUSEUM OF THE FIRST PIASTS AT LEDNICA

FONTES. Biblioteka Studiów Lednickich, seria B1, tom 8:1

FONTES. Lednica Studies Library, series B1, volume 8:1

Seria FONTES B1 Biblioteki Studiów Lednickich stanowi wydawnictwo źródłowe Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy – muzeum noszącego tytuł Pomnika Historii Narodu Polskiego i będącego kustoszem przetrwałych do naszych czasów, najważniejszych na ziemiach polskich relikwii przeszłości – grodowych i sakralnych – na Ostrowie Lednickim koło Gniezna, w Gieczu, Grzybowie i Radzimi. W kolejnych monograficznych tomach serii publikujemy źródła pisane od średniowiecza do czasów nowożytnych, a przede wszystkim źródła kultury materialnej pozyskane w czasie wieloletnich interdyscyplinarnych badań archeologiczno-architektonicznych poszczególnych obiektów.

The FONTES series B1 of the Lednica Studies Library is a source publication of the Museum of the First Piasts at Lednica. The museum which has been conferred with the title of the Monument of History of the Polish Nation, is the custodian of outstanding relics of Poland's past, secular and ecclesiastic, which survive on Ostrów Lednicki (Lednica Holm) near Gniezno, in Giecz, in Grzybowo not far from Września and in Radzim in the vicinities of Murowana Goślina. Every monographic volume in the *Fontes* series will be a publication of written sources from the medieval until the modern age, but first and foremost, material evidence from long-term interdisciplinary archaeological and architectural investigation of particular sites and structures.

MUZEUM PIERWSZYCH PIASTÓW NA LEDNICY
MUSAEUM PRIMORUM PRINCIPUM EX STIRPE PIASTEA IN LEDNICA

GROBY Z BIŻUTERIĄ
WCZESNOŚREDNIOWIECZNEGO
CMENTARZYSKA W DZIEKANOWICACH

Tom 1

GRAVES
WITH JEWELLERY
FROM THE EARLY MEDIEVAL
CEMETERY IN DZIEKANOWICE

Redakcja
Jacek WRZESIŃSKI

LEDNICA 2019

BIBLIOTEKA STUDIÓW LEDNICKICH, t. XXXIX, seria B1
FONTES
tom 8:1

Komitet redakcyjny serii:

Andrzej M. Wyrwa (redaktor naczelny), Jarosław Jarzewicz (z-ca redaktora naczelnego),
Wojciech Chudziak, Janusz Górecki, Jan Święch, Jacek Wrześniński,
Paweł Sankiewicz (sekretarz)

Recenzenci: prof. dr hab. Hanna Kóćka-Krenz,
prof. dr hab. Władysław Duczko

Tłumaczenia: Agnieszka Tokarczuk

Fotografie: Olga Antowska-Gorączniak, Mariola Józwickowska,
Piotr Namiota, Tomasz Purowski, Jarosław Strobin,
Małgorzata Szczepaniak, Jacek Wrześniński

Rysownicy: Dorota Jagłowska, Jolenta Kędelska,
Marian Łomnicki, Tomasz Purowski

Opracowanie tablic do katalogu: Tomasz Kasprowicz

Projekt okładki: Wojciech Kujawa

Przygotowanie redakcyjne: Roman Bąk, Justyna Nowaczyk

Druk i oprawa:

Drukarnia Biały Kruk Milewscy
ul. Tygrysia 50, Sobolewo,
15-509 Białystok

ISSN 1732-5471

ISSN 2083-0920

ISBN 978-83-61371-84-7

ISBN 978-83-61371-85-4

Wydanie książki dofinansowano ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego
pochodzących z Funduszu Promocji Kultury

Ministerstwo
Kultury
i Dziedzictwa
Narodowego.



NARODOWY INSTYTUT
DZIEDZICTWA
NATIONAL HERITAGE BOARD OF POLAND

Wydawca:



MUZEM
PIERWSZYCH PIASTÓW
NA LEDNICY



INSTYTUCJA KULTURY
SAMORZĄDU WOJEWÓDZTWA
WIELKOPOLSKIEGO

Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy z siedzibą w Dziekanowicach, 62-261 Lednogóra
tel. 61 427 50 10; fax 61 427 50 20; e-mail: sekretariat@lednica.pl

© Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy i autorzy 2019

SPIS TREŚCI CONTENTS

TOM 1
VOLUME 1

<i>Sacrum i profanum śmierci w perspektywie wczesnośredniowiecznej nekropolii w Dziekanowicach (stan. 22). Przedmowa (Andrzej Marek Wyrwa)</i>	7
<i>Sacrum and profanum of death in the context of the early medieval cemetery in Dziekanowice (site 22). Preface (Andrzej Marek Wyrwa)</i>	11
Jacek Wrzeński <i>Bizuteria pochowanych w grobach cmentarzyska w Dziekanowicach</i> <i>Jewellery of the dead buried in graves at the cemetery in Dziekanowice</i>	13
KATALOG ŹRÓDEŁ (<i>Catalogue of Artefacts</i>)	93
Małgorzata Szczepaniak <i>Zróżnicowanie mineralogiczne i chemiczne paciorków z kamieni półszlachetnych i szkła z obszaru wczesnośredniowiecznej nekropolii w Dziekanowicach ...</i> <i>Mineralogical and chemical diversity of beads made of semi-precious stones and glass from the early medieval cemetery in Dziekanowice</i>	195 235
Maria Dekówna, Tomasz Purowski <i>Bizuteria szklana z cmentarzyska w Dziekanowicach</i> <i>Glass jewellery from the Dziekanowice cemetery</i>	237 358
Tomasz Purowski <i>Katalog biżuterii szklanej</i> <i>Catalogue of Glass Jewellery</i>	361 363
<i>Uwagi końcowe (Jacek Wrzeński)</i>	519
<i>Final remarks (Jacek Wrzeński)</i>	529
Wykaz cytowanej literatury (<i>References</i>)	533

BIZUTERIA SZKLANA Z CMENTARZYSKA W DZIEKANOWICACH

1. WSTĘP

Zespół ozdób szklanych odkrytych na cmentarzysku wczesnośredniowiecznym w Dziekanowicach składa się głównie z paciorków; tylko dwa okazy reprezentują inne kategorie wyrobów szklanych. Są to: wstawka („oczko”), która była umieszczona w brązowym pierścionku nr inw. 70/13, odkrytym w grobie 47/13 oraz pierścionek, nr inw. 236/95, z grobu 99/95.

Obecnie zespół ten liczy ponad 500 przedmiotów. Dokładnej ich liczby nie można podać, gdyż wiele paciorków zachowało się w bardzo złym stanie – w postaci drobnych ułamków skorodowanego szkła, a nawet „piasku”. Szkło innych jest w różnym stopniu odszklone i rozsypuje się. Tylko stosunkowo nieliczne odznaczają się dobrym stanem zachowania zarówno samego przedmiotu, jak i szkła. Szczegółowy opis znalezisk z tego tworzywa wchodzących w skład wyposażenia grobów w Dziekanowicach, znajduje się w *Katalogu...* przygotowanym przez Tomasza Purowskiego (w tym tomie), umieszczonym po niniejszym opracowaniu¹.

Został zbadany skład chemiczny szkła 37 przedmiotów (35 paciorków, wstawki do pierścionka metalowego oraz pierścionka). W przypadku paciorków, do analizy wybrano okazy różniące się techniką wykonania, formą, barwą i przezroczystością szkła oraz chronologią. Szkło czterech przedmiotów przeanalizowano dwukrotnie, dwoma różnymi metodami. Badania archeometryczne szkła wykonano bowiem następującymi metodami: EPMA (Electron Probe Micro-Analysis – mikroanaliza rentgenowska) oraz LA-ICP-MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – spektroskopia mas z jonizacją próbki w plazmie indukcyjnie sprzężonej po ablacji laserowej) (zob. opis dalej)². W ramach pierwszej z nich, w czterech przypadkach zarejestrowano metodą EDS widmo inkluzji barwnika lub składnika mączącego szkło (paciorki nry inw. 142/05, 84/05, 102/06, 142/05), a w trzech – warstwy metalicznej (paciorki nry inw. 172:3/97, 54/99, 62/01). Łącznie wspomnianymi metodami przeanalizowano szkło 44 elementów badanych okazów (osnowa, ornament, warstwy wewnętrzne i zewnętrzne szkła paciorków ze szkła dwuwarstwowego) oraz w trzech – warstwy metaliczne. Każda próbka analizowana metodą mikroanalizy rentgenowskiej (EPMA) była badana najczęściej w trzech do sześciu (wyjątkowo dwóch) punktach na obecność 23-25 składników (139 analiz). Wiele tlenków nie wykryto, ponieważ albo ich nie było, albo występują w małym stężeniu, poniżej poziomu wykrywalności metody. Niestety,

¹ Maria Dekówna jest autorką jego części analityczno-interpretacyjnej oraz Tabel 1, 3 i 15, a Tomasz Purowski pilotował prace dotyczące badań archeometrycznych szkła przedmiotów będących tematem niniejszego artykułu, przygotował tabele z ilościowymi wynikami analiz oraz z proporcjami, różnicami i sumami głównych składników szklotwórczych w szkłe owych przedmiotów, wykonał zdjęcia fotograficzne zabytków szklanych, przygotował do druku pozostałe materiały ilustracyjne oraz wykonał różne prace techniczne.

² Analizy wykonali: metodą EPMA – dr Petras Jokubauskas oraz dr Beata Marciniak-Maliszewska w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Mineralów i Substancji Syntetycznych Instytutu Geochemii, Mineralogii i Petrologii Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, metodą LA-ICP-MS – mgr Luiza Kępa oraz dr hab. Barbara Wagner w Interdyscyplinarnym Laboratorium Badań Archeometrycznych znajdującym się w Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego. W badaniach EPMA używane były dwie mikrosondy elektronowe: SXFiveFE i SX-100 firmy Cameca (Ametek inc.), natomiast w przypadku LA-ICP-MS zastosowany został spektrometr ICP-MS NexION 300D firmy PerkinElmer sprzężony z układem do ablacji laserowej LSX-213 firmy CETAC (USA).

wadą EPMA jest poziom wykrywalności pierwiastków uniemożliwiający oznaczenie pierwiastków śladowych, a także niektórych innych. W sumie wykonano 146 analiz (139 + 7). Obszary, w których przeprowadzone były analizy, dokumentowano jako obrazy BSE (Backscattered Electrons). Drugą z technik (LA-ICP-MS) określono zawartość 53 składników (w tym wielu występujących w bardzo małych ilościach) w dwunastu próbkach. Każda z próbek była badana w trzech miejscach (czyli wykonano 36 analiz). Obiema metodami wykonano łącznie 182 analizy.

Metoda EPMA „...polega na pomiarze charakterystycznego (dla każdego pierwiastka) promieniowania rentgenowskiego (RTG), emitowanego w trakcie bombardowania powierzchni badanego obiektu wiązką wysokoenergetycznych elektronów. Część elektronów wiązki pierwotnej nie wywołuje wtórne go promieniowania RTG, ponieważ są one absorbowane przez materiał próbki, albo wstecznie rozpraszane. Wysokoenergetyczne elektrony, które po nieokreślonej liczbie elastycznych interakcji z atomami w sferze przypowierzchniowej próbki są wstecznie rozpraszane, rejestrowane są za pomocą detektora BSE (Backscattered Electrons). Im większa gęstość materiału (dominuje efekt średniej masy atomowej), tym takich elektronów będzie więcej (a mniej elektronów absorbowanych). Efekt ten, w połączeniu z trybem skanowania powierzchni próbki wiązką elektronową, pozwala uzyskać obrazy BSE, czyli obrazy gęstości/średniej masy atomowej.

Mikrosonda elektronowa – urządzenie do wykonywania analiz EPMA, pozwala skupić strumień elektronów do punktu o średnicy około 1 μm . Umożliwia to rejestrację charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego pochodzącego z bardzo niewielkiego obszaru. Pomiar promieniowania charakterystycznego w mikrosondzie elektronowej, za pomocą odpowiednich detektorów, może odbywać się na dwa sposoby: metodą EDS (Energy Dispersive Spectrometry) – rejestracja całego widma energetycznego RTG, oraz metodą WDS (Wavelength Dispersive Spectrometry) – rejestracja wyselekcjonowanego, wąskiego fragmentu widma RTG za pomocą dyfrakcji na kryształach o znanych parametrach krystalograficznych. Metoda EDS jest odpowiednia do szybkiej identyfikacji pierwiastków występujących w badanym materiale (analiza jakościowa)³, natomiast metoda WDS – do bardzo dokładnego pomiaru składu chemicznego (analiza ilościowa, wymaga preselekcji mierzonych pierwiastków)” (JOKUBAUSKAS, MARCINIAK-MALISZEWSKA 2018).

Metoda LA-ICP-MS „...charakteryzuje się wysoką czułością oraz niskimi granicami wykrywalności większości pierwiastków. Jest obecnie szeroko wykorzystywana podczas pomiarów zawartości zarówno pierwiastków głównych, jak i śladowych w próbkach stałych.

Ablacja laserowa powoduje wyrwanie materiału bezpośrednio z powierzchni próbki i utworzenie aerozolu w gazie nośnym (Ar). Uzyskany aerozol wprowadzany jest do plazmy argonowej, w której następuje jonizacja atomów poszczególnych pierwiastków obecnych w materiale pobranym z próbki. Zasada działania spektrometru mas polega na wytworzeniu jonów, które następnie są rozdzielane pod kątem stosunku masy do ładunku (m/z). Intensywność rejestrowanych sygnałów dla poszczególnych m/z odzwierciedla zawartość danego izotopu w próbce i może być wykorzystana do przeliczania zawartości pierwiastków w badanych obiektach” (KEPA, WAGNER 2019).

Wyniki analiz wykonanych metodą EPMA przedstawiono w sposób dwojaki: 1. rezultaty analiz każdej z próbek uśredniono; te dane zamieszczono w Tabelach 2; 4; 9; 11; 13; 16; 22; 24; 27; 30; 31 i 33; 2. wyniki punktowych badań przeprowadzonych w różnych miejscach analizowanych próbek, a więc rezultaty 136 analiz przedstawiono w Tabeli 36. Z danych tych wyliczono wspomniane średnie. Rezultaty analiz wykonanych metodą LA-ICP-MS, już uśrednione, podano w Tabelach 5; 7; 12; 18; 20; 25 i 28.

Klasyfikację składu chemicznego szkła oparto na kryteriach liczbowych od dawna stosowanych przez badaczy, między innymi polskich. Są to: 3% stężenie Na_2O , 1,3% ilości K_2O oraz proporcje $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O} = 13 : 1$, a także stężenie $\text{Al}_2\text{O}_3 > 2\%$, $\text{MgO} > 2\%$, $\text{PbO} > 3\%$. Dolna granica CaO dla szkielek sodowych wynosi $> 3\%$. Kryteriami wyróżniania wśród szkielek ołowiowych odmian i typów chemicznych są: Na_2O jeśli jego udział w szkle wynosi $> 2\%$ i/lub $\text{K}_2\text{O} > 2\%$ oraz $\text{Al}_2\text{O}_3 > 2\%$; jeśli chodzi o tlenki wapnia

³ W analizowanym materiale metodą EDS badano przede wszystkim różnej wielkości inkluzje (np. barwnika czy ziarna kwarcu) oraz warstwę metaliczną widoczną na obrazach BSE paciorków z dwuwarstwowego szkła.

i magnezu, to w szklach ołowiowych alkalicznych kryterium takie stanowią następujące ich zawartości: $\text{CaO} > 2\%$ i $\text{MgO} > 2\%$, a w szklach ołowiowych bezalkalicznych – ich suma $> 1,4\%$ (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a-b, gdzie kwestie te są omówione nieco szerzej i podana jest odpowiednia literatura).

Na podstawie wymienionych danych wydziela się rodzaje, a w ich ramach odmiany i typy chemiczne szkła. W zbiorze z cmentarzyska dziekanowickiego stwierdzono obecność szkieł dwóch rodzajów: sodowego i ołowiowego, a w obrębie każdego z nich – obu ich odmian. Wyróżnione wśród nich typy chemiczne szkła zostały poddane kolejnym zabiegom badawczym polegającym na obliczeniu proporcji, różnic i sum głównych składników szklotwórczych. Zostały one wyliczone z uśrednionych wyników analiz wykonanych obiema wymienionymi wyżej metodami. Stanowią przesłankę do zrekonstruowania receptur i zabiegów technologicznych zastosowanych do wyrobu szkła badanych przedmiotów. Posługując się materiałem porównawczym przetworzonym według tych samych zasad, próbujemy znaleźć źródła (ośrodki) pochodzenia szkła, z którego wykonano omawiane ozdoby.

Ponieważ badaniom składu chemicznego szkła poddano tylko niecałe 7% zbioru ozdób szklanych z cmentarzyska w Dziekanowicach, to nie może on stanowić podstawy usystematyzowania tego zbioru, jakkolwiek jest ważnym źródłem informacji w studiach nad technologią wyrobu i pochodzeniem owych ozdób. Jako zasadę podziału przyjęto więc technikę ich wykonania. Określono ją na podstawie badań struktury szkła (pozostałości produkcyjnych, wad masy szklanej) obserwowanej gołym okiem i za pomocą szkła trzykrotnie powiększającego oraz mikroskopu piórowego o parametrach $16x \leftrightarrow 32x$. Technika wykonania jest cechą wskazującą na miejsce (rejon, ośrodek) produkcji badanego przedmiotu. W przypadku jego wyrobu z importowanego surowca szklanego lub półfabrykatów, to sposób jego wykonania (będący odzwierciedleniem tradycji i nawyków produkcyjnych wytwórcy oraz panujących w danym rejonie/ośrodku) może stanowić przesłankę do określenia jego pochodzenia (DEKÓWNA 1980:33).

Ozdoby szklane z badań cmentarzyska w Dziekanowicach prowadzonych w latach 1992, 1993-1998 opisał Jerzy Olczak. Opisy te są uzupełnione danymi dotyczącymi kontekstu znaleziskowego omawianych okazów oraz ich rysunkami. Autor dokonał też weryfikacji znalezisk pod kątem rodzaju materiału wykorzystanego do wyrobu owych przedmiotów: wydzielił egzemplarze wykonane z gliny (OLCZAK 1998). Opracowanie to nie zostało opublikowane⁴. Zawarte w nim niektóre informacje, zwłaszcza dotyczące paciorków szklanych, które w 2019 r. zachowały się w o wiele gorszym stanie niż w 1998 r., uwzględniamy w naszym opracowaniu, powołując się na pracę J. Olczaka. Ponieważ w ciągu ponad 20 lat, które upłynęły od złożenia maszynopisu przez tego badacza, zwiększył się zasób technik badawczych i możliwości ich wykorzystania oraz opublikowano rozbudowane zasady opisu przedmiotów szklanych (np. *Principes...* 2002) można było poszerzyć liczbę zaobserwowanych cech i wzbogacić opisy owych ozdób w stosunku do tych zawartych w opracowaniu J. Olczaka.

2. ANALIZA MATERIAŁU

2.1. PACIORKI

W zbiorze paciorków szklanych z cmentarzyska w Dziekanowicach wyróżniono okazy wytworzone prawdopodobnie czterema technikami: 1. wyciągania (obie jej odmiany) – reprezentowaną przez 3 egzemplarze; 2. nawijania (również obie jej odmiany); paciorki zrobione tym sposobem stanowią bardzo liczną grupę w zbiorze; 3. prawdopodobnie spiekania (2 okazy); 4. wycinania paciorka z kawałka szkła? (4 okazy).

Odrębną, bardzo liczną grupę tworzą paciorki, których stan zachowania nie pozwala na określenie techniki ich wyrobu, a w przypadku niektórych egzemplarzy nawet ich formy. Ze względu na silne zniszczenie szkła (korozja, odszklenie, „rozsypany się”) wielu okazów niemożliwe jest zaobserwowanie śladów produkcji i wad szkła, będących świadectwem zastosowania sposobu wykonania bada-

⁴ Przechowywane jest w Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy i zostało nam uprzejmie udostępnione przez Panią mgr Annę Wrzesińską.

nego przedmiotu (zob. Purowski w tym tomie). Niekiedy próbowaliśmy określić sposób ich wyrobu na podstawie przesłanek pośrednich (zob. dalej).

Uporządkowany – według wymienionego wyżej kryterium – zbiór paciorków szklanych wchodzących w skład wyposażenia grobów cmentarzyska w Dziekanowicach przedstawiamy w Tabeli 1. Podane w niej informacje o chronologii zespołów zaczerpnięte są z dokumentacji udostępnionej nam przez badaczy cmentarzyska, zestawienie głównych cech paciorków wymienionych w tabeli jest na ogół powtórzeniem tych danych znajdujących się w *Katalogu...* (Purowski w tym tomie), natomiast oznaczenia antropologiczne zamieszczone w rubryce 10 cytujemy według *Katalogu źródeł* (Wrzeński w tym tomie)⁶.

Opisy omawianych przedmiotów zamieszczone w tekście niniejszego opracowania ograniczone są do ogólnych o nich informacji. Jak wyżej wspomniano, szczegółowe ich opisy oraz dane metryczne znajdują się w *Katalogu...* (Purowski w tym tomie).

2.1.1. Paciorki zrobione techniką wyciągania

Na cmentarzysku w Dziekanowicach odkryto trzy okazy, z których jednak przynależność do tej grupy dwóch jest prawdopodobna, a tylko jednego – pewna.

Paciorki takie były wyrabiane z rurki szklanej, która mogła być wytwarzana różnymi sposobami: a – przez rozciągnięcie między dwoma metalowymi prętami bańki szklanej lub grudki szkła zawierającej pęcherzyk gazowy; b – grudkę szkła przekłuwano specjalnym narzędziem mającym w przekroju kształt okrągły lub kwadratowy oraz koniec zaokrąglony w formie półksiężyca. Szkło po przekłuciu było owijane wokół narzędzia, a następnie rozciągane w rurkę. Po rozcięciu rurek paciorki były obtaczane w specjalnym bębnie w celu wygładzenia powierzchni; c – z wyciągniętej płytki szklanej lub pałeczki, bądź z dwóch-trzech takich płytek albo pałeczek; d – na pręt nabierano stopione szkło, obracając ruchem wirowym pręt, nawijano nań spływające szkło i powstała w ten sposób rurkę wyciągano. W szkłe paciorków produkowanych techniką wyciągania występują elipsoidalne pęcherze gazowe i kapilary, których dłuższe osie układają się równolegle w stosunku do kanalika, a na powierzchniach widoczne są liczne ciągi. W okazach zrobionych z rurek, które produkowano sposobem *c*, można czasem zauważyć szew (szwy), a sposobami *b* i *c* – na ich powierzchniach przyotworowych – pęcherze elipsoidalne, których dłuższe osie biegną koncentrycznie wokół otworu kanalika. Rurki dzielono na odcinki, otrzymując paciorki cylindryczne lub w formie wycinka środkowej części kuli (odmiana 1) bądź rozcinano je i kształtowano specjalnymi szczypcami – w wyniku tego zabiegu uzyskiwano okazy składające się z kulistopodobnych (częściej – wycinków kuli), czasem cylindrycznopodobnych, korpusów i wąskich szyjek, jedno- bądź wielosegmentowe (odmiana 2) (nieco więcej na ten temat zob. DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:101, 104, gdzie krótki przegląd poglądów dotyczących tych kwestii oraz podana literatura).

2.1.1.1. Odmiana 1

Oprócz wymienionych wyżej cech struktury szkła paciorków wykonanych sposobem wyciągania, charakteryzujących okazy obu odmian, paciorki odmiany 1 odznaczają się ponadto specyficznym ukształtowaniem końców: niektóre z nich mają obie powierzchnie przyotworowe płaskie, ich końce obcięte są równo lub skośnie, co świadczy, że zostały one odcięte od dalszych części rurek, a w innych tylko jedna z powierzchni ma taki wygląd, natomiast drugi koniec jest zaokrąglony i obtopiony. Badacze różnie interpretują tę ostatnią cechę; współautorka niniejszego opracowania jest zdania, że jest to koniec rurki (por. DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:104-105).

⁵ Komentarze do pojawiających się w kilku przypadkach różnic w interpretacji niektórych danych między wnioskami sformułowanymi w *Katalogu*, a tymi przedstawionymi w niniejszym opracowaniu, znajdują się w dalszych podrozdziałach tego ostatniego.

⁶ Zmieniamy jednak pisownię jednego z używanych tam terminów: chodzi o termin *iuvenis*, który zgodnie z ortografią obowiązującą w klasycznym języku łacińskim piszemy przez „i” (por. uwagi w tej sprawie T. MALINOWSKIEGO 2017:155-156).



Ryc. 1. Przedmioty szklane badane fizykochemicznie. Numery pod przedmiotami oznaczają nr inwentarza, a nad nimi – nr analizy. Fot. T. Purowski

Fig. 1. Glass artefacts subjected to physicochemical analysis. The numbers under the specimens indicate inventory number, and above them, number of analysis. Photo T. Purowski

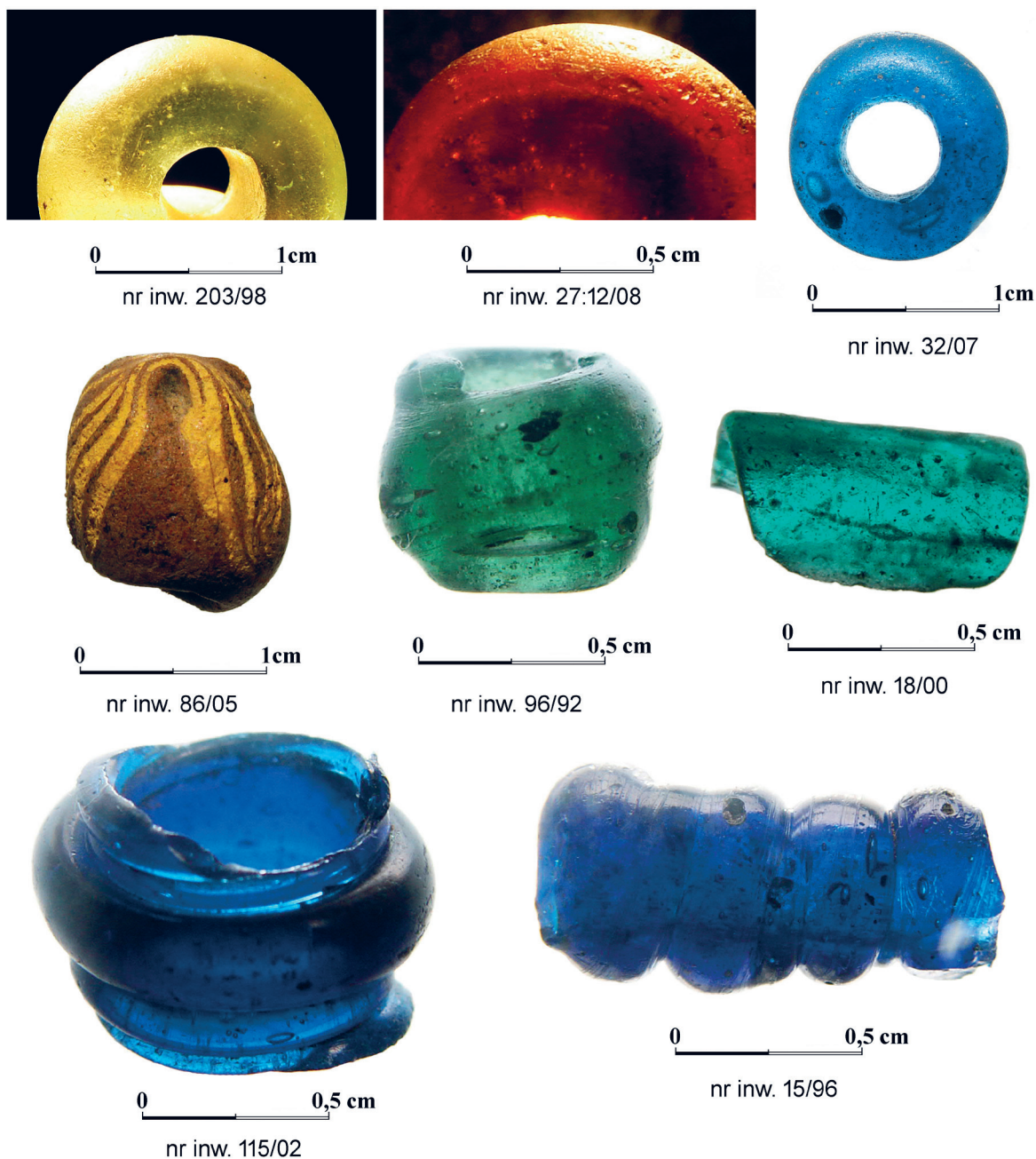


Ryc. 2. Przedmioty szklane badane fizykochemicznie. Numery pod przedmiotami oznaczają nr inwentarza, a nad nimi – nr analizy. Fot. T. Purowski

Fig. 2. Glass artefacts subjected to physicochemical analysis. The numbers under the specimens indicate inventory number, and above them, number of analysis. Photo T. Purowski

Na cmentarzysku w Dziekanowicach odmianę tę reprezentują prawdopodobnie 2 okazy zachowane w postaci małych ułamków i z tego powodu trudno jest jednoznacznie stwierdzić ich przynależność do tej odmiany. Są to fragmenty paciorków nry inw. 33/93 i 18/00.

Pierwszy z nich został znaleziony w warstwie II, której chronologia określona jest na XI w. Miał kształt zbliżony przypuszczalnie do wycinka środkowej części kuli, zrobiony jest z opakowego czerwonego szkła, elementy struktury szkła widoczne w przełamie (zob. opis w *Katalogu...*, Purowski w tym tomie, Ryc. 16: warstwa II:33/96) wskazywałyby na wykonanie go sposobem wyciągania, a zachowany



Ryc. 3. Wady masy szklanej i ślady produkcyjne w szkle i na powierzchni paciorków z Dziekanowice. Nr inw. 203/98 (grób 54/98) – spiralna smuga złożona z pęcherzy gazowych; nr inw. 27:12/08 (grób nr 51/08) – spiralna smuga złożona z pęcherzy gazowych; nr inw. 32/07 (grób 30/07) – pęcherze elipsoidalne; nr inw. 86/05 (grób nr 62/05) – ślad po przeciągnięciu nitki ornamentu; nr inw. 96/92 (warstwa II/92) – niezatopiony koniec szklanej nitki, ślady zwijania, pęcherze elipsoidalne oraz rysy na powierzchni zewnętrznej paciorka; nr inw. 18/00 (grób nr 7/00) – pęcherz elipsoidalny; nr inw. 115/02 (warstwa II₁) – ślady zwijania, pęcherz elipsoidalny; nr inw. 15/96 (obiekt VIII/95) – nitka łącząca korpusy, pęcherze elipsoidalne oraz rysy na powierzchni zewnętrznej paciorka. Fot. T. Purowski

Fig. 3. Faults in the glass mass and production traces in glass and on the surface of beads from Dziekanowice. Inv. no. 203/98 (grave 54/98) – spiral streak of gas bubbles; inv. no. 27:12/08 (grave 51/08) – spiral streak of gas bubbles; inv. no. 32/07 (grave 30/07) – ellipsoidal bubbles; inv. no. 86/05 (grave no. 62/05) – trace after pulling-up the ornamental threads; inv. no. 96/92 (layer II) – end of the glass thread, not melted in, traces of winding, ellipsoidal bubbles and scratches on the outer surface of the bead; inv. no. 18/00 (grave 7/00) – ellipsoidal bubble; inv. no. 115/02 (layer II₁) – traces of winding, ellipsoidal bubble; inv. no. 15/96 (feature VIII/95) – thread connecting the bodies, ellipsoidal bubbles and scratches on the outer surface of the bead. Photo T. Purowski

fragment zaokrąglonego końca – że był to koniec rurki. Nie ma możliwości określenia, jakim sposobem była wykonana rurka. Skład chemiczny szkła tego paciorka nie był badany.

Jego cechy zewnętrzne świadczyłyby, że jest on częścią okazu należącego do typu paciorków określanych mianem „siekanego bisieru”, do jego dość rzadko spotykanej odmiany, obejmującej okazy z czerwonego szkła. Paciorki takie wystąpiły w znacznej liczbie na wczesnośredniowiecznym cmentarzysku w Bodzi, głównie w jednym grobie – grobie nr E 864/II datowanym na 2 poł. X lub X/XI w. bądź na lata po 1005 r. (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:157-160, ryc. 2.5.1., zwłaszcza ryc. 2.5.1.f). Różnią się jednak od okazu z Dziekanowic stopniem przezroczystości szkła, są zrobione ze szkła wyraźnie przejrzystego.

Analiza składu chemicznego szkła dwóch paciorków z Bodzi wykazała, że były one zrobione ze szkła sodowego drugiej odmiany (wytopionego z zestawu, do którego surowiec sodowy został wprowadzony w postaci popiołu roślin bogatych w sód), typu sodowo-potasowo-wapniowo-magnezowo-glinowo-krzemowego. Wyroby ze szkła tego typu były we wczesnym średniowieczu rozpowszechnione na wielu obszarach. Rozważania na temat pochodzenia paciorków znalezionych w Bodzi podsumowano przypuszczeniem, że należałoby je wiązać prawdopodobnie z ośrodkami wschodnimi (mużułmańskimi?, bizantyńskimi?). Istniejące dane nie pozwalają jednak na zlokalizowanie ośrodków produkujących paciorki tej odmiany ani na określenie czasu ich wyprodukowania (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:160, tabela 3.5.2.:1-4).

Okazy bisieru z czerwonego nieprzezroczystego (opakowego?) szkła spotykane są sporadycznie na terenie Rusi północnej, w zespołach z X-XI w. (ZAHAROV, KUZINA 2008:175-176, tablica 71, ryc. 165:38-41). Natomiast znacznie liczniej występują na terytorium Europy Wschodniej na stanowiskach o chronologii wcześniejszej, np. z okresu Wędrówek Ludów. W zespołach z końca IV–początku VI w. w rejonie górnego Donu znana jest duża liczba okazów z opakowego czerwonego szkła wykonanych zarówno techniką wyciągania (bisier, paciorki segmentowe), jak i nawijania (RUMÂNCEVA 2015a:120-121, ryc. 2:13-15, 21-24). Również licznie spotykane są w Afryce Północnowschodniej; w zespołach z lat 200-500 występują okazy typu bisieru, jak i segmentowe, wykonane ze szkła sodowego pierwszej odmiany (to jest wytopionego na sodzie mineralnej – natronie), sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowego i sodowo-olowiowo-wapniowo-krzemowego (THEN-OBLUSKA, WAGNER 2019:193, 204, 253, 264, ryc. SJE 08, 41, 416, MNW 02, tablica 4 oraz tabela 5-3: SJE 08, 41A). Analogie te dzieli zbyt duża różnica czasowa od okazu z Dziekanowic, by mogły być pomocne w poszukiwaniu miejsca i czasu wyrobu paciorka, którego fragment znalazł się na cmentarzysku dziekanowickim. Co prawda, znane są fakty pojawiania się w zespołach wczesnośredniowiecznych paciorków o znacznie starszej chronologii (zob. KURASIŃSKI, PUROWSKI, SKÓRA [2010] 2015:140-142; PUROWSKI, NOWAK [2010] 2015), ale w przypadku omawianej odmiany tych ozdób wydaje się – biorąc pod uwagę wspomniane wyżej znaleziska z Rusi – że należy brać pod uwagę raczej możliwość kontynuacji ich produkcji w późniejszych fazach wczesnego średniowiecza w bliżej nieokreślonych ośrodkach wschodnich. Jeśli chodzi o okaz z Dziekanowic, to ponieważ nie jest znany jego skład szkła, kwestia jego pochodzenia musi pozostać otwarta.

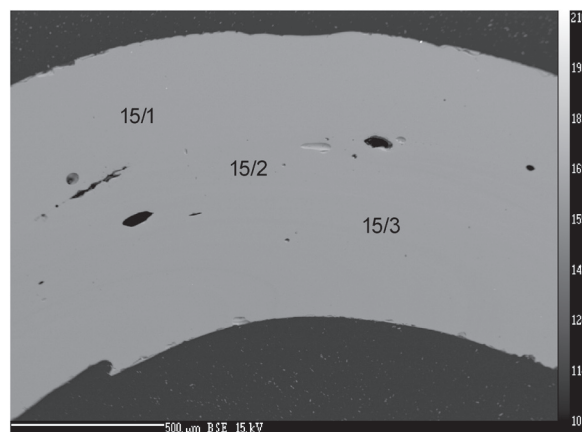
Drugi ułamek (około 1/3 całości) paciorka, nr inw. 18/00, pochodzi z grobu 7/00 datowanego na XI-XII w. (Ryc. 1:18/00; Purowski w tym tomie, Ryc. 9:18/00). Zrobiony jest ze szkła wyraźnie przejrzystego jasnozielonego. Elementy struktury szkła – elipsoidalne pęcherze gazowe: jeden duży biegnący wzdłuż całej jego długości oraz liczne małe ułożone równoległe do kanalika (Ryc. 3:18/00) wyraźnie świadczą, że został on zrobiony techniką wyciągania. Zachował się tylko częściowo, a więc nie można prześledzić śladów produkcyjnych w szkłe na całym jego obwodzie, lecz jego dość szeroki kanalik (0,30 cm; Purowski w tym tomie), a zwłaszcza cienka ścianka (0,13-0,11 cm) wskazują, że mógł być wykonany sposobem *a*, zaś kształt cylindryczny, rurkowaty – że reprezentuje paciorki o dość rzadko spotykanej wśród okazów produkowanych techniką wyciągania, rurkowatej formie. Jego krawędzie przyotworowe są obtopione, a więc inaczej wykończone niż w paciorkach typu bisieru.

Został wykonany ze szkła dobrze wytopionego (Ryc. 4), sodowego pierwszej odmiany (z zestawu zawierającego surowiec sodowy w postaci sody mineralnej), typu sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowego, $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, barwionego tlenkami żelaza i miedzi, które dostały się do niego (zwłaszcza pierwszy z tych składników) najprawdopodobniej z piaskiem (Tabela 2). Szkła tego typu znane były w okresach starożytnym i rzymskim na terenie Europy i Bliskiego Wschodu (DEKÓWNA

2018:135, gdzie podana literatura); należą do najczęściej występujących w okresie rzymskim; były wytapiane według tzw. antycznej recepty. Niektórzy badacze uważają je za typowe dla szklarstwa „rzymskiego” i wczesnobizantyńskiego (zob. np. ANDRESCU-TREADGOLD, HENDERSON 2009:411). Rozpowszechnione były też w czasach późniejszych, mniej więcej do IX-X w. na różnych obszarach (DEKÓWNA 1980:19-20, tabele 15; 16; 42; 54; 56). Były wytwarzane w pracowniach m.in. Bliskiego Wschodu, Egiptu oraz Europy południowej. Na dwóch pierwszych z wymienionych obszarów działały nieliczne huty produkujące w IV-VIII w. w znacznych ilościach szkło sodowe surowe, m.in. eksportujące je na inne obszary, lecz istniały tu także pracownie przetwórcze (np. FREESTONE, GORIN-ROSEN, HUGHES 2000:65-74, tabela 2; w pracy tej podana starsza literatura; zob. też FREESTONE 2003:112).

Rozpatrując proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych⁷ w szkłe omawianego okazu i w szklach znalezionych na innych stanowiskach, stwierdzamy, że największa liczba analogicznych do szkła paciorka nr inw. 18/00 cech technologicznych występuje w szklach pradziejowych, a w szklach z następnymi okresami liczba analogii stopniowo maleje. I tak, szkło niektórych paciorków z Wiciny (HaD) wykazuje w zasadzie identyczne cechy jak szkło okazu z Dziekanowic (Tabela 3:1, 2, 3), nieco mniej, ale też sporo – szkła z Grecji (około 340 r. p.n.e.) i „Etrurii” (HaD; Tabela 3:4, 5) W okresie halsztackim nie była znana technika wyciągania; paciorki wykonane ze szkła $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ były zrobione sposobem nawijania. Okazy wymienione w Tabeli 3, T. Purowski uznaje za wyprodukowane ze szkła wytopionego w hutach wschodnio-nadśródziemnomorskich (PUROWSKI i in. 2012:157, 163). Zwraca uwagę fakt, że przez cały czas występowania wyrobów ze szkła omawianego typu chemicznego wykazującego analogie w zakresie cech technologicznych do tworzywa paciorka z Dziekanowic, powtarzają się w szklach z różnych okresów: pradziejowych, rzymskiego i wczesnośredniowiecznego podobne, a w niektórych przypadkach takie same cechy recepturalne, a więc proporcje składników piasku zarówno wapiennego, jak i pozbawionego surowca wapniowo-magnezowego, do surowca alkalicznego oraz relacje surowca alkalicznego do wapieniowo-magnezowego ($[\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3]/[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]$, $[\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3]/[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]$, $[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]/[\text{CaO}+\text{MgO}]$; Tabela 3:1-14). W szklach z okresów rzymskiego i wczesnośredniowiecznego rzadziej występują analogie w zakresie tej ostatniej proporcji ($[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]/[\text{CaO}+\text{MgO}]$) jakkolwiek w przeważającej liczbie szkiele kształtuje się ona na ogół niewiele powyżej wartości 2 (Tabela 3:6-7, 9-14). Dane te potwierdzają panującą w literaturze przedmiotu opinię, że receptura wyrobu szkiele $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ była prawie niezmiennie stosowana przez bardzo długi czas (zob. też Tabela 3:11-14).

Natomiast jeśli chodzi o główne surowce szklotwórcze, to nie obserwujemy już takiej regularności. Jak wynika z charakterystyki surowca alkalicznego ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ i $\text{K}_2\text{O}/[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}] \times 100\%$) oraz piasku ($\text{SiO}_2/[\text{CaO}+\text{MgO}]$) do wytopu szkła paciorka z Dziekanowic użyto tego rodzaju surowców (piasek, soda) pochodzących – jak się wydaje – z tych samych źródeł, z których czerpali je szklarze w okresie halsztackim (Tabela 3:1-3, 5), a nie z tych, które były wykorzystywane (może tylko w niektórych ośrodkach) w okresach późniejszych (Tabela 3:6-14).



Ryc. 4. Obraz BSE szkła paciorka nr 18/00. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:56-58). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski
Fig. 4. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass bead inv. no. 18/00. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36: 56-58). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

⁷ Zasady przeprowadzania badań na podstawie tego rodzaju danych były przedstawione w pracach M. Dekówny (1975:186 nn.; 1980: 46nn. i *passim*).

Tabela 1. Dziekanowice, stan. 22. Zestawienie znalezisk paciorków szklanych z cmentarzyska***Table 1.** Dziekanowice, site 22. Glass beads from the cemetery*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chronologia zespołu	Technika wykonania Numer i rodzaj obiektu	Wyciągania		Nawijania		Spiekania	Wycinania z kawałka zastygłego szkła (?)	Nie można określić	Uwagi
		rurka ze szkła jednowarstwowego	rurka ze szkła dwuwarstwowego	jednowarstwowe	dwuwarstwowe				
		cięta na proste odcinki	paciorki segmentowe z metalową folią						
X/XI w.	grób 47/94			nr inw. 160/94 zbliżony do sześcianu z zaokrąglonymi krawędziami bocznymi, zdobiony pojedynczymi rombami na każdym boku					<p>pleć: kobieta</p> <p>wiek: <i>adultus</i> (ok. 30 lat)</p> <p>ryc. 1 (160/94; 161/94)</p> <p>Purowski, ryc. 1</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 160/94, 161/94 – tabele 24:1; 25 (analizy 02/1-3; 31a, b)</p>
	grób 64/94 (na opasce – 4 egz.)			<p>nr inw. 195/94 dwustożkowy</p> <p>nr inw. 196/94 stożkowy</p> <p>nr inw. 203/94 wyc. kuli, prawie cały</p>				nr inw. 190/94 wyc. kuli lub kulisty, silna korozja	<p>pleć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans I</i> (ok. 5-7 lat)</p> <p>ryc. 2 (195/94)</p> <p>Purowski, ryc. 2</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 195/94 – tabela 20 (analiza 32a)</p> <p>Wrzesiński 1995: 211-212</p>

* W Tabeli zastosowano następujące skróty: b. – bardzo; egz. – egzemplarz (e); met. – metalowa; ok. – około; orn. – ornament; pac. – paciorek; ryc. – rycina; wyc. – wycinek; w-wa – warstwa; zach. – zachował się, zachowany; zewn. – zewnętrzna (y).

* The following abbreviations are used in the table: b. – very; egz. – specimen (s); met. – metal; ok. – about; orn. – ornament; pac. – bead; ryc. – figure; wyc. – section; w-wa – layer; zach. – preserved; zewn. – outer.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X/XI w.	grób 69/96 (kolia – 102 egz.)			nr inw. 206:3/96 wyc. kuli nr inw. 206:5/96 wyc. kuli nr inw. 206:12/96 wyc. kuli nr inw. 206:21/96 stożkowy, silna korozja, odszklenie nr inw. 206:22/96 wyc. kuli, ok. 1/2 całości nr inw. 206:26/96 wyc. kuli, silna korozja, odszklenie nr inw. 206:37/96 wyc. kuli lub lekko stożkowy, silna korozja, odszklenie nr inw. 206:41/96 wyc. kuli, ułamki, silna korozja, odszklenie nr inw. 206:46/96 wyc. kuli, silna korozja, odszklenie nr inw. 206:50/96 dwusegmentowy lub dwa pac. połączone, wyc. kuli	nr inw. 206:1/96 cylindryczny, ponad 1/2 całości, z met. folią nr inw. 206:13/96 lekko dwustoż- kowy, prawie cały, z met. folią nr inw. 206:14/96 wyc. kuli, pra- wie cały, z met. folią nr inw. 206:29/96 lekko dwustoż- kowy, ok. 5/6 całości, z met. folią, korozja, odszklenie nr inw. 206:39/96 wyc. kuli, ok. 2/3 całości, z met. folią, koro- zja, odszklenie nr inw. 206:42/96 wyc. kuli, ok. 1/2 całości, z met. folią, koro- zja, odszklenie nr inw. 206:75/96 wyc. kuli, fragment, z met. folią, korozja, odszklenie			nry inw.: 206:4/96 (cylindryczny, zach. w kilku fragmentach, silna korozja, odszklenie), 206:6/96 (wyc. kuli, b. drobne ułamki, rozsypał się), 206:7/96 (cylindryczny, b. drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypał się), 206:8/96 (cylindryczny?, ułamek, korozja, odszklenie), 206:10/96 (nieforemnie cylindryczny, zach. w postaci „piasku”), 206:15/96 (wyc. kuli, b. drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypał się), 206:17, 18/96 (wyc. kuli, silna korozja, odszklenie), 206:82/96 (wyc. kuli, ułamki, korozja, odszklenie), 206:19, 24/96 (stożkowy, silna korozja, odszklenie), 206:20/96 (cylindryczny, silna korozja, odszklenie), 206:23/96 („kulisto-beczulkowaty”, zach. w postaci „piasku”), 206:29a/96 (wyc. kuli, zach. w dwóch częściach, silna korozja, odszklenie), 206:31/96 (lekko dwustożkowy, ok. 2/3 całości, silna korozja, odszklenie), 206:32/96 (lekko stożkowy, drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypał się), 206:33, 34/96 (wyc. kuli, silna korozja, odszklenie), 206:35, 36, 47/96 (wyc. kuli?, drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypały się), 206:38/96 (wyc. kuli, zach. w dwóch częściach, silna korozja, odszklenie), 206:40, 55, 70/96 (wyc. kuli, drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypały się), 206:43/96 (lekko dwustożkowy, ok. 1/2 całości, silna korozja, odszklenie), 206:44/96 (wyc. kuli, drobne ułamki, odszklenie, rozsypał się), 206:45/96 (wyc. kuli, fragment, silna korozja, odszklenie), 206:48/96 (wyc. kuli lub dwustożkowy, drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypał się), 206:52/96 (stożkowy, silna korozja, odszklenie), 206:56, 66, 80/96 (wyc. kuli?, drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypały się), 206:58, 77/96 (wyc. kuli?, ułamki, korozja, odszklenie, rozsypały się), 206:64/96 (wyc. kuli?, b. drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypał się), 206:65/96 (wyc. kuli, w kilku częściach, korozja, odszklenie), 206:67, 68/96 (wyc. kuli?, fragmenty, korozja, odszklenie),	pleć: ? (dziecko) wiek: <i>infans</i> (ok. 3 lat) ryc. 1 (206:13/96) Purowski, ryc. 3; 4 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 206:13/96 – tabela 27:1 (analiza 07/1-2) nr inw. 206:23/96 gliniiany? Opis częściowo na podstawie ustaleń J. Olczaka (zob. Purowski)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XIX w.	grób 69/96 (kolia – 102 egz.)			<p>nr inw. 206:54/96 wyc. kuli, silna korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 206:87/96 lekko dwustożkowy, silna korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 206:89/96 lekko dwustożkowy, korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 206:91/96 cylindryczny, korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 206:93/96 stożkowy, korozja, od- szklenie</p> <p>nr inw. 206:94/96 lekko stożkowy, korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 206:100/96 stożkowy, silna korozja, odszklenie</p>	nr inw. 206:86/96 wyc. kuli, ok. 5/6 całości, z met. folią, koro- zja, odszklenie			<p>206:71/96 (wyc. kuli, prawie cały, korozja, odszklenie), 206:72/96 (cylin- dryczny lub lekko dwustożkowy, korozja, odszklenie, rozsypał się), 206:74/96 (cylindryczny, prawie cały, korozja, od- szklenie), 206:78/96 (wyc. kuli, większy fragment, korozja, odszklenie), 206:79/96 (lekko stożkowy, prawie cały, korozja, odszklenie), 206:81/96 (cylindryczny, ko- rozja, odszklenie), 206:83/96 (stożkowy, korozja, odszklenie), 206:85/96 (wyc. kuli?, ułamki, korozja, odszkle- nie, rozsypał się), 206:90, 92/96 (wyc. kuli, fragment, korozja, odszklenie), 206:96/96 (wyc. kuli lub lekko stożko- wy, korozja, odszklenie), 206:98/96 (cy- lindryczny lub lekko stożkowy, korozja, odszklenie), 206:99/96 (wyc. kuli, ok. 1/2 całości, korozja, odszklenie)</p> <p>formy nie można określić, nry inw.: 206:9, 11/96 (korozja, rozsypały się), 206:16, 25, 27, 28, 30, 51, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 69, 73, 76, 84, 88, 101, 102/96 (b. drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypały się), 206:39a/96 (drobne ułamki, korozja, rozsypał się), 206:95/96 (ułamki, korozja, odszkle- nie), 206:97/96 (fragmenty, korozja, od- szklenie), 206:49/96 (cztery fragmenty)</p>	
	grób 81/05						nr inw. 121/05 dwa ostroslupy (czworo- katne) z zaokrąglo- nymi kra- wędziami bocznymi, połączone podstawami, prawie cały		<p>płeć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans I</i> (ok. 4-5 lat)</p> <p>ryc. 2 (121/05; 142/05)</p> <p>Purowski, ryc. 12</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nry inw. 121/05, 142/05 – tabela 31:1, 2 (analizy 39/1-3; 40/1-3)</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X/XI w.							nr inw. 142/05 dwa ostrosłupy (ośmio- kątnie) z zaokrąglo- nymi kra- wędziami bocznymi, połączone podstawa- mi, prawie cały		
	grób 106/05						nr inw. 196/05 dwa ostrosłupy (ośmio- kątnie) z zaokrąglo- nymi kra- wędziami bocznymi, połączone podstawa- mi nr inw. 203/05 dwa ostrosłupy (ośmio- kątnie) z zaokrąglo- nymi kra- wędziami bocznymi, połączone podstawa- mi, prawie cały		<p>płeć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans II</i> (ok. 8-10 lat)</p> <p>ryc. 2 (203/05)</p> <p>Purowski, ryc. 12</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 203/05 – tabela 31:3 (analiza 41/1-3)</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X/XI w.	grób 51/08 (kolia – 12 egz.)			nr inw. 27:9/08 lekko dwustożkowy nr inw. 27:10/08 lekko dwustożkowy, ok. 1/2 całości (zach. w czte- rech fragmentach) nr inw. 27:12/08 pierścieniowaty				nr inw. 27:11/08 (wyc. kuli?, ułamki, korozja) formy nie można określić, nry inw.: 27:1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8/08 (ułamki?); zob. Purowski, przyp. 7	płeć: ? (dziecko) wiek: <i>infans I</i> (ok. 5-6 lat) ryc. 2 (27:12/08) Purowski, ryc. 15 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 27:12/08 – tabela 16:1 (analiza 29/1-3)
	obiekt VIII/95 poziom I			nr inw. 15/96 czterosegmentowy (seg- menty w kształcie wyc. kuli), segment przy końcu B zach. częściowo					ryc. 1 (15/96) Purowski, ryc. 3 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 15/96– tabela 16:4 (analiza 05/1-3)
	obiekt V/97 w-wa II							nr inw. 63/97 (wyc. kuli, ok. 1/2 całości, korozja)	Purowski, ryc. 5
XI w.	grób 20/92			nr inw. 82/92 wyc. kuli, figuralny (11 żeberk)					płeć: ? wiek: <i>maturus</i> (ok. 50 lat) ryc. 1 (82/92) Purowski, ryc. 1 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 82/92 – tabela 16:3 (analiza 01/1-3)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI w.	grób 52/94			nr inw. 165/94 wyc. kuli, figuralny (7 żeberek) nr inw. 166/94 wyc. kuli, figuralny (7 żeberek)				nr inw. 167/94 (wyc. kuli, figuralny, ok. 1/2 całości, obecnie mały ułamek)	płeć: ? wiek: <i>adultus</i> (ok. 30 lat) Purowski, ryc. 2
	grób 55/97 (na opasce – 12 egz.)		nr inw. 172:3/97 dwuseg- mentowy, zdobiony warstwą srebra	nr inw. 172:1/97 stożkowy, prawie cały nr inw. 172:2/97 stożkowy, prawie cały, zach. w dwóch częściach nr inw. 172:8/97 cylindryczny?, obecnie zach. w ułamkach, koro- zja, rozsypuje się nr inw. 172:9/97 półkulisty, pierwotnie stożkowy?, ok. 1/2 całości				nry inw.: 172:4/97 (cylindryczny, obec- nie drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypał się), 172:5/97 (nieforemnie cylindryczny, obecnie ułamki, ko- rozja), 172:6/97 (wyc. kuli, zach. w dwóch częściach, korozja, odszklenie), 172:7/97 (pierwotnie cylindryczny?, fragment, korozja, odszklenie, roz- sypuje się), 172:10/97 (pierwotnie cylindryczny lub wyc. kuli?, fragment, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 172:11/97 (nieforemnie dwustożkowy, zach. w drobnych ułamkach, korozja, odszklenie, rozsypał się), 172:12/97 (stożkowy?, obecnie drobne ułamki, korozja, odszklenie, rozsypał się)	płeć: ? (dziecko) wiek: <i>infans I</i> (ok. 3 lat) ryc. 1 (172:3/97) Purowski, ryc. 5 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 172:3/97 – tabele 4; 5 (analizy 09/1-6; 9a) Olczak 1998
	grób 65/98 (kolia – 75 egz.?)			nr inw. 59:3/99 wyc. kuli, fragmenty, korozja, odszklenie, kruszy się nr inw. 59:10/99 wyc. kuli, korozja, od- szklenie nr inw. 59:21/99 (?) dwustożkowy, korozja nr inw. 59:27/99 wyc. kuli, prawie cały, korozja, odszklenie, kruszy się					nry inw.: 59:1, 5/99 (wyc. kuli?, frag- ment, korozja, odszklenie), 59:2/99 (wyc. kuli, ok. 1/2 całości, korozja, odszklenie), 59:9/99 (wyc. kuli, fragment, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:13, 17/99 (wyc. kuli, korozja, odszklenie), 59:23/99 (w grudce ziemi nry 23, 24, 25; wyc. kuli, korozja, odszklenie), 59:24/99 (w grudce ziemi razem z nrmi 23, 25; wyc. kuli, prawie cały, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:26/99 (wyc. kuli, prawie cały, koro- zja, odszklenie, kruszy się), 59:28, 35, 36/99 (wyc. kuli?, fragment, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:32, 33, 38, 39/99 (wyc. kuli, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:43, 47/99

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI w.	grób 65/98 (kolia – 75 egz.?)			<p>nr inw. 59:30/99 wyc. kuli, korozja, odszklenie, kruszy się</p> <p>nr inw. 59:31/99 wyc. kuli, korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 59:70/99 wyc. kuli, stan zach. dobry</p> <p>nr inw. 59:71/99 wyc. kuli, stan zach. dobry</p> <p>nr inw. 59:72/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 59:73/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 59:74/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 59:78/99 wyc. kuli</p>				<p>(wyc. kuli?, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:58, 59, 61/99 (wyc. kuli, prawie cały, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:65/99 (wyc. kuli?, ułamki, korozja, odszklenie, kruszą się), 59:11/99 (wyc. kuli lub stożkowy, cały?, korozja, odszklenie), 59:64/99 (wyc. kuli lub stożkowy, zach. w postaci skorodowanej grudki, korozja, odszklenie), 59:68/99 (wyc. kuli lub stożkowy, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:16/99 (wyc. kuli lub stożkowy, odszklenie), 59:69/99 (wyc. kuli lub kulisty, prawie cały, zach. w dwóch częściach, stan zach. szkła dobry, odszklenie, częściowo kruszy się), 59:15/99 (stożkowy, fragment, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:60/99 (stożkowy, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:67/99 (cylindryczny?, ułamki, korozja, odszklenie, kruszą się)</p> <p>formy nie można określić, nry inw.: 59:4, 6, 7, 12, 14, 19, 20, 29, 34, 40, 41, 42, 44, 46/99 (drobne ułamki, korozja, odszklenie, kruszą się), 59:18/99 (ułamki szkła?, korozja), 59:25/99 (w grudce ziemi razem z nrmi 23, 24, korozja, odszklenie), 59:45/99 (fragment, korozja, odszklenie, kruszy się), 59:49, 54, 55, 62/99 (fragmenty, korozja, odszklenie, kruszą się), 59:50, 51, 52, 53/99 (ułamki, korozja, odszklenie, kruszą się), 59:56, 57, 63/99 (drobne ułamki, korozja, odszklenie, kruszą się)</p>	
	grób 22/99 (kolia – 5 egz.)			<p>nr inw. 30/99 wyc. kuli, orn.: 3 koła (negatywy po guzach)</p> <p>nr inw. 34/99 wyc. kuli, orn.: 3 guzy</p> <p>nr inw. 35:1/99 wyc. kuli, orn.: 3 guzy (dwa z nich przecinają się)</p>				<p>nr inw. 33/99 (wyc. kuli, stan zach. szkła dobry, korozja, odszklenie), nr inw. 35:2/99 (kulisty, oblepiony gliną, korozja, odszklenie)</p>	<p>płeć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans I</i> (ok. 3-4 lata)</p> <p>ryc. 1 (34/99)</p> <p>Purowski, ryc. 7</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 34/99 – tabela 22:1, 2 (analiza 11/1-6)</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI w.	grób 31/99				nr inw. 54/99 lekk dwustoż- kowy, ok. 5/6 całości, z met. folią, korozja				<p>pleć: kobieta</p> <p>wiek: <i>adultus</i> (ok. 30 lat)</p> <p>ryc. 1 (54/99)</p> <p>Purowski, ryc. 7</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 54/99 – tabela 27:2 (analizy 12a/1-2; 12b/1-3)</p>
	grób 49/99 (kolia – 85 egz.)*			<p>nr inw. 172:5/99 kulisty</p> <p>nr inw. 172:11/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 172:23/99 lekk dwustożkowy</p> <p>nr inw. 172:24/99 stożkowy</p> <p>nr inw. 172:25/99 dwustożkowy</p> <p>nr inw. 172:26/99 stożkowy</p> <p>nr inw. 172:30/99 wyc. kuli?, cały?</p> <p>nr inw. 172:43/99 wyc. kuli?, orn.: 3 guzy?</p> <p>nr inw. 172:46/99 cylindryczny?</p> <p>nr inw. 172:50/99 wyc. kuli, prawie cały</p>			<p>nry inw.: 172/1, 2, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 28, 32, 33, 34, 45, 48, 53, 54, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 88, 96, 97, 98, 104/99 (wyc. kuli, korozja, odszklenie), 172:4, 21, 47, 111, 112/99 (wyc. kuli, stan zach. dobry, korozja, odszklenie), 172:42/99 (wyc. kuli, prawie cały, stan zach. dobry, korozja, odszklenie), 172:3, 12, 89/99 (wyc. kuli lub kulisty, korozja, odszklenie), 172:9/99 (wyc. kuli, 1/2 całości, korozja, odszklenie), 172:6/99 (stożkowy?, cały?, korozja), 172:14, 31/99 (stożkowy, korozja, odszklenie), 172:22/99 (cylindryczny, prawie cały, stan zach. dobry, korozja, odszklenie), 172:27/99 (dwusegmen- towy – wyc. kuli, korozja, odszklenie), 172:35, 49, 107/99 (pierścieniowaty, stan zach. dobry, korozja, odszklenie), 172:92/99 (2 paciorki połączone ze sobą – wyc. kuli, stan zach. dobry, koro- zja, odszklenie), 172:65/99 (wyc. kuli, ułamki, korozja, odszklenie)</p> <p>formy nie można określić, nry inw.: 172:29/99 (fragment, korozja, odszkle- nie), 172:38, 41, 52/99 (drobne ułamki, korozja, odszklenie), 172:39/99 (ułam- ki, korozja, odszklenie), 172:55, 56, 57/99 (drobne ułamki skorodowanego szkła?, odszklenie?), 172:73/99 (drobne ułamki paciorka?, odszklenie)</p>	<p>pleć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans I</i> (ok. 4 lat)</p> <p>ryc. 2 (172:68/99; 172:100/99; 172:103/99; 172:108/99)</p> <p>Purowski, ryc. 7; 8; 9</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nry inw. 172:68/99, 172:100/99, 172:103/99, 172:108/99– tabele 9:1, 3, 4; 18 (analizy 33/1- 3; 33a; 36/1-3; 37/1-3; 38/1-3)</p>	

* Pod nrmi inw. 172:7, 8, 10, 18, 36, 37, 40, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 105/99 znajdują się obecnie piasek, piasek i kości?, kamienie, grudki gliny, a w jednym przypadku (nr inw. 172:58/99) ułamek ceramiki? (Purowski w tym tomie).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI w.				<p>nr inw. 172:64/99 wyc. kuli, drobne ułamki</p> <p>nr inw. 172:68/99 wyc. kuli, ponad 1/2 całości</p> <p>nr inw. 172:79/99 pierścieniowaty</p> <p>nr inw. 172:83/99 3 paciorki połączone ze sobą (segmentowy?) 2 wyc. kuli, 1 pierście- niowaty</p> <p>nr inw. 172:86/99 pierścieniowaty</p> <p>nr inw. 172:87/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 172:90/99 (techni- ka nawijania?) 2 paciorki połączone ze sobą wyc. kuli i pierście- niowaty</p> <p>nr inw. 172:91/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 172:99/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 172:100/99 pierścieniowaty</p> <p>nr inw. 172:101/99 wyc. kuli</p> <p>nr inw. 172:102/99 wyc. kuli, zach. w dwóch częściach</p>					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI w				nr inw. 172:103/99 pierścieniowaty nr inw. 172:106/99 wyc. kuli nr inw. 172:108/99 wyc. kuli nr inw. 172:109/99 wyc. kuli nr inw. 172:110/99 wyc. kuli					
	grób 28/01				nr inw. 62/01 lekko dwustoż- kowy, z met. folią				płeć: ? (dziecko) wiek: <i>infans I</i> (ok. 3-4 lata) ryc. 1 (62/01) Purowski, ryc. 9 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 62/01 – tabele 27:3, 4; 28 (analizy 17/1-5; 17a, b, c)
	grób 57/01 (kolia – 12 egz.)			nr inw. 126:1/01 wyc. kuli, fragmenty, korozja, odszklenie, roz- sypuje się nr inw. 126:2/01 wyc. kuli, fragmenty, korozja, odszklenie, roz- sypuje się nr inw. 126:6/01 wyc. kuli, cały, korozja, odszklenie, rozsypuje się nr inw. 126:7/01 stożkowy, cały, korozja				nry inw.: 126:3, 8/01 (stożkowy, cały?, zach. w postaci grudki trudnego do określenia tworzywa [szkło?, glina?], korozja i odszklenie?), 126:5/01 (zach. w postaci kulki trudnego do określenia tworzywa [szkło?, glina?], korozja i odszklenie?) formy nie można określić, nry inw.: 126:4, 9/01 (2 ułamki trudnego do określenia tworzywa [szkło?, glina?], korozja i odszklenie?), 126:10, 11, 12/01 (ułamek trudnego do określenia tworzywa [szkło?, glina?], korozja i odszklenie?)	płeć: kobieta wiek: <i>iuvenis</i> (ok. 18-20 lat)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI w.	grób 55/02 (kolia – 7 egz.)					65/02 (graniastosłup, prawie cały, korozja, odszklenie, kruszy się)		nry inw.: 60/02 (wyc. kuli, cały, stan zach. dobry, korozja), 61/02 (w jego kanalik znajduje się paciorek, 62/02; graniastosłup, fragment, korozja, odszklenie, kruszy się), 62/02 (w kanaliku paciorka nr inw. 61/02; cylindryczny lub lekko stożkowy, cały, korozja, odszklenie), 66/02 (wyc. kuli, cały, korozja, odszklenie), 67/02 (graniastosłup, 4 fragmenty, korozja, odszklenie, kruszy się), 68/02 (wyc. kuli, cały, korozja, odszklenie)	<p>płeć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans I</i> (ok. 5-6 lat)</p> <p>ryc. 1 (65/02)</p> <p>Purowski, ryc. 10</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 65/02 – tabela 30 (analiza 20/1-5)</p>
	grób 62/05 (kolia – 10 egz.)			<p>nr inw. 84/05 pomiędzy zbliżonym do wyc. kuli a elipsoidalnym, z orn. linii spiralnej, cały, stan zach. dobry, korozja</p> <p>nr inw. 85/05 wyc. kuli, z orn. linii falistej, cały, stan zach. dobry, korozja</p> <p>nr inw. 89/05 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry, lekka korozja</p> <p>nr inw. 107/05 dwustożkowy, ok. 5/6 całości, stan zach. dobry</p> <p>nr inw. 109/05 wyc. kuli, figuralny (7 żeberk), cały, stan zach. dobry, lekka korozja</p> <p>nr inw. 110/05 wyc. kuli, figuralny (7 żeberk), cały, stan zach. dobry, lekka korozja</p>		nr inw. 86/05 zbliżony do elipsoidalnego, z orn. „pierzastym”, cały, stan zach. dobry, korozja		nry inw.: 87/05 (wyc. kuli, ok. 1/2 całości, fragmenty, korozja, odszklenie, rozsypuje się), p1/05 (cylindryczny?, cały?, stanu zach. szkła nie można określić), p2/05 (wyc. kuli?, ok. 1/2 całości, stanu zach. szkła nie można określić)	<p>płeć: kobieta</p> <p>wiek: <i>iuvenis</i> (ok. 18 lat)</p> <p>ryc. 1 (84/05; 86/05); 2 (89/05; 109/05; 110/05)</p> <p>Purowski, ryc. 11</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 84/05, 86/05, 89/05, 109/05, 110/05 – tabele 13:1, 2, 3; 22:3, 4, 5, 6 (analizy 23/1-6; 24/1-8; 25/1-3; 26/1-3; 27/1-3)</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
XI w.	grób 30/07			nr inw. 32/07 pierścieniowaty, cały, stan zach. dobry, lekka korozja					<p>pleć: kobieta</p> <p>wiek: <i>adultus</i> (ok. 22-25 lat)</p> <p>ryc. 2 (32/07)</p> <p>Purowski, ryc. 14</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 32/07 – tabela 16:2 (analiza 35/1-3)</p>	
	grób 17/08 (kolia – 8 egz.)			<p>nr inw. 8:1/08 stożkowy, cały (zach. w dwóch częściach), stan zach. dobry, korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 8:2/08 stożkowy, fragment (zach. w dwóch częściach), stan zach. dobry, korozja, odszklenie</p> <p>nr inw. 8:3/08 stożkowy, cały, stan zach. dobry, korozja, odszklenie</p>	nr inw. 9/08 dwustożkowy, z met. folią, cały, stan zach. dobry, korozja, odszklenie			<p>nry inw. 8:4, 5, 6/08 (cylindryczny?, cały?, korozja, odszklenie), 8:7/08 (cylindryczny lub wyc. kuli?, cały?, korozja, odszklenie)</p>	<p>pleć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans I</i> (ok. 5 lat)</p> <p>Purowski, ryc. 15</p>	
	w-wa II wykop II/92 „nad obiektem III/92”			nr inw. 96/92 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry						Purowski, ryc. 16
	w-wa II	nr inw. 33/93 wyc. kuli?, mały ułamek, stan zach. dobry, korozja								Purowski, ryc. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI w.	w-wa II ₁			nr inw. 120/97 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry nr inw. 150/99 wyc. kuli, ok. 1/2 całości, stan zach. dobry, lekka korozja					Purowski, ryc. 16
	w-wa II ₁ wykop XIV/02 „luźny”			nr inw. 115/02 cylindryczny, figuralny (składa się z kilku różnej szerokości „pierścieni”), większy fragment, stan zach. dobry					ryc. 1 (115/02) Purowski, ryc. 16 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 115/02 – tabela 16:5 (analiza 21/1-3)
	w-wa II ₁ z uszkodzo- nego grobu?			nr inw. 122/03 graniastosłup, z zaokrą- glonymi krawędziami bocznymi, ok. 1/2 całości, zdobiony pojedynczymi rombami na każdym boku, stan zach. dobry					ryc. 1 (122/03) Purowski, ryc. 16 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 122/03 – tabela 24:2, 3 (analiza 22/1-6)
	w-wa II ₂							nr inw. 146/97 (wyc. kuli, fragment, szkło dwuwarstwowe, stan zach. dobry, korozja)	ryc. 1 (146/97) Purowski, ryc. 16 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 146/97 – tabela 33:1, 2 (analiza 08/1-6)
XI-XII w.	grób 5/95			nr inw. 26/95 stożkowy, cały, stan zach. dobry					płeć: kobieta wiek: <i>adultus</i> (ok. 25-30 lat) ryc. 1 (26/95) Purowski, ryc. 2 wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 26/95 – tabela 13:4 (analiza 03/1-3)

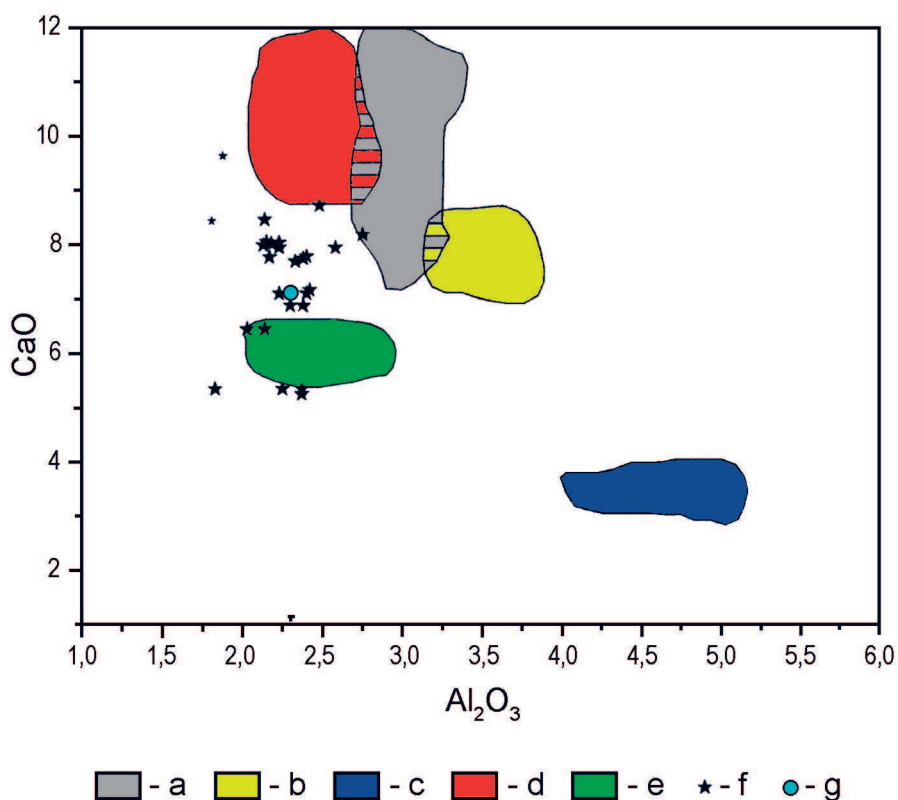
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI-XII w.	grób 54/98			nr inw. 203/98 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry					<p>płeć: kobieta</p> <p>wiek: <i>adultus</i> (ok. 25 lat)</p> <p>ryc. 1 (203/98)</p> <p>Purowski, ryc. 5</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 203/98 – tabele 11:1; 12 (analizy 10/1-3; 10a)</p>
	grób 7/00	nr inw. 18/00 cylindryczny, ok. 1/3 całości, stan zach. dobry							<p>płeć: ?</p> <p>wiek: <i>dorosły</i></p> <p>ryc. 1 (18/00)</p> <p>Purowski, ryc.9</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 18/00 – tabela 2 (analiza 15/1-3)</p>
	grób 7/01			nr inw. 11/01 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry					<p>płeć: kobieta</p> <p>wiek: <i>iuvenis</i> (ok. 18-20 lat)</p> <p>ryc. 1 (11/01)</p> <p>Purowski, ryc. 9</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 11/01 – tabela 11:2 (analiza 16/1-3)</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XI-XII w.	grób 65/03			nr inw. 120/03 między wyc. kuli a cylindrycznym, cały, stan zach. dobry					<p>pleć: męzczyzna</p> <p>wiek: <i>maturus I</i> (ok. 35-40 lat)</p> <p>ryc. 2 (120/03)</p> <p>Purowski, ryc. 10</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 120/03 – tabela 7 (analiza 34a)</p>
	grób 61/07 (kolia – 20 egz.)							<p>nry inw.: 51:1, 4, 6, 7, 8, 12, 17/07 (cylindryczny?, cały?, stanu zach. szkła nie można określić), 51:13/07 (cylindryczny?, fragment, stanu zach. szkła nie można określić), 51:18/07 (cylindryczny lub stożkowy, cały?, stanu zach. szkła nie można określić), 51:2, 3, 10, 11/07 (stożkowy?, cały?, stanu zach. szkła nie można określić), 51:5, 14, 19, 20/07 (wyc. kuli?, cały?, stanu zach. szkła nie można określić), 51:9, 15/07 (wyc. kuli?, fragment, stanu zach. szkła nie można określić)</p> <p>formy nie można określić, nr inw.: 51:16/07 (fragment, stanu zach. szkła nie można określić)*</p>	<p>pleć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans I</i> (ok. 3 lat)</p>
	grób 35/08			nr inw. 14/08 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry					<p>pleć: ?</p> <p>wiek: <i>iuvenis</i></p> <p>Purowski, ryc. 15</p>
	w-wa II			nr inw. 132/02 graniastosłup z lekko zaokrąglonymi krawędziami bocznymi, zdobiony pojedynczymi rombami na każdym boku, cały, stan zach. dobry					<p>Purowski, ryc. 16</p>

* Zob. Purowski w tym tomie, Tabela, przyp. 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XII w.	grób 56/94			nr inw. 178/94 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry					<p>pleć: ?</p> <p>wiek: <i>iuvenis</i> (ok. 18 lat)</p> <p>Purowski, ryc. 2</p>
XIII w.	grób 89/03			nr inw. 194/03 wyc. kuli, cały (orn. odprysł), z orn. linii falistej, stan zach. dobry					<p>pleć: kobieta</p> <p>wiek: <i>adultus I</i> (ok. 22-25 lat)</p> <p>Purowski, ryc. 10</p>
	grób 96/06			nr inw. 102/06 wyc. kuli, cały, stan zach. dobry					<p>pleć: kobieta</p> <p>wiek: <i>iuvenis</i> (ok. 18-20 lat)</p> <p>ryc. 2 (102/06)</p> <p>Purowski, ryc. 12</p> <p>wyniki analizy składu chemicznego nr inw. 102/06 – tabela 11:3 (analiza 28/1-3)</p>
	grób 5/07 (kolia – 101 egz.)							<p>nry inw.: 6:1/07 (cylindryczny lub wyc. kuli, ok. 1/2 całości, korozja, odszklenie), 6:17/07 (cylindryczny, cały?, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:4/07 (cylindryczny?, fragmenty, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:29/07 ((cylindryczny?, fragment, korozja, odszklenie), 6:38/07 (cylindryczny, cały?, obecnie fragmenty, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:42/07 (cylindryczny, cały, korozja, odszklenie), 6:45/07 (cylindryczny?, cały, korozja, odszklenie), 6:49/07 (cylindryczny, fragment, korozja, odszklenie), 6:64/07 (cylindryczny, fragment, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:3/07 (stożkowy, prawie cały, zach. w 3 częściach, korozja, odszklenie, rozsypuje się),</p>	<p>pleć: ? (dziecko)</p> <p>wiek: <i>infans II</i> (ok. 12 lat)</p> <p>Purowski, ryc. 13; 14</p>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w. III X								<p>6:6/07 (stożkowy, cały? [obecnie ułamki], korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:11, 16, 18, 20, 21, 67, 70, 83, 84/07 (stożkowy, cały, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:13/07 (stożkowy, cały, zach. w 3 częściach, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:19/07 (stożkowy, prawie cały?, zach. we fragmentach, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:23, 25, 26, 31, 39, 40, 44, 46, 51, 60, 61, 75, 85, 88/07 (stożkowy, cały, korozja, odszklenie), 6:33/07 (stożkowy, cały? [obecnie fragment], korozja, odszklenie, rozsypał się), 6:47, 59, 90/07 (stożkowy, fragment, korozja, odszklenie), 6:50/07 (stożkowy, fragment, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:62, 76, 80, 86/07 (stożkowy, fragmenty, korozja, odszklenie, rozsypują się), 6:66, 77, 92, 94, 98/07 (stożkowy, prawie cały, korozja, odszklenie, rozsypują się), 6:81/07 (stożkowy, ok. 1/2 całości, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:100, 101/07 (stożkowy, cały, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:7/07 (wyc. kuli?, fragmenty, korozja, odszklenie, rozsypuje się), 6:22, 27, 96/07 (wyc. kuli, cały, korozja, odszklenie), 6:24/07 (wyc. kuli, cały, stan. zach. dobry, korozja, odszklenie), 6:28/07 (wyc. kuli?, fragment, korozja, odszklenie)</p> <p>formy nie można określić, nry inw.: 6:2/07 (cały? [obecnie piasek], rozsypał się), 6:5, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 30, 34, 35, 36, 37, 41, 43, 48, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 63, 69, 73, 78, 87, 89, 91, 93, 97, 99/07 (cały? [obecnie ułamki], korozja, odszklenie, rozsypały się), 6:65, 68, 71, 72, 82/07 (fragmenty, korozja, odszklenie, rozsypują się), 6:74, 79/07 (fragment? [obecnie drobne ułamki], korozja, odszklenie, rozsypują się)</p>	



Ryc. 5. Relacja CaO do Al_2O_3 w szklach z różnych obszarów. a – grupa szkieł „bliskowschodnich I”; b – grupa szkieł „bliskowschodnich II”; c – grupa szkieł „egipskich I”; d – grupa szkieł „egipskich II”; e – grupa szkieł HIMT; f – szkło surowe z Caričin Gradu; g – Dziekanowice, szkło paciorka nr inw. 18/00; a-e – grupy szkieł wyróżnione przez FREESTONE’A i in. (2000) oraz innych badaczy. Wg DRAUSCHKEGO I GREIFF 2010, ryc. 9 (a-f), z uzupełnieniem (g), opracował T. Purowski

Fig. 5. CaO to Al_2O_3 ratio in glass from different areas. a – group of ‘Middle East I’ glass; b – group of ‘Middle East II’ glass; c – group of ‘Egyptian I’ glass; d – group of ‘Egyptian II’ glass; e – group of HIMT glass; f – raw glass from Caričin Grad; g – Dziekanowice, glass of bead inv. no. 18/00; a-e – glass groups identified by FREESTONE et al. (2000) and other researchers. According to DRAUSCHKE AND GREIFF 2010, Fig. 9 (a-f), supplemented (g), processing by T. Purowski

Badaliśmy też proporcję CaO/Al_2O_3 , która zdaniem I.C. Freestone’a i współpracowników ma szczególnie diagnostyczne znaczenie dla szkieł sodowych, gdyż odzwierciedla zanieczyszczenia (kalcyt, skał i glinę) piasku. Tlenki te stanowią jedną z przesłanek w określaniu źródła piasku; ich zawartość jest niezależna od recepty stosowanej przez szklarzy (FREESTONE, PONTING, HUGHES 2002:265; zob. Jednak zastrzeżenia współautorki niniejszego artykułu – DEKÓWNA, DYMACZEWSKA 2014:241).

Na wykresie charakteryzującym relację CaO/Al_2O_3 w szklach z różnych obszarów publikowanym m.in. przez J. Drauschkego i S. Greiff (2010, ryc. 9) szkło paciorka z Dziekanowic sytuuje się w grupie szkieł (kawałki surowca szklanego) z Caričin Gradu w Serbii (Ryc. 5) datowanych na 2 trzydziestolecie VI i początek VII w. Zdaniem wymienionych badaczy szkła te zostały wytopione według „still follow Roman glass recipe”, a skład piasku użytego do ich wytopu jest w przybliżeniu taki sam, jak wykorzystywanego w szklarstwie rzymskim (DRAUSCHKE, GREIFF 2010:41). Cytowana zbieżność mogłaby wskazywać, że do wyrobu szkła z Caričin Gradu i z Dziekanowic zastosowano piasek pochodzący z tych samych źródeł. Inne cechy ich składu nie wykazują jednak dużych zbieżności (Tabela 3:1, 10). Porównując skład szkła paciorka z Dziekanowic ze składem piasku pochodzącego z różnych złóż, nie znajdujemy między nimi analogii (zob. Tabela 3:1 oraz PUROWSKI 2012, Tabela 20).

Do badań nad miejscem/ośrodkiem wyrobu omawianego paciorka nie wnoszą nowych danych wyniki analizy techniki jego wykonania oraz formy. Jeden okaz, wykonany sposobem wyciągania, został

znaleziony na terenie Polski, jednak w niepewnym zespole (w miejscowości Pólchleb?), niepewnie datowanym być może na okres wpływów rzymskich (faza C₂?). Zrobiony jest ze szkła przezroczystego, zielonego, ma kształt cylindryczny, o bokach lekko zaokrąglonych, widoczny szew wskazuje, że wykonano go metodą *c*. Podobnie jak okaz z Dziekanowic ma szeroki kanalik (o średnicy 0,4 cm); grubości ścianek w publikacji nie podano (STAWIARSKA 1987:27, nr 3, typ F3.1.). I na tym kończy się lista analogii. Jeśli bowiem autorzy nie opisują cech technologicznych i nie określają technik produkcji omawianych paciorków, to na podstawie rycin nie jest możliwe stwierdzenie, czy przedstawione na nich cylindryczne okazy reprezentują tę samą grupę tych ozdób co paciorki z Dziekanowic.

Można dodać, że w Wolinie wystąpiły 4 paciorki cylindryczne, zrobione techniką wyciągania: 2 ze szkła opakowego żółtego, 2 z przezroczystego niebieskiego (1) i turkusowego (1). Pochodzą z warstw datowanych na X w. Nie można ich jednak wiązać z odmianą techniki wyciągania, do której należy okaz

Tabela 2. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 18/00 z Dziekanowic zrobionego techniką wyciągania (odmiana 1) ze szkła typu Na₂O•CaO•Al₂O₃•SiO₂

Table 2. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of bead 18/00 from Dziekanowice produced using the drawing technique (variant 1) from glass of Na₂O•CaO•Al₂O₃•SiO₂ type

Rycina	1:18/00
Nr grobu	7/00
Datowanie grobu	XI-XII w.
Próbka	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone
Nr analizy	15/1-3
Składniki (w % wagowych)	
SiO ₂	66,884
Na ₂ O	17,595
K ₂ O	0,365
CaO	7,115
MgO	0,964
Al ₂ O ₃	2,328
Fe ₂ O ₃	1,473
MnO	<
Sb ₂ O ₅	<
PbO	0,572
CoO	<
CuO	1,875
BaO	<
TiO ₂	0,102
SnO	0,108
NiO	<
ZnO	0,172
As ₂ O ₅	<
P ₂ O ₅	<
SrO	<
ZrO ₂	<
SO ₃	0,169
Cl	1,232

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Tabela 3. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle paciorka nr inw. 18/00 (sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowym) z Dziekanowic i podobnego do niego pod względem składu szkła przedmiotów z innych stanowisk archeologicznych

Table 3. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of bead 18/00 (sodium-calcium-aluminium-silicium) from Dziekanowice and glass artefacts similar in terms of chemical content from other archaeological sites

Przedmiot (próbka)	Paciorek nr inw. 18/00	Paciorek (osnowa)	Paciorek (ornament)	Inkrustacja	Pionek	Paciorek?	Rurka
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	słabo przejrzyste niebieskie	opakowe białe	bezbarwne	przejrzyste zielononiebieskie		niebieskawe
Miejscowość	Dziekanowice	Wicina (Polska)	Wicina (Polska)	Vergina (Grecja)	„Etruria”	Syria	Kartagina
Chronologia zespołu	XI-XII w.	HaD	HaD	ok. 340 r. p.n.e.	HaD	? (znalezisko luźne)	2 poł. I w. n.e.
Źródło informacji o wynikach analiz, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 2	PUROWSKI 2012, tabela 26:65a	PUROWSKI 2012, tabela 26:65b	PUROWSKI 2012, tabela 59:111	PUROWSKI 2012, tabela 59:118	DEKÓWNA 1980, tabela 12:3	GIRDWOYŃ 1974, tabela 4:4
L.p.	1	2	3	4	5	6	7
Składniki							
Na ₂ O/K ₂ O	•48,21	44,059	41,443	20,71	•32,44	26,8	18,75
Na ₂ O+K ₂ O	•17,96	•17,438	•17,741	•18,45	•18,06	18,40	18,75
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃	•77,93	75,847	75,497	•78,09	75,95	•77,99	78,99
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)	•4,34	•4,350	•4,256	•4,23	•4,21	•4,3	•4,21
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	•69,85	67,848	67,239	•70,29	68,21	69,08	•69,70
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)	•3,89	•3,891	•3,790	•3,81	•3,78	•3,7	•3,72
CaO/MgO	•7,38	16,202	15,288	10,47	11,29	6,7	14,75
CaO+MgO	•8,08	•7,999	•8,258	•7,80	7,74	8,91	9,29
(Na ₂ O+K ₂ O)/(CaO+MgO)	•2,22	•2,180	•2,148	2,37	•2,33	2,1	2,02
SiO ₂ /(CaO+MgO)	•8,28	•8,143	7,879	8,61	•8,40	7,3	7,13
Al ₂ O ₃	•2,33	•2,232	•2,177	2,50	2,39	2,63	2,60
CaO/Al ₂ O ₃	•3,06	3,375	3,560	2,85	•2,975	2,95	3,35
K ₂ O/(Na ₂ O+K ₂ O) x 100%	•2,0	•2,219	•2,356	4,61	•2,99	3,59	5,07
MgO/(CaO+MgO) x 100%	•11,9	5,813	6,140	8,72	8,14	12,90	6,35

Fragm. butelki	Naczynie	Kawalek surowca szklanego	Szyba okienna	Paciorek nr 101-WOT 107c/87*	Paciorek nr 32/07	Paciorek nr 11/01	Przedmiot (próbka)
przezroczyste jasnozielone	?				slabo przejrzyste niebieskie	slabo przejrzyste niebieskie	Przezroczystość i barwa szkła
Palmyra	Krefeld-Gellep (Niemcy)	Caričin-Grad (Serbia)	Gruzja	Wrocław-Ostrów Tumski	Dziekanowice	Dziekanowice	Miejscowość
III w. n.e.	1 poł. V–pocz. VI w.	2 trzydziestolecie VI i pocz. VII w.	VI-VIII w.	1 ćwierć XI w.	XI w.	XI-XII w.	Chronologia zespołu
STAWIARSKA [2014] 2016, tabela 3:8	WEDEPOHL i in. 1997, tabela 2:Gel17	DRAUSCHKE, GREIFF 2010, tabela 1:167	PAPUAŠVILI i in. 1978, tabela 6:2	PANKIEWICZ i in. 2017, tabela na s. 267	tabela 16:2	tabela 11:2	Źródło informacji o wynikach analiz, które posłużyły za podstawę obliczeń
8	9	10	11	12	13	14	L.p.
Składniki							
20,23	27,43	22,94	36,3	14,47	13,98	•32,76	Na ₂ O/K ₂ O
•18,05	•18,2	18,91	18,65	•17,55	•18,06	•17,66	Na ₂ O+K ₂ O
79,79	79,21	79,03	•78,05	80,78	79,74	76,91	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃
•4,42	•4,35	•4,18	•4,18	•4,60	•4,41	•4,36	(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)
•69,79	71,93	•70,09	•70,01	72,66	70,97	•69,91	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
•3,87	•3,95	•3,71	3,75	4,14	•3,93	•3,96	(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)
5,67	11,34	6,64	3,62	4,93	7,10	13,61	CaO/MgO
10,00	7,28	8,94	8,04	•8,12	8,77	7,00	CaO+MgO
1,81	•2,5	•2,12	•2,32	•2,16	2,06	•2,52	(Na ₂ O+K ₂ O)/(CaO+MgO)
6,6	•9,45	7,47	•8,25	8,55	7,70	•9,49	SiO ₂ /(CaO+MgO)
3,0	•2,29	•2,40	2,68	2,08	2,15	•2,25	Al ₂ O ₃
2,83	•2,92	3,24	2,35	•3,25	3,57	•2,9	CaO/Al ₂ O ₃
4,71	3,52	4,18	2,68	5,41	6,68	3,0	K ₂ O/(Na ₂ O+K ₂ O) x 100%
15	8,10	13,09	21,64	16,88	12,35	6,8	MgO/(CaO+MgO) x 100%

Uwaga: symbolem • oznaczono wyniki podobne do wyników obliczeń proporcji i sum głównych składników szklotwórczych w szkłe paciorka z Dziekanowic. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono symbol podkreślony.

* Wskaźniki dotyczące paciorka z Wrocławia-Ostrowa Tumskiego wyliczono z uśrednionych przez współautorkę niniejszego artykułu trzech wyników analiz opublikowanych w cytowanej tu monografii (PANKIEWICZ i in. 2017, tabela na s. 267).

z Dziekanowic. Charakteryzują się m.in. wąskimi kanalikami. Ich skład szkła nie był badany (OLCZAK, JASIEWICZOWA 1963:43; KOKORA 2019:210, ryc. 68:45; RĘBKOWSKI (red.) 2019, tablica CLII 48, 49).

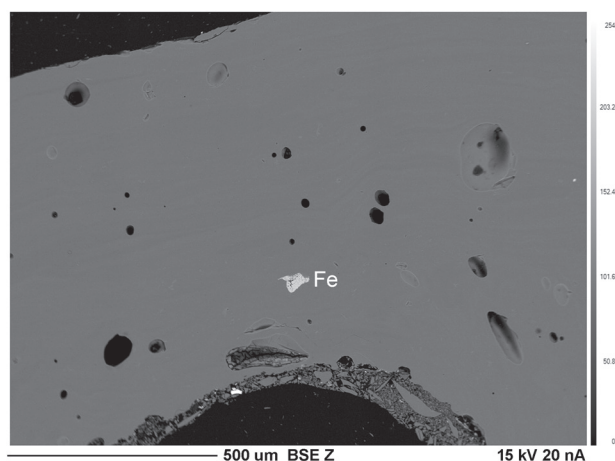
Podsumowując powyższe uwagi, możemy jedynie stwierdzić, że przesłanki, którymi dysponujemy, wskazywałyby, że omawiany paciorek z Dziekanowic pochodzi ze starszego okresu niż ten, na który datowany jest grób 7/00, w którym go znaleziono. Nie mamy możliwości jednoznacznie określić jego chronologię i ośrodek, w którym wytopiono szkło użyte do jego wyrobu i zrobiono ten paciorek. Receptura, według której wytopiono szkło, dobra jego jakość i dość skomplikowany sposób wykonania tego okazu wskazywałyby na ośrodek, w którym wykorzystywano dawną „rzymską” technologię oraz na wysokie umiejętności szklarza, który paciorek ten zrobił. Z tego względu można brać pod uwagę ośrodek/warsztat, który znajdował się w kręgu działalności lub oddziaływań szklarstwa bizantyńskiego.

2.1.1.2. Odmiana 2

Tworzą ją paciorki segmentowe ze szkła dwuwarstwowego, zdobione metalową folią. Składają się z trzonu powleczonego warstwą szlachetnego metalu (złota lub srebra w postaci cienkiej folii lub mieszanki zmielonego metalu z wodą (DEKÓWNA 1999:55-56, 69), która jest przykryta cienką warstewką szkła mającą na celu ochronę warstwy metalicznej, nadanie połysku powierzchni paciorków, a czasem maskowanie rzeczywistego rodzaju metalu użytego do ich zdobienia (srebro zamiast złota). Rurka składająca się z tych trzech warstw była poddawana operacji polegającej na ścisaniu jej w różnych miejscach szczypcami utworzonymi prawdopodobnie z dwóch prętów metalowych lub odcisnięciu jej na specjalnej drewnianej płycie (JÖNSSON, HUNNER 1995:114-115, Ryc. 2; ASTRUP, ARNFINN, ANDERSEN 1988: 224). W miejscu nacisku tworzyły się szyjki oddzielające – w przypadku paciorków wieloczęściowych – segmenty, a między szyjkami powstawały brzuśce o kształcie mniej lub bardziej regularnych wycinków kuli. Końce owych okazów są często także zaopatrzone w szyjki. Kanaliki w paciorkach segmentowych, jedno- i wieloczęściowych, rozszerzają się w brzuścach a zwężają w szyjkach (DEKÓWNA 1999:34-60, 69-70).

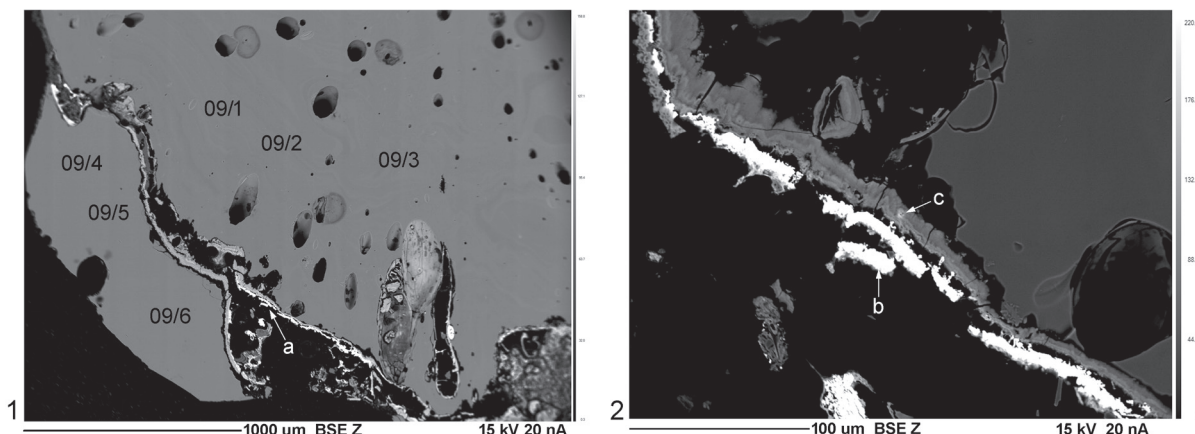
Z cmentarzyska dziekanowickiego pochodzi 1 taki paciorek. Jest to okaz dwusegmentowy, nr inw. 172:3/97 (Ryc. 2:172:3/97; Purowski w tym tomie, Ryc. 5:172:3/97), odkryty w grobie 55/97 datowanym na XI w. Wchodził w skład grupy paciorków składającej się z dwunastu egzemplarzy naszytych na opaskę z tkaniny (nry inw. 172:1-12/97; Tabela 1); wśród nich, poza wymienionym, znajdowały się 4 zrobione techniką nawijania i 7, których sposobu produkcji nie można określić z powodu ich złego stanu zachowania (zob. Purowski w tym tomie oraz dalej, podrozdział 2.1.2.).

Szczegółowy opis paciorka znajduje się w *Katalogu...* (Purowski w tym tomie). Tu wspomnimy krótko, że segmenty mają kształt: dolny (na Ryc. 5 w *Katalogu...* T. Purowskiego) pierścieniowaty, a górny – wycinka środkowej części kuli, szyjka łącząca oba segmenty – cylindryczny, szyjki znajdujące się przy obu jego końcach – stożkowy o ściętych wierzchołkach, kanalik – cylindryczny w szyjkach, a rozszerzający się w środku segmentów. Szkło obu warstw jest częściowo słabo, częściowo wyraźnie przezroczyste, wewnętrznej – lekko zielonkawe, zewnętrznej – prawie bezbarwne.



Ryc. 6. Obraz BSE wewnętrznej warstwy szkła paciorka nr 172:3/97, z widoczną inkluzją Fe. Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 6. Backscattered electron microscope (BSE) image of the inner glass layer of bead inv. no. 172:3/97, with visible Fe inclusion. Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski



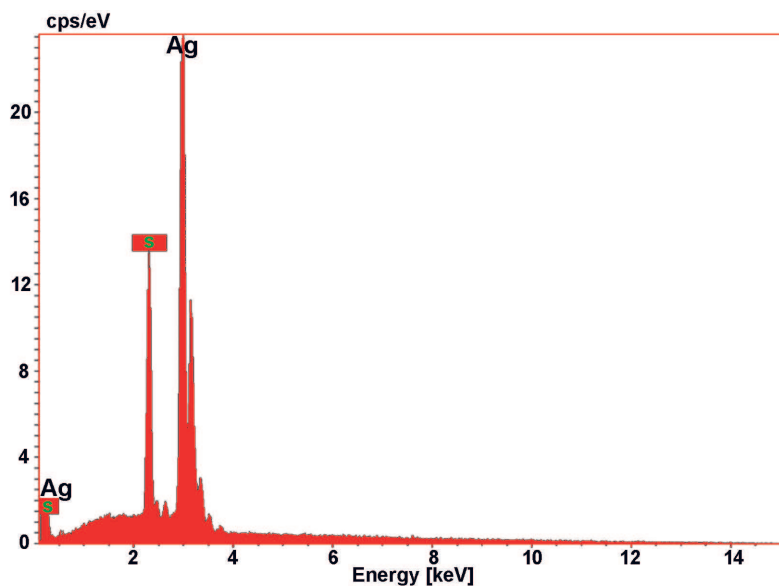
Ryc. 7. Obrazy BSE szkła paciorka nr 172:3/97. 1 – warstwy wewnętrzna i zewnętrzna szkła przedzielone warstwą metaliczną; 2 – warstwa metaliczna; a – zob. Ryc. 7:2; b – warstwa złożona głównie z Ag i S (zob. Ryc. 8); c – warstwa złożona głównie z Pb, P i Al. Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:26-31). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 7. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 172:3/97. 1 – inner and outer layers of glass separated by a metallic layer; 2 – metallic layer; a – see Fig. 7:2; b – layer mainly composed of Ag and S (see Fig. 8); c – layer composed mainly of Pb, P and Al. The numbers in Fig. 7:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:26-31). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

Zbadano skład szkła obu warstw, przy czym warstwy zewnętrznej – dwukrotnie (metodami EPMA i LA-ICP-MS). Wyniki analiz wykonanych obu metodami są zbieżne, wykazały, że szkło obu warstw jest szkłem sodowym popiołowym i reprezentuje typ chemiczny $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$.

Niewielkie różnice w rezultatach uzyskanych obu metodami wynikają z faktu, że szkła zabytkowe są niejednorodne i wyniki badań przeprowadzonych w różnych miejscach tych okazów mogą się nieco różnić; jak badania te wykazały, w przypadku omawianego paciorka nie mają one wpływu na ocenę przynależności jego tworzywa do wymienionego typu szkła.

W szkłe obu warstw występuje niewiele składników barwiących, i to, z wyjątkiem żelaza, w ilościach śladowych. Fe_2O_3 , który jest naturalną domieszką piasku, występuje w obu warstwach w niewielkim stężeniu. Jego barwiący wpływ mógł zostać nieco wzmocniony



Ryc. 8. Widmo EDS warstwy metalicznej paciorka nr 172:3/97. Wykres wykonął P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 8. EDS spectrum of the metallic layer of bead inv. no. 172:3/97. Plot prepared by P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

tlenkiem tytanu TiO_2 , którego udział jest jednak bardzo niewielki. Ale ich działanie zneutralizowała domieszka tlenku manganu, MnO , który w szkłe warstwy wewnętrznej wystąpił w ilości 1,974%, a warstwy zewnętrznej >2,5% (Tabele 4; 5; Ryc. 6) i może też niewielka ilość antymonu Sb_2O_3 , która została zare-

jestrowana tylko metodą EPMA (0,096% w warstwie wewnętrznej i 0,121% – w zewnętrznej; Tabela 4). Zabiegi te przyczyniły się do znacznego oczyszczenia masy szklanej z niekorzystnych domieszek; dzięki zastosowaniu wymienionych środków szkło warstwy wewnętrznej zachowało tylko lekko zielonkawą barwę, a zewnętrznej jest prawie bezbarwne. Użycie przez wytwórcę większej ilości MnO i Sb₂O₃ przy uzupełniającej obróbce szkła wykorzystanego do wykonania warstwy zewnętrznej miało na celu silniejsze jego odbarwienie i uzyskanie szkła prawie bezbarwnego, dzięki czemu była dobrze widoczna folia srebrna.

Badając makroskopowo ten paciorek, nie stwierdzono obecności warstwy metalicznej. Jej występowanie i rodzaj metalu – srebro – zaobserwowano na obrazie BSE (Ryc. 7) i za pomocą widma EDS (Ryc. 8), a metodą LA-ICP-MS określono procentową zawartość srebra w szkłe warstwy zewnętrznej (0,008%; Tabela 5). Nie jest wykluczone, że było ono naniesione bardzo cienką warstwą w postaci mieszaniny sproszkowanego srebra z wodą. W trakcie używania paciorka w przeszłości i długiego zalegania w ziemi srebro uległo zniszczeniu (usunięciu, wymyciu). Zachowały się tylko jego ślady, które znalazły się w szkłe w wyniku spajania na gorąco trzech warstw rurki i formowania tego okazu. Natomiast obecności warstwy złożonej z Pb, P i Al, widocznej na zdjęciu BSE (Ryc. 7:2) – cechy nie rejestrowanej dotychczas w badaniach nad tymi paciorkami – nie będziemy tu komentować. W składzie szkła ółów nie został ujawniony (Tabele 4; 5).

Opisane wyniki analiz pokazały, że szkło obu warstw zostało dobrze wytopione i odznacza się wysoką jakością.

Bardzo podobne wartości proporcji i sum głównych składników szkłotwórczych świadczą, że obie warstwy zrobiono z takiego samego szkła wytopionego prawdopodobnie z tego samego zestawu⁸. Nie wielkie różnice sięgające zaledwie dziesiątych i setnych części jednostek obliczeniowych, a w dwóch przypadkach (CaO/Al₂O₃ i K₂O/[Na₂O+K₂O] x 100%) – niewiele ponad 1 do 2 (Tabela 6) nie mają znaczenia wobec wspomnianej niejednorodności dawnych szkieł. Natomiast wymienione wyżej różnice w zawartości składników odbarwiających, MnO i Sb₂O₅, w szkłe warstwy wewnętrznej i zewnętrznej, są wynikiem zabiegu intencjonalnego.

Zasięg terytorialny i chronologiczny występowania szkieł typu Na₂O•K₂O•CaO•MgO•Al₂O₃•SiO₂ jest bardzo duży. Znane są w okresie starożytnym na terenie Egiptu, Mezopotamii i Kaukazu. W okresie rzymskim stanowią stosunkowo niewielki odsetek szkieł tego czasu, pojawiając się na obszarach europejskich, natomiast w średniowieczu rozpowszechniają się w znacznej liczbie na ogromnym terytorium obejmującym kontynenty: europejski, azjatycki i afrykański. Występują m.in. w Egipcie, Syrii, na obszarach należących do imperium bizantyńskiego, głównie – w jego prowincjach. Były produkowane na Wschodzie, ale także w Starej Ładodze (w VIII-IX w.) i w Haithabu; w tych ostatnich dwóch ośrodkach był przetwarzany surowiec szklany i półfabrykaty importowane ze Wschodu (DEKÓWNA 1980:141, 193, tabela 50; DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:135; 2016a:159, tabela 3.5.3.:1-4; w pracach tych cytowana jest starsza literatura).

Pod względem ilościowej zawartości głównych składników szkłotwórczych oraz proporcji i sum tych ostatnich pojedyncze podobieństwa do składu szkła paciorka nr inw. 172:3/97 wykazują niektóre szkła z okresu rzymskiego (Salona – II w., Zakrzów – IV w.) i wczesnośredniowiecznego z: Bajłakanu – XI-XIII w. (dotyczą one podobieństwa w zakresie elementów receptury – [Na₂O+K₂O]/[CaO+MgO], rzadziej cech surowca wapniowo-magnezowego; DEKÓWNA 1980, tabela 35:6, 7, 19). Więcej analogii znajdujemy wśród wczesnośredniowiecznych paciorków segmentowych dekorowanych warstwą srebra odkrytych w: Janowie Pomorskim w zespołach przemieszanych zawierających zabytki z wczesnego średniowiecza i okresu wpływów rzymskich (DEKÓWNA, PUROWSKI 2012, tabela 15:2, 3, 4 – polegają też na zastosowaniu podobnej receptury do wytopu tych szkieł, poświadczonej przez wartości następujących wskaźników – [SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃]/[Na₂O+K₂O], [Na₂O+K₂O]/[CaO+MgO] oraz SiO₂/[CaO+MgO]), w skarbie z Zawady Lanckorońskiej, z IX-X w. (DEKÓWNA 1999, tabela 2:3, 4, 7, 12, 13 – cechy surowca wapniowo-magnezowego CaO/MgO, CaO+MgO, rzadziej recepturalne), w Szczecinie na Wzgorzu Zamkowym, w warstwie z połowy VIII w.–1 ćwierci IX w. (DEKÓWNA 1980, tablica

⁸ Więcej podobieństw w składzie szkła warstwy zewnętrznej do wewnętrznej widocznych jest w wynikach analizy LA-ICP-MS (Tabela 6).

65:1 – cechy receptury, cechy surowca alkalicznego i wapniowo-magnezowego; chronologia warstwy – DEKÓWNA 1983, tabela 12), w Bodzi, w szkle paciorków wykonanych z rurki jednowarstwowej odkrytych w grobach z 2 połowy X lub X/XI w. (cechy receptury) oraz w szkle paciorka segmentowego zdobionego srebrną folią, znalezione w grobie z lat 980/990–1030 (cechy receptury i surowca alkalicznego) – należącego do nieco innego, lecz bardzo zbliżonego do tu omawianego szkła typu chemicznego – $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a, tabela 3.5.3.:3, 4, 5, 6). Przytoczone analogie nie dają podstaw – ze względu na małą ich liczbę i w niektórych przypadkach brak ścisłej zbieżności z cechami składu szkła omawianego paciorka – do określenia rejonu, w którym wytopiono szkło, z jakiego był on zrobiony. Dobra jakość tego szkła, o czym wyżej wspomiano, przemawiałaby za jego pochodzeniem z warsztatu bizantyńskiego (prowincjonalnobizantyńskiego?).

Tabela 4. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 172:3/97 z Dziekanowic zrobionego techniką wyciągania (odmiana 2) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$

Table 4. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of bead 172:3/97 from Dziekanowice produced using the drawing technique (variant 2) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	1:172:3/97	
Nr grobu	55/97	
Datowanie grobu	XI w.	
Próbka	warstwa wewnętrzna	warstwa zewnętrzna
Przezroczystość i barwa szkła	częściowo słabo, a częściowo wyraźnie przejrzyste, lekko zielonkawe	częściowo słabo, a częściowo wyraźnie przejrzyste, prawie bezbarwne
Nr analizy	09/1-3	09/4-6
Składniki (w % wagowych)		
SiO ₂	62,846	61,771
Na ₂ O	16,247	16,702
K ₂ O	3,501	3,921
CaO	6,289	5,683
MgO	4,824	4,792
Al ₂ O ₃	2,874	3,224
Fe ₂ O ₃	0,999	0,942
MnO	1,974	2,662
Sb ₂ O ₅	0,096	0,121
PbO	<	<
CoO	<	<
CuO	<	<
BaO	0,102	0,074
TiO ₂	0,112	0,096
SnO	<	<
NiO	<	<
ZnO	<	<
As ₂ O ₅	<	<
P ₂ O ₅	0,267	0,282
SrO	0,193	0,173
ZrO ₂	<	<
SO ₃	0,277	0,280
Cl	0,707	0,761

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Tabela 5. Wyniki analizy wykonanej metodą LA-ICP-MS składu chemicznego warstwy zewnętrznej szkła paciorka nr inw. 172:3/97 z Dziekanowic zrobionego techniką wyciągania (odmiana 2) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$

Table 5. Results of the LA-ICP-MS chemical composition analysis of the glass outer layer of bead 172:3/97 from Dziekanowice produced using the drawing technique (variant 2) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	1:172:3/97
Nr grobu	55/97
Datowanie grobu	XI w.
Przezroczystość i barwa szkła	częściowo słabo, a częściowo wyraźnie przejrzyste, prawie bezbarwne
Nr analizy	9a
Składniki (w % wagowych)	
SiO ₂	60,85
Na ₂ O	16,21
K ₂ O	3,661
CaO	6,153
MgO	4,748
Al ₂ O ₃	3,686
Fe ₂ O ₃	0,6198
MnO	2,533
Sb ₂ O ₅	<
PbO	<
CuO	0,0057
SnO ₂	0,0004
P ₂ O ₅	<
AgO	0,0087
Składniki (w mg/kg)	
Au ₂ O ₃	<
Li ₂ O	23,4
Cl	<
B ₂ O ₃	400,8
Sc ₂ O ₃	<
TiO ₂	1205,5
V ₂ O ₅	25,9
Cr ₂ O ₃	121,6
NiO	<
CoO	8,2
ZnO	93,8
As ₂ O ₅	<
Rb ₂ O	21,5
SrO	653,3
Y ₂ O ₃	6,5
ZrO ₂	78,9
Mo ₂ O ₃	11,9
CdO	<
Cs ₂ O	0,8
BaO	529,8
La ₂ O ₃	5,8
Ce ₂ O ₃	11,4
Pr ₂ O ₃	1,2
Nd ₂ O ₃	8,0

Eu ₂ O ₃	1,0
Gd ₂ O ₃	2,5
Tb ₂ O ₃	0,6
Dy ₂ O ₃	2,6
Ho ₂ O ₃	0,6
Er ₂ O ₃	1,5
Tm ₂ O ₃	0,4
Yb ₂ O ₃	1,7
Lu ₂ O ₃	<
HfO ₂	2,3
W ₂ O ₃	4,4
Hg ₂ O	<
Bi ₂ O ₃	<
ThO ₂	2,1
UO ₂	1,1

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Tabela 6. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle paciorka nr inw. 172:3/97 z Dziekanowic wykonanego techniką wyciągania (odmiana 2) ze szkła typu Na₂O•K₂O•CaO•MgO•Al₂O₃•SiO₂

Table 6. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of bead 172:3/97 from Dziekanowice produced using the drawing technique (variant 2) from glass of Na₂O•K₂O•CaO•MgO•Al₂O₃•SiO₂ type

Nr grobu	55/97		
Datowanie grobu	XI w.		
Próbka	warstwa wewnętrzna	warstwa zewnętrzna	
Przezroczystość i barwa szkła	częściowo słabo, a częściowo wyraźnie przejrzyste, lekko zielonkawe	częściowo słabo, a częściowo wyraźnie przejrzyste, prawie bezbarwne	
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	LA-ICP-MS
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 4	tabela 4	tabela 5
L.p.	1	2	3
Składniki			
Na ₂ O/K ₂ O	4,64	4,26	4,43
Na ₂ O+K ₂ O	○19,75	20,62	○19,87
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃	77,83	○76,41	○76,06
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)	○3,94	3,71	○3,83
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	66,72	○65,94	○65,16
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)	○3,38	○3,20	○3,28
CaO/MgO	○1,30	1,19	○1,30
CaO+MgO	11,11	○10,48	○10,90
(Na ₂ O+K ₂ O)/(CaO+MgO)	○1,78	1,97	○1,82
SiO ₂ /(CaO+MgO)	○5,66	5,90	○5,58
Al ₂ O ₃	2,87	○3,22	○3,69
CaO/Al ₂ O ₃	2,19	○1,76	○1,67
K ₂ O/(Na ₂ O+K ₂ O) x 100%	17,73	19,01	18,42
MgO/(CaO+MgO) x 100%	○43,41	45,75	○43,56

Uwaga: symbolem ○ oznaczono wyniki podobne. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono symbol podkreślony.

Zasięg chronologiczny i terytorialny występowania paciorków segmentowych produkowanych techniką wyciągania i ornamentowanych metalową wkładką był przedstawiany w wielu pracach publikowanych (ich omówienie zob. m.in. DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:120-123, a ostatnio RUMÂNCEVA 2015b:102nn.). Na ogół przyjmuje się, że pojawiły się w okresie hellenistycznym, były wówczas zdobione złotą folią. W okresie rzymskim były znane w całej Europie, Afryce Północnej, Azji Przedniej i Środkowej. Około I w. n.e. pojawiły się w Egipcie egzemplarze dekorowane srebrną folią. Po pierwszych dwóch stuleciach n.e. paciorki segmentowe zanikają w Europie Zachodniej, ale stale są powszechne w Europie Wschodniej. W 2 połowie I tys. obszar ich rozprzestrzenienia znacznie się powiększa, lecz pogarsza się ich jakość. We wczesnym średniowieczu występowały najliczniej w VIII–IX w., jakkolwiek znane były też w X w., a pojedyncze egzemplarze spotykane są jeszcze w zespołach archeologicznych z XI w. Na terenie Polski paciorki omawianego typu na stanowiskach wczesnośredniowiecznych występują najczęściej w liczbie pojedynczych lub zaledwie kilku okazów (wyjątkiem jest cytowany wyżej skarb z Zawady Lanckorońskiej zawierający 50 takich paciorków; DEKÓWNA 1999:25-49). Większość znalezisk przypada na IX–I połowę X w., ale sporadycznie pojawiają się w zespołach datowanych na XI w. (DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:123). Na Rusi odkrywano je na stanowiskach z X–XI, a nawet XII w. (STOLYAROVA 2018, tabela 17).

Podsumowując powyższe uwagi, można tylko powtórzyć domysł oparty na wynikach analizy cech technologicznych szkła omawianego paciorka, a głównie na stwierdzeniu, iż odznacza się ono wysoką jakością, że mogło być wytopione w jakiejś pracowni bizantyńskiej (prowincjonalnobizantyńskiej?), której nie można zlokalizować. Być może w tym samym warsztacie zrobiono z niego ten paciorek. Jego pojawienie się w Dziekanowicach przypada na ostatnią fazę występowania tego typu paciorków (XI w.). Nie jest wykluczone, że stanowi on wyrób wcześniejszy.

2.1.2. Paciorki zrobione techniką nawijania

Metodą tą wykonano większość paciorków znalezionych na cmentarzysku w Dziekanowicach, których sposób produkcji udało się określić.

Technika ta była stosowana w różnych wariantach, których cechą wspólną była zasada nawijania masy szklanej lub pałeczki, bądź taśmy szklanej na rozgrzany pręt metalowy.

Występujące w szkle paciorków wytwarzanych sposobem nawijania elipsoidalne pęcherze gazowe i kapilary układają się spiralnie w stosunku do osi kanałika. Na powierzchniach widoczne są czasem niewytopione brzegi taśmy lub nitki, z których zrobiono te paciorki, a krawędzie przyotworowe – o ile ich nie zagładzono – są nierówne, niekiedy występuje na nich brzeg taśmy lub koniec nitki szklanej.

Wśród okazów wykonanych techniką nawijania wyróżniamy paciorki zrobione dwoma odmianami tej techniki: 1. obejmującą egzemplarze ze szkła jednowarstwowego; 2. składającą się z okazów ze szkła dwuwarstwowego.

W celu uporządkowania tej licznej grupy owych ozdób wykorzystaliśmy formalne kryteria klasyfikacji, którymi – wobec niewielkiej liczby analiz składu chemicznego szkła – mogły być tylko cechy „zewnątrzne”. Przyjęliśmy więc następujący schemat prezentacji tych ozdób (skonstruowano go według zasady zastosowanej w *Principes...* 2002):

2.1.2.1. paciorki ze szkła jednowarstwowego

2.1.2.1.1. paciorki jednobarwne

2.1.2.1.1.1. paciorki jednoczęściowe

2.1.2.1.1.1.1. niezdobione

2.1.2.1.1.1.2. zdobione

2.1.2.1.1.1.3. nie można określić

2.1.2.1.1.1.4. brak danych

2.1.2.1.1.2. paciorki wieloczęściowe

2.1.2.1.1.3. nie można określić

2.1.2.1.1.4. brak danych

- 2.1.2.1.2. paciorki wielobarwne
- 2.1.2.1.3. nie można określić
- 2.1.2.1.4. brak danych
- 2.1.2.2. paciorki ze szkła dwuwarstwowego
 - 2.1.2.2.1. z metalową folią
 - 2.1.2.2.2. nie można określić
 - 2.1.2.2.3. brak danych
- 2.1.2.3. nie można określić
- 2.1.2.4. brak danych

W ramach powyższych segmentów paciorki są przedstawione według kształtu tych okazów i barwy szkła w kolejności, w jakiej cechy te są sklasyfikowane w *Principes...* (2002:124-126 oraz *Atlas des couleurs*).

Pozycje „nie można określić” i „brak danych” stanowią – według zasady sporządzania tego typu klasyfikacji – konieczne uzupełnienie każdego z jej segmentów, dzięki czemu podział ten jest wyczerpujący. Znaleziska paciorków z cementarzystka w Dziekanowicach należące do tych członów podziału przedstawione są w podrozdziale 2.1.5. oraz Tabeli 1, w rubryce 9.

2.1.2.1. Paciorki ze szkła jednowarstwowego (odmiana 1)

2.1.2.1.1. Paciorki jednobarwne

Grupa ta składa się przeważnie z paciorków charakteryzujących się formami, które są znane w różnych okresach i na różnych obszarach. Z powodu tej uniwersalności ich cech formalnych, a także techniki produkcji (technika nawijania jest dość powszechnie stosowaną metodą wyrobu tych ozdób w różnych odcinkach dziejów), ich analiza nie dostarcza wystarczających przesłanek do wysuwania wniosków na temat pochodzenia i chronologii owych okazów. O ile więc nie był badany ich skład szkła, to w większości przypadków musieliśmy się ograniczyć tylko do ich sklasyfikowania i krótkiego opisu (zob. też wyżej, podrozdział 2.1.).

2.1.2.1.1.1. Paciorki jednoczęściowe

2.1.2.1.1.1.1. Niezdobione

Paciorki kulistopodobne. Należą do nich przede wszystkim 2, a prawdopodobnie 5 lub 6 okazów.

Pierwszy z nich, nr inw. 172:5/99, wchodzi w skład kolii, zawierającej 85 paciorków (zob. Tabela 1 oraz Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 7:172:5/99), odkrytej w grobie 49/99 datowanym na XI w. Zrobiony jest ze szkła przejrzystego *czarnego*.

Drugi, nr inw. 120/03, o kształcie zbliżonym do kulistego (pośrednim pomiędzy kulistym a cylindrycznym), ze szkła wyraźnie przejrzystego *niebieskiego*, znalazł się w grobie 65/03 pochodzącym z XI-XII w. Widoczne odchylenie krawędzi otworu A (górnego na Ryc. 2:120/3 i w *Katalogu...* [Purowski w tym tomie] na Ryc. 10:120/03) powstało przy wyjmowaniu z jego kanałika pręta, na którym formowano ten okaz. Krawędzie obu jego otworów zostały jednak starannie obtopione. Zbadano jego skład szkła. Analiza, którą wykonano metodą LA-ICP-MS (Tabela 7) wykazała, że należy ono do pierwszej odmiany szkieł sodowych (wytapianej na sodzie mineralnej) i reprezentuje typ chemiczny $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$. Zawiera stosunkowo mało nieintencjonalnych domieszek barwiących; zostały one zneutralizowane tlenkiem antymonu Sb_2O_5 , który wystąpił w nim w znacznej ilości (1,922%); już ponad 0,1% ilość tego składnika ma działanie odbarwiające (*Principes...* 2002:196; tabela 4; zob. też SAYRE 1963; NOWOTNY 1969:168). Kolor niebieski zawdzięcza niewielkiej zawartości tlenku kobaltu (641,1 mg/kg; Tabela 7), który jest silnym barwnikiem, już jego dodatek w ilości >0,005% barwi szkło (*Principes...* 2002:194, tabela 3).

Szkło paciorka nr inw. 120/03 należy do tego samego typu chemicznego, co tworzywo omówionego wyżej okazu nr inw. 18/00 wykonanego techniką wyciągania pierwszej odmiany. Analiza proporcji i sum głównych składników szklotwórczych w szkłe paciorka nr inw. 120/03 wykazała tylko pojedyncze jego podobieństwa do szkieł typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ znalezionych zarówno na cmentarzysku w Dziekanowicach, jak i na innych stanowiskach (Tabele 3; 8:3 oraz np. DEKÓWNA, PUROWSKI 2012: tabela 7).

Tabela 7. Wyniki analizy wykonanej metodą LA-ICP-MS składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 120/03 z Dziekanowic zrobionego techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$
Table 7. Results of the LA-ICP-MS chemical composition analysis of glass of bead 120/03 from Dziekanowice produced using the winding technique (variant 1) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	2:120/03
Nr grobu	65/03
Datowanie grobu	XI-XII w.
Próbka	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste niebieskie
Nr analizy	34a
Składniki (w % wagowych)	
SiO ₂	71,91
Na ₂ O	12,36
K ₂ O	0,682
CaO	6,711
MgO	0,529
Al ₂ O ₃	2,283
Fe ₂ O ₃	0,595
MnO	0,293
Sb ₂ O ₅	1,922
PbO	0,784
CuO	0,238
SnO ₂	0,013
P ₂ O ₅	<
AgO	<
Składniki (w mg/kg)	
Au ₂ O ₃	<
Li ₂ O	31,8
Cl	<
B ₂ O ₃	1321
Sc ₂ O ₃	<
TiO ₂	1086
V ₂ O ₅	32,3
Cr ₂ O ₃	335,6
NiO	<
CoO	641,1
ZnO	<
As ₂ O ₅	297
Rb ₂ O	9,7
SrO	815
Y ₂ O ₃	11,6

ZrO ₂	80,3
Mo ₂ O ₃	<
CdO	<
Cs ₂ O	<
BaO	141,8
La ₂ O ₃	6,3
Ce ₂ O ₃	12,2
Pr ₂ O ₃	2,5
Nd ₂ O ₃	21,5
Eu ₂ O ₃	<
Gd ₂ O ₃	<
Tb ₂ O ₃	<
Dy ₂ O ₃	<
Ho ₂ O ₃	<
Er ₂ O ₃	<
Tm ₂ O ₃	<
Yb ₂ O ₃	<
Lu ₂ O ₃	<
HfO ₂	<
W ₂ O ₃	<
Hg ₂ O	<
Bi ₂ O ₃	<
ThO ₂	<
UO ₂	<

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Tylko jeden wskaźnik – CaO/Al₂O₃ – ma podobną wartość jak charakteryzująca szkła wszystkich innych okazów z cmentarzyska w Dziekanowicach przedstawionych w Tabeli 8 i wymienionego w Tabeli 3:14, a także w szkłe przedmiotów z Verginy (około 340 r. p.n.e.), Syrii (znalezisko luźne) i Krefeld-Gellep (1 poł. V-pocz. VI w.) (Tabela 3:4, 6, 9). Jak wyżej wspomniano (przy omawianiu paciorka nr inw. 18/00), według niektórych badaczy proporcja tych związków ma diagnostyczne znaczenie dla szkieł sodowych, gdyż jest jedną z przesłanek określających źródło piasku. Jeśli przyjąć tę hipotezę, to wspomniane zbieżności wskazywałyby, że do wytopu wymienionych szkieł zastosowano piasek pochodzący z tych samych źródeł. Nie mamy jednak możliwości ich zlokalizowania.

Biorąc pod uwagę takie okoliczności jak: typ chemiczny tego szkła, mający korzenie sięgające szklarstwa pradziejowego, okresu rzymskiego i bizantyńskiego (zob. wyżej), zastosowanie technologii odbarwiania i barwienia szkła o bardzo starych tradycjach, we wczesnym średniowieczu raczej nie, lub rzadko, wykorzystywanej, środkowoazjatyckie pochodzenie kobaltu używanego przez szklarskie ośrodki bliskowschodnie w różnych czasach (zob. np. TURNER 1956:179T; SAYRE 1963; HENDERSON 2013: 69-77), można przyjąć, że paciorek nr inw. 120/03 jest importem z warsztatu funkcjonującego na terenie imperium bizantyńskiego lub na innych obszarach gdzie działały pracownie stosujące dawne technologie lub przetwarzające surowiec szklany i półfabrykaty sprowadzane z Bliskiego Wschodu. W Dziekanowicach, w grobie datowanym na XI-XII w. znalazł się jako przeżytek, wyrób o znacznie starszej metryce.

Do grupy tej należą prawdopodobnie jeszcze 3 albo 4 okazy, oznaczone numerami inw.: 172:45, 48, 53, 85/99 z wzmiankowanego wyżej grobu 49/99 (XI w.). Ich szkło jest skorodowane, odszklone, nie są widoczne elementy jego struktury, brak jest więc bezpośrednich danych, które umożliwiłyby określenie sposobu ich wykonania (w Tabeli 1 umieszczone są w rubryce 9; por. też Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 8). Lecz można próbować ją odtworzyć, rozpatrując inne ich cechy. Na przykład uformowanie

krawędzi otworów kanalika tych okazów świadczy, że okazy te nie są wykonane techniką wyciągania, przezroczystość i barwa szkła trzech z nich (nr inw. 172:45, 53, 85/99 – nieprzezroczyste białoszare), że nie były zrobione sposobem spiekania (co prawda te cechy są wynikiem odszklania szkła), a grubość ich ścianek – że nie zrobiono ich metodą wydmuchiwania. Można więc brać pod uwagę tylko technikę nawijania. Natomiast jeśli chodzi o okaz nr inw. 172:48/99, ze szkła nieprzezroczystego *brązowego* (Purowski w tym tomie), to nasuwają się wątpliwości, czy nie był on zrobiony techniką spiekania, lecz stan jego zachowania oraz brak obrazu BSE nie dają możliwości rozstrzygnięcia tej kwestii.

Paciorki w kształcie wycinka kuli⁹. Stanowią najliczniejszą grupę wśród paciorków wykonanych techniką nawijania odmiany 1, jednoczęściowych, niezdobionych. Zrobione są ze szkła o różnym stopniu przezroczystości i różnych barwach.

Ze szkła *czerwonego* wykonane są 2 paciorki: 1 (prawie cały) ze szkła opakowego, nr inw. 203/94, z grobu 64/94 (X/XI w.)¹⁰, i drugi, (zachowany w 1/2), ze szkła nieprzezroczystego, nr inw. 172:68/99, wchodzący w skład kolii złożonej z 85 egzemplarzy (zob. jednak Purowski w tym tomie), odkrytej w grobie 49/99 (XI w.).

Był zbadany skład chemiczny szkła tego drugiego okazu (Ryc. 2:172:68/99 oraz Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 8:172:68/99). Wynik analizy świadczy, że jest to szkło ołowiowe odmiany 2, ołowiowe bezalkaliczne typu $PbO \cdot SiO_2$, barwione i mącone tlenkiem miedzi ($CuO - 0,860\%$; Tabela 9:1). Miedź barwi szkło na czerwono jeśli występuje w nim w postaci Cu_2O w ilości $>0,1\%$ i zamąca je, gdy jego udział w nim wynosi $\geq 1\%$ (*Principes...* 2002:194, tabela 3, 198, tabela 5).

Według M.A. Bezborodova i V.A. Galibina szkła ołowiowo-krzemowe bezalkaliczne, znajdowane w zespołach z XI-XIII w. na terenie europejskiej części byłego ZSSR, są, obok wyrobów ze szkła ołowiowo-potasowo-krzemowego potażowego (zob. dalej), charakterystyczne dla szklarstwa ruskiego (BEZBORODOV 1956:261-266). Badacz ten stwierdził, że receptura sporządzenia zestawu, z którego szkła te wytapiano, zakładała zmieszanie 2-4 części ołowiu (Pb) lub 2,4-4,3 części tlenku ołowiowego (PbO) i 1 części piasku i była stosowana na Rusi od przełomu X na XI w. (BEZBORODOV 1956:183; 1969:160, tabl. B15). V.A. Galibin pisze, że średnia zawartość ołowiu w szklach produkowanych na Rusi wynosi 50-70%; szkło takie topi się w temperaturze 600-800° (GALIBIN 2001:81-82). W Polsce szkła ołowiowe bezalkaliczne występowały od X w. Przyjmuje się, że mogły tu być wytwarzane od 2 połowy tego stulecia. Zdaniem J. Olczaka zestawy, z których wytopiono szkło niektórych ze znalezionych na naszych ziemiach wyrobów, sporządzono z 3-4 części Pb i 1 części piasku. Badacz ten przypuszczał, że technologia ta została u nas przyjęta z Nadrenii i z Kijowa (OLCZAK 1968:208-213).

Odkrycia ostatnich kilkudziesięciu lat przedmiotów wykonanych ze szkła tego typu oraz wzrost liczby publikacji wyników analiz składu chemicznego szkła zmieniły obraz rozwoju technologii ołowiowo-krzemowej i pokazały, że jest on o wiele bardziej złożony niż się dawniej wydawało.

Szkła tej odmiany występują na Dalekim Wschodzie (Chiny – lata 206 p.n.e.-220 n.e.; VII-VIII w. n.e.; uważa się, że były tu produkowane od VI-VII w., a może nawet wcześniej; Korea – I w. p.n.e.-I w. n.e. i IV-VII w.; w Japonii były wytwarzane w końcu VII w.), w VIII w. pojawiły się na północnym Kaukazie, w VIII-IX w. w Niemczech, od X w. na Wyspach Brytyjskich (dane te zebrane są w pracy: DEKÓWNA [2010] 2015a:279-284).

Szeroko rozumiana problematyka dotycząca tej odmiany szkieł ołowiowych: źródła, kierunki i chronologia przenoszenia tej technologii na różne obszary oraz pochodzenie przedmiotów wykonanych ze szkła tego typu pojawiających się na tych obszarach (import, produkcja miejscowa z surowców wyjściowych, przetwarzanie importowanego surowca szklanego i półfabrykatów) wymaga jeszcze wielu studiów, których w tej pracy nie możemy przeprowadzić. Z tego względu także kwestia pochodzenia i datowania, paciorka nr inw. 172:68/99 musi na razie pozostać otwarta.

⁹ Wszystkie omówione tu, jak i w innych podrozdziałach paciorki mają kształt wycinka środkowej części kuli. W celu ujednoczenia dotyczącego ich nazewnictwa ze stosowanym w *Katalogu...* (Purowski w tym tomie), w niniejszym artykule używamy także nazwy skróconej.

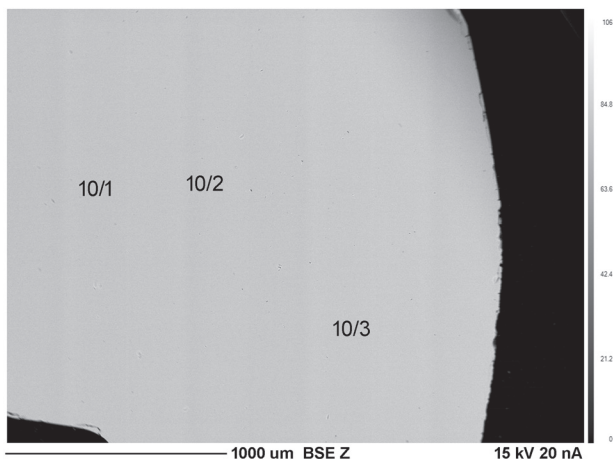
¹⁰ Paciorki z grobu dziecka nr 64/94 zostały opublikowane przez A. i J. Wrzesińskich (1995:211-212, ryc. 3). Są to okazy nr inw. 195/94, 196/94, 203/94 i 190/94 naszyte na opaskę z tkaniny.

Porównaliśmy tylko proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych występujących w tym szkłe z takimi samymi danymi charakteryzującymi szkło niektórych innych przedmiotów (zasady obliczania owych wskaźników zob. DEKÓWNA 1980:313¹¹). Nie znajdujemy jednak zbieżności w tym zakresie (tabela 10:1 i DEKÓWNA 1980, tabele 92; 93) z wyjątkiem jednej, polegającej na podobnej proporcji PbO/(100%-PbO) w szkłe omawianego paciorka i paciorka nr inw. 59:72/99 z Dziekanowic z grobu 65/98 datowanego tak jak grób 49/99 na XI w. (Tabela 10:1, 2). Proporcja głównych składników szklotwórczych (PbO/SiO₂) występujących w składzie szkła okazu nr inw. 172:68/99, wynosząca 2,31 (Tabela 10:1) jest bardzo zbliżona do dolnej granicy wartości tej proporcji wyliczonej przez M.A. Bezborodova dla szkieł wykonanych, jego zdaniem, przez szklarzy staroruskich (2,4-4,3), natomiast odbiega od charakteryzującej szkło niektórych wyrobów występujących na terenie Polski (3-4; zob. wyżej), lecz ta ostatnia oparta była na stosunkowo małej próbie.

Ze szkła *pomarańczowego* nieprzezroczystego został zrobiony 1 okaz, nr inw. 59:78/99, znaleziony w grobie 65/98 (XI w.); ze szkła *żółtego* różnych odcieni, słabo przejrzystego – okazy wchodzące w skład kolii, odkrytej w grobie 69/96 (X/XI w.), nry inw. 206:3, 26, 41 (ułamki)/96; kolii z grobu 49/99 (XI w.), nr inw. 172:30/99 i kolii z grobu 57/01 (XI w.; zachowane we fragmentach), nry inw. 126:1/01 i 126:2/01; żółtawego nieprzezroczystego – 3 paciorki z kolii odkrytej w grobie 65/98 (XI w.), nry inw. 59:27, 30, 31/99; *zielonego* różnych odcieni, słabo przejrzystego – paciorki z grobu 49/99 (XI w.), nry inw. 172:50, 64, 87, 91, 106, 110/99, wyraźnie przejrzystego – nry inw.: 172:99, 101, 102/99; z warstwy II (XI w.) – nr inw. 96/92 (zob. ryc. 3:96/92 – pozostałości i ślady techniki nawijania), z grobu 54/98 (XI-XII w.) – nr inw. 203/98.

Wykonano analizę składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 203/98. Jego skład szkła był badany dwoma metodami: EPMA i LA-ICP-MS.

Jest to paciorek starannie zrobiony: o regularnym kształcie, krawędziach przyotworowych zaokrąglonych dwustronnie (zostały obtopione) (Ryc. 1:203/98; Purowski w tym tomie, Ryc. 5:203/98). Technika wykonania została poświadczona m.in. widoczną w szkłe smugą pęcherzy gazowych biegnącą spiralnie w stosunku do kanałika (Ryc. 3:203/98). Szkło jest wyraźnie przejrzyste jasnozielone, dobrze wytopione (Ryc. 9), dobrej jakości, o czym świadczy m.in. wyjątkowo dobry – w porównaniu z innymi paciorkami z cmentarzyska w Dziekanowicach – stan jego zachowania (Ryc. 1:203/98; Purowski w tym tomie, Ryc. 5:203/98).



Ryc. 9. Obraz BSE szkła paciorka nr 203/98. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:32-34). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski
 Fig. 9. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 203/98. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:32-34). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

Jak wykazały analizy składu chemicznego szkła, z którego go wyprodukowano, szkło to należy do pierwszej odmiany szkieł sodowych (wytopionych z zestawu, do którego surowiec sodowy został wprowadzony w postaci sody mineralnej), do typu Na₂O•CaO•Al₂O₃•SiO₂ (Tabele 11:1; 12). Wyniki analiz przeprowadzonych dwoma wymienionymi metodami są zbieżne; niewielkie różnice, podobnie jak w poprzednio omówionych przypadkach, są rezultatem niejednorodności dawnych szkieł. Szkło tego okazu zawiera mało nieintencjonalnych domieszek barwiących. Nie wiadomo, jaki składnik nadał mu kolor zielony. Tlenek żelaza Fe₂O₃ – naturalna domieszka piasku, która zabarwia szkło na ten kolor, występuje tu w bardzo małej ilości (0,554% – EPMA; 0,380% – LA-ICP-MS), a w jeszcze mniejszych – tlenek miedzi CuO (0,004% – LA-ICP-MS). Szkło to

¹¹ Zmieniamy tu jednak kwalifikację niektórych z nich: sumy na różnice.

zawiera natomiast sporą ilość tlenku manganu MnO (1,460% – EPMA i 1,455% – LA-ICP-MS), który przyczynił się do jego częściowego odbarwienia (Tabele 11:1; 12; *Principes...* 2002:195, tabela 4; HENDERSON 2013:76).

W wyniku przeprowadzonych przez nas badań porównawczych proporcji i sum głównych składników szklotwórczych w składzie szkła omawianego paciorka i innych szkieł typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ stwierdzamy, że szkło okazu nr inw. 203/98 wykazuje pod tym względem mało analogii do szkieł tego typu znalezionych na cmentarzysku w Dziekanowicach (Tabela 8; zob. też wyżej uwagi dotyczące szkieł sodowo-wapniowo-glinowo-krzemowych zawarte w omówieniu paciorka nr inw. 18/00).

Rozpatrując kwestię pochodzenia i chronologii okazu nr inw. 203/98 można natomiast stwierdzić, że podobnie jak paciorek nr inw. 120/03 stanowi on wyrób jakiegoś warsztatu działającego na terenie imperium bizantyńskiego bądź na innym obszarze, na którym jednak istniały pracownie stosujące dawne technologie. W grobie 54/98 pochodzącym z XI-XII w. stanowi wręt znacznie wcześniejszy.

Tabela 8. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle paciorków z Dziekanowic wykonanych techniką nawijania (odmiana 1) za szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$

Table 8. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	1:203/98	1:11/01	2:120/03	2:102/06
Nr inw. paciorka	203/98	11/01	120/03	102/06
Nr grobu	54/98	7/01	65/03	96/06
Datowanie grobu	XI-XII w.	XI-XII w.	XI-XII w.	XIII w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	słabo przejrzyste niebieskie	wyraźnie przejrzyste niebieskie	opakowe białe
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	LA-ICP-MS*	EPMA
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 11:1	tabela 11:2	tabela 7	tabela 11:3
L.p.	1	2	3	4
Składniki				
$\text{N}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	34,42	32,76	18,12	25,97
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	15,62	*17,66	13,04	*17,48
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$	*82,06	76,91	*82,03	79,67
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	5,25	*4,36	6,29	*4,56
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$	73,11	69,91	74,79	72,59
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	*4,68	3,96	5,73	4,15
CaO/MgO	14,68	*13,61	12,69	*13,84
$\text{CaO}+\text{MgO}$	8,95	*7,00	*7,24	*7,08
$(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{CaO}+\text{MgO})$	*1,75	+2,52	*1,80	+2,47
$\text{SiO}_2/(\text{CaO}+\text{MgO})$	7,79	*9,49	9,93	*9,86
Al_2O_3	2,87	*2,25	*2,28	*2,23
$\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	*2,92	*2,9	*2,94	*2,95
$\text{K}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) \times 100\%$	*2,82	*3,0	5,23	3,71
$\text{MgO}/(\text{CaO}+\text{MgO}) \times 100\%$	6,38	*6,8	7,31	*6,74

Uwaga: symbolami *, + oznaczono wyniki podobne. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono symbol podkreślony.

* Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych wyliczono z ilości tych składników oznaczonych w % wagowych.

Paciorek nr inw. 89/05 (Ryc. 2:89/05; Purowski w tym tomie, *Katalog...* i Ryc. 11:89/05) ze szkła wyraźnie przejrzystego *turkusowego* wchodzi w skład kolii znalezionej w grobie 62/05, którego chronologia została określona na XI w. Analiza składu chemicznego szkła, wykonana metodą EPMA, świadczy, że zrobiono go ze szkła ołowiowego pierwszej odmiany, ołowiowo-alkalicznego, typu $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ ¹². Barwę nadał mu tlenek miedzi CuO (2,190%; Tabela 13:1).

Wśród szkieł ołowiowo-potasowych wydziela się szkła kilku typów chemicznych; różnią się one występowaniem lub brakiem w ich składzie tlenków: wapnia, magnezu lub glinu. Do tych ostatnich należy szkło typu $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ z Dziekanowic.

Zdaniem M.A. Bezborodova (1956:264) zestaw, z którego wytapiano tego typu szkła znane na Rusi składał się z 1 części potażu, 1 części ołowiu lub glejty i 2 części piasku. Potaż był wyrabiany z popiołu roślin kontynentalnych (drzew, słomy i in.). Był on źródłem przede wszystkim potasu, ale często też innych składników.

Na przełomie lat czterdziestych i pięćdziesiątych została przez Bezborodova sformułowana teza, że szkła ołowiowo-potasowo-krzemowe znajdowane w zespołach z XI-XIII w. na obszarze europejskiej części ówczesnego ZSRR stanowią wyrób szklarzy staroruskich i że wraz z technologią ołowiowo-krzemową są charakterystyczne dla szklarstwa ruskiego (BEZBORODOV 1956:239-250, 261-267). J.L. Szczapowa twierdziła wręcz, że „tradycja szklarstwa światowego nie zna szkła o [...] składzie” $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ i „jego pojawienie się na Rusi na początku XI w. stanowi zagadkę” (ŠAPOVA 1972:182), oraz że między innymi ono jest świadectwem wykształcenia się na Rusi na początku XI w. „samodzielnej szkoły szklarskiej” (ŠAPOVA 1983:183-185, ryc. 45). Szkła tego typu występują również w Polsce. J. Olczak sądził, że były tu produkowane także od XI w. (OLCZAK 1968:218-219).

M.A. Bezborodov, charakteryzując szkła typu $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ wyrabiane jego zdaniem na Rusi w okresie przedmongolskim, stwierdza, że ze względu na korzystne właściwości technologiczne i fizykochemiczne były najczęściej stosowane przez szklarzy staroruskich do wyrobu przedmiotów różnego przeznaczenia: paciorków, bransolet, szybek, kostek mozaikowych złożonych i wszelkiego rodzaju naczyń. Odznaczały się m.in. łatwością przyjmowania barwników, a także odpornością na krystalizację i wietrzenie. Na podstawie wyników analiz składu chemicznego tworzywa tego typu podaje następujący średni skład szkieł $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ produkowanych na Rusi: K_2O – 10,45-18,25%; PbO – 23,50-33,93%; SiO_2 – 52,80-62,20% (BEZBORODOV 1956:239).

V.A. Galibin również uważa, że omawiany tu typ szkła jest wynalazkiem szklarzy ruskich. Jego zdaniem wzrastające zapotrzebowanie w końcu I tys. ludności „młodego państwa staroruskiego” na wyroby szklane, którego nie mógł zaspokoić ich import, spowodowało konieczność stworzenia miejscowego szklarstwa opartego na miejscowych surowcach. W rezultacie na początku XI w. została opracowana recepta sporządzenia zestawu, z którego wytapiano szkła typu $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ i który składał się z trzech komponentów: piasku, potażu i ołowiu. Uśredniony skład tego typu szkieł zawiera 18-30% PbO i 10-20% K_2O . Szkło to jest bardziej trudnotopliwe niż ołowiowo-krzemowe; topi się w temperaturze 800-1000°C (GALIBIN 2001:82)¹³.

Zdaniem tego badacza specyficzną cechą szkieł $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ jest ograniczona ilość występujących w nich domieszek w odróżnieniu od szkieł wytapianych w tym czasie z zestawów sporządzanych według innych recept. Wynikało to z faktu, że w wykorzystywanym przez szklarzy piasku było mało

¹² W literaturze przedmiotu spotykane są różne zapisy nazwy tego typu szkieł, np. w pracach badaczy rosyjskich tlenek potasu wymieniany jest na pierwszym miejscu ($\text{K}_2\text{O}\cdot\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$), autorzy prac publikowanych w niektórych innych państwach wymieniają krzemionkę na pierwszym miejscu. Badacze polscy (i nie tylko oni) kierują się kryterium ilościowym. Jeśli stężenie PbO przewyższa w szkłe ilość alkaliów, to traktujemy je jako należące do odmiany ołowiowo-alkalicznej i tlenek ołowiu w nazwie szkieł tego typu umieszczany jest na pierwszym miejscu (szkło paciorka nr inw. 89/05 odpowiada takiej sytuacji), jeśli szkło zawiera mniejszą ilość PbO niż alkaliów, to określamy je jako reprezentujące odmianę alkaliczno-ołowiową i w nazwie takich szkieł alkalia wymieniane są na pierwszym miejscu (DEKÓWNA 1980:283).

¹³ V.A. Galibin cytuje opinię współautorki niniejszego opracowania o szklach omawianego typu, przekładając na język rosyjski dotyczący ich fragment ze *Szkła w Europie...* Nie jest to jednak tłumaczenie wierne: zmienia on nazwę tego typu, pisząc o szkłe potasowo-ołowiowym, podczas gdy we wspomnianym fragmencie wyraźnie jest mowa o szkłe ołowiowo-potasowym (DEKÓWNA 1980:285; GALIBIN 2001:82; zob. też wyżej przypis 12).

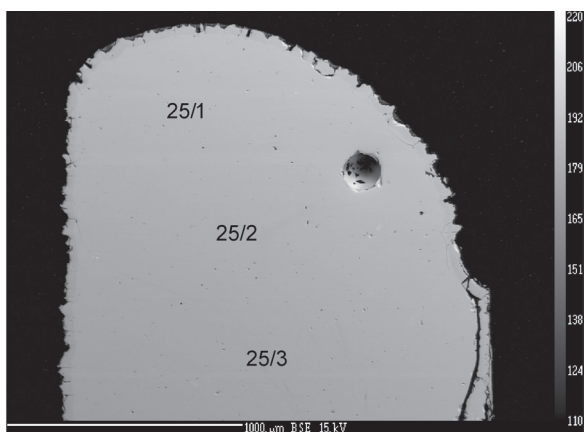
żelaza, a przy wyrobie potażu z popiołu żelazo pozostaje w nierozpuszczalnych osadach. Z tego powodu przy produkcji szkła tego typu nie było potrzeby używania środków odbarwiających (manganu, antymonu), gdyż było ono prawie bezbarwne. Do wyrobu staroruskiego szkła zarówno omawianego typu, jak i $\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$ stosowano zdaniami V.A. Galibina te same barwniki: miedź do barwienia na kolor turkusowy i czerwono-brązowy, żelazo – zielony, brązowy i czarny, węgiel – bursztynowo-brązowy. Mangan jako barwnik szkła fioletowego (w połączeniu z miedzią – jako barwnik niebieski) wykorzystywany był tylko do barwienia szkła ołowiowo-potasowego, a cyna – jako barwnik szkła żółtego – szkła ołowiowo-bezalkalicznego (przy wytwarzaniu szkliv). Jednocześnie cyna jako środek mączący była używana przy produkcji szkła staroruskiego obu typów (GALIBIN 2001:82-83).

Odkrycia z ostatnich kilkudziesięciu lat wskazują, że szkła ołowiowo-potasowe są znajdowane na wielu obszarach i były produkowane lub przetwarzane w różnych miejscach średniowiecznego świata. Shi Meiguang, He Ouli, Wu Zongdao, Zhou Fuzheng (1991:28) piszą, że szkła typu $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ wydają się powszechne w Chinach w X w. i w tym stuleciu były eksportowane do Japonii. M. Żuchowska (2016: 80) wspomina, że produkcja tego typu szkła (PbO – 30-50%, K_2O – 7-15%, SiO_2 – 30-60%, Na_2O – <1%) rozwija się w Chinach już w okresie tzw. Sześciu Dynastii (222-589). Odnotowano również pojawienie się tego typu szkieł w Europie Zachodniej i Środkowej. Na Wyspach Brytyjskich odkryto ślady produkcji szkieł ołowiowo-krzemowych (X-XI w.), ale wystąpiły tu również gładziki ze szkła ołowiowo-potasowo-krzemowego (BAYLEY 2009:257-259). K.H. Wedepohl pisze, że w Europie środkowej „woodash-lead glass”, a więc szkło wytapiane z zestawu składającego się z popiołu drzew oraz ołowiu (i piasku – M.D.) występuje w stuleciach VIII-XI i są to gładziki znalezione w Haithabu. Jego zdaniem przedmioty te były rozpowszechniane przez Wikingów (WEDEPOHL 2001:262-263; KRUEGER, WEDEPOHL 2003:94). O. Mecking, badając pozostałości pracowni przetwórczej z XIII w. ujawnionej w Erfurcie, w której produkowano paciorki i pierścionki ze szkła ołowiowego różnych typów, przeprowadziła szczegółową analizę porównawczą m.in. szkieł ołowiowo-potasowych, które tu wystąpiły i szkieł znalezionych w Europie Wschodniej i Środkowej. Stwierdza, że szkła takie rozpowszechniają się w Europie na ogromnym terytorium sięgającym od Anglii po Rosję. Wyróżnia wśród nich 3 grupy: zachodnioniemiecką, słowiańską i nową – środkowoeuropejską (wschodnie Niemcy, Polska, Słowacja, Czechy). Podstawą wydzielenia owych grup jest analiza proporcji dwóch składników występujących w tych szklach: $\text{K}_2\text{O}/\text{CaO}$ lub $\text{CaO}/\text{K}_2\text{O}$ (MECKING 2013, np. s. 646)¹⁴. Są to jednak szkła wytapiane na popiele drzew. Już dawno M.A. Bezborodov zauważył, że szkła potasowe występujące w Niemczech były wytapiane z zestawu zawierającego popiół drzew i podkreślał, że szkła zachodnioeuropejskie są szklami „popiołowymi”, a wytapiane na Rusi – „potażowymi” (BEZBORODOV 1956:90, 263) chociaż i tu produkowano szkła „popiołowe” (BEZBORODOV 1956:265).

W świetle nowych danych współautorka niniejszego opracowania sądzi, że obecnie nie można twierdzić, że szkła typu $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ są wynalazkiem szklarzy ruskich; technologia ta pojawia się na Rusi w pełni rozwinięta i musiała być przejęta z zewnątrz. Jednak nie miejsce tu na rozpatrywanie kwestii genezy wczesnośredniowiecznego szklarstwa ruskiego. Można tylko wspomnieć, że R.H. Brill, zastanawiając się nad pochodzeniem technologii ołowio-krzemowej stosowanej we wschodniej Europie, zadawał pytanie czy nie przyniesiono jej jedwabnym szlakiem ze Wschodu (BRILL 1989:22). Pytanie to można odnieść także do szkieł $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ (zob. dalej).

Paciorek nr inw. 89/05 z Dziekanowic odznacza się bardzo dobrą jakością wykonania: ma regularny kształt, starannie obtopione krawędzie przyotworowe, szkło jest prawie pozbawione nieintencjonalnych domieszek (ich udział ogranicza się do ilości <1%), składa się przede wszystkim z komponentów szklotwórczych (PbO , K_2O , SiO_2) i barwnika (CuO) (Tabela 13:1). Także zdjęcie BSE pokazuje, że jest ono dobrze wytopione, pozbawione inkluzji (Ryc. 10). Ta „czystość” jego składu jest wynikiem dobrego oczyszczenia piasku (wyplukano z niego niekorzystne domieszki, głównie związki żelaza) oraz starannego sporządzenia potażu (aby otrzymać potaż dobrej jakości, w XVIII w. dwukrotnie lub trzykrotnie go rafinowano (TORZEWSKI

¹⁴ Natomiast K.H. Wedepohl bada proporcję $\text{CaO}/\text{K}_2\text{O}$ (zob. np. WEDEPOHL 2001; KRUEGER, WEDEPOHL 2003).



Ryc. 10. Obraz BSE szkła paciorka nr 89/05. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:96-98). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 10. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 89/05. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:96-98). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

diach nad szklami ołowiowo-alkaliczno-krzemowymi „popiołowymi”, mającymi skład bardziej złożony niż szkła „potażowe” (DEKÓWNA 1980, np. tabela 82). Proponuję więc schemat znacznie mniej rozbudowany. Podobnie, jak w szklach alkalicznych badamy proporcję i sumę składników alkalicznych, ale w tym przypadku – proporcję K_2O/Na_2O (a nie Na_2O/K_2O), skład piasku charakteryzuje suma SiO_2 , Al_2O_3 i Fe_2O_3 , lecz w praktyce – prawie tylko zawartość SiO_2 (zob. Tabela 13:1), natomiast elementy receptury: relacja składników piasku do sumy pozostałych składników szklotwórczych ($[SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3]/[PbO+K_2O+Na_2O]$), oraz krzemionki do tlenu ołowiu (SiO_2/PbO) (Tabela 14). Na cmentarzysku w Dziekanowicach ujawniono jeszcze inne paciorki ze szkła $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$, które wystąpiły w innych grobach (Tabele 13; 27; 28). Szkło okazu nr inv. 89/05 nie wykazuje do nich wielu podobieństw; dotyczą one jedynie sum: $PbO+K_2O+Na_2O$ oraz $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ (Tabele 14; 29). Zarówno ilościowe wyniki analizy składu chemicznego szkła omawianego paciorka, jak i rezultaty obliczeń proporcji i sum głównych składników szklotwórczych występujących w tym szkłe nie mają analogii do tego rodzaju danych charakteryzujących szkło z Chin (Tabela 15:1), natomiast są tylko zbliżone do niektórych danych odnoszących się do szkła wyrobów ujawnionych w Białej Wieży, Mińsku i Kijowie (Tabele 14:1; 15:2, 3, 4 – K_2O+Na_2O [w cytowanych w Tabeli 15 szklach publikowanych przez M.A. Bezborodova Na_2O nie występuje], $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ oraz $PbO/[K_2O+Na_2O]$).

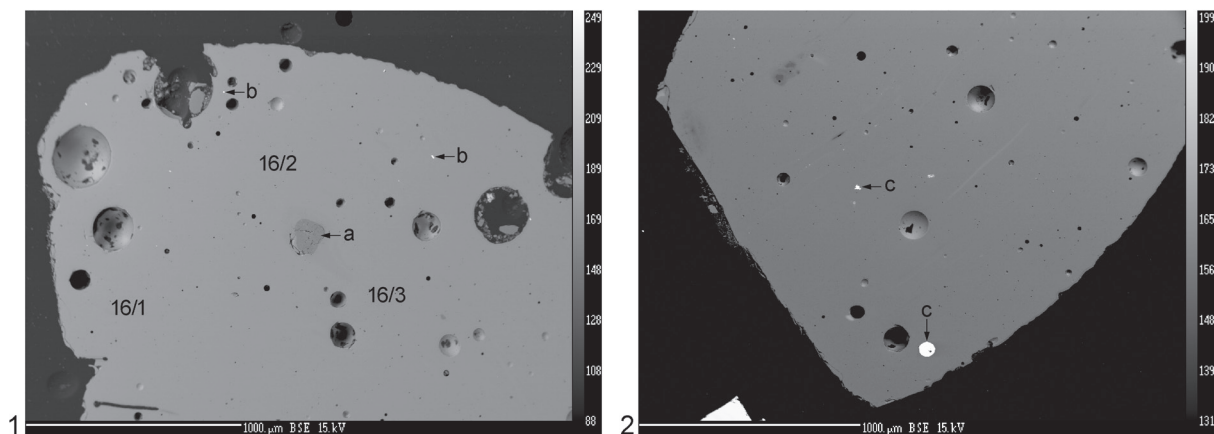
Biorąc jednak pod uwagę takie fakty, jak: wysoka jakość wykonania paciorka nr inv. 89/05 i technologii wytopu masy szklanej, użycie jako surowca alkalicznego potażu dobrej jakości, „czystość” składu szkła oraz technologia jego barwienia, a także dobry stan zachowania tego paciorka – cechy, którymi odznaczają się wyroby wytwarzane na Rusi – a także okoliczności, że zawartość ilościowa w nim głównych składników szklotwórczych mieści się w ramach uśrednionego składu szkieł $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ „potażowych” produkowanych zdaniem M.A. Bezborodova i V.A. Galibina na Rusi (zob. wyżej), można sądzić, że paciorek ten pochodzi z jakiejś pracowni działającej w XI-XIII w. na tym terenie. Nie przeczy temu datowanie grobu, w którym go znaleziono (XI w.).

Paciorki w kształcie wycinka kuli, ze szkła słabo przezrystego *niebieskiego*, liczą 7 egzemplarzy. W grobie 69/96 z X/XI w., w kolii składającej się ze 102 okazów, wystąpiły 2 takie paciorki, nry inv. 206:5/96 i 206:22/96 (1/2 całości); w grobie 49/99 z XI w., w kolii utworzonej z 85 egzemplarzy znalazły się 2 okazy, nry inv. 172:11, 82/99 (Purowski w tym tomie, Ryc. 7:172:11/99; 8:172:82/99); w warstwie II₁

2002:164); nie jest wykluczone, że we wczesnym średniowieczu stosowano podobne zabiegi).

Skład szkła paciorka nr inv. 89/05 odpowiada ściśle przytoczonej wyżej charakterystyce szkieł $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ produkowanych – zdaniem M.A. Bezborodova i V.A. Galibina – na Rusi. Ale, wśród szkieł tego typu odkrytych w Chinach znaleźliśmy 1 okaz (butelka, X w.), którego skład szkła też nie jest złożony (PbO – 50,31%, K_2O – 10,09%, SiO_2 – 36,32%), a znajdujące się w nim różne domieszki osiągają najwyższe wartości mieszczące się w ramach 0,29-0,1% (Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , CuO ; SHI MEIGUNAG i in. 1991:29, tabela 1:GS-11). Szkło to zawiera jednak znacznie większą ilość PbO oraz mniejszą SiO_2 i K_2O niż szkło paciorka z Dziekanowic.

Chcąc przeprowadzić analizę porównawczą proporcji i sum głównych składników szklotwórczych występujących w tym szkłe oraz w szkłe innych okazów, współautorka tej pracy nie mogła wykorzystać schematu, który stosowała w stu-



Ryc. 11. Obrazy BSE szkła paciorka nr 11/01. 1, 2 – ogólny widok szkła; a – ziarno kwarcu; b – tlenek cyny (kasyteryt?); c – inkluzje złożone głównie z Cu i Sb. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:59-61). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 11. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead No. 11/01. 1, 2 – general view of glass; a – quartz grain; b – tin oxide (cassiterite?); c – inclusions composed mainly of Cu and Sb. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:59-61). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

z XI w. ujawniono połowę takiego paciorka, nr inw. 150/99 (Purowski w tym tomie, Ryc. 16:150/99); w grobie 7/01 z XI-XII w. znaleziono 1 paciorek, nr inw. 11/01 (Purowski w tym tomie, Ryc. 9:12/01); w grobie 56/94 z XII w. wystąpił 1 egzemplarz, nr inw. 178/94 (Purowski w tym tomie, Ryc. 2:178/94).

Zbadano skład chemiczny szkła 1 okazu z tej grupy paciorków. Jest to okaz nr inw. 11/01, który wchodzi w skład wyposażenia grobu 7/01 z XI-XII w. (Ryc. 1:11/01 oraz Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 9:11/01).

Analiza, wykonana metodą EPMA, wykazała, że został on zrobiony ze szkła sodowego odmiany 1 (wytopionego na sodzie mineralnej), typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, barwionego kompozycją trzech składników: przede wszystkim tlenkiem żelaza, Fe_2O_3 (1,610%), oraz niewielką ilością tlenku kobaltu, CoO (0,219%) i tlenku miedzi, CuO (0,195%), ale też częściowo odbarwionego tlenkiem antymonu, Sb_2O_5 (2,652%). Szkło to zawiera mało nieintencjonalnych domieszek barwiących (Tabela 9:2). Na obrazie BSE (Ryc. 11) widoczne są pojedyncze inkluzje złożone głównie z miedzi i antymonu (Ryc. 11:2c) oraz tlenku cyny (który w wyniku analizy nie wystąpił – zob. Tabela 11:2), a także ziarno kwarcu (Ryc. 11:1a, b).

Przypomnijmy, że kobalt jest silnym barwnikiem, już jego ilość $>0,005\%$ ma działanie barwiące, CuO barwi szkło jeśli jego udział w nim wynosi $>0,1\%$, a tlenek antymonu je odbarwia, jeśli występuje już w ilości $>0,1$ (*Principes...* 2002:194, tabela 3, 195, tabela 4).

Szkło paciorka nr inw. 11/01 należy do tego samego typu chemicznego co szkło omówionych wyżej okazów: nr inw. 18/00 (z grobu 7/00, XI-XII w.) wykonanego techniką wyciągania, odmiany 1, ze szkła wyraźnie przejrzystego jasnozielonego; oraz zrobionych sposobem nawijania, odmiany 1 – nr inw. 120/03 (z grobu 65/05, XI-XII w.), ze szkła wyraźnie przejrzystego niebieskiego i nr inw. 203/98 (z grobu 54/98 XI-XII w.), ze szkła wyraźnie przejrzystego jasnozielonego.

Jak wyżej wspomiano, szkła $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ były wytapiane według tzw. antycznej recepty; występowały w okresach starożytnym, rzymskim i były wyrabiane jeszcze do IX-X w. Są uważane za typowe dla szklarstwa „rzymskiego” i wczesnobizantyńskiego. Były wytwarzane m.in. na Bliskim Wschodzie, w Egipcie i w Europie Południowej (zob. wyżej, tam też podana literatura).

Wyniki analizy porównawczej proporcji i sum głównych składników szklotwórczych w szkle paciorka nr inw. 11/01 i w szkle okazów pochodzących z innych stanowisk, częściowo potwierdzają ogólną tendencję zaobserwowaną przy okazji prowadzenia tego rodzaju badań nad szkłem paciorka nr inw. 18/00 zrobionego sposobem wyciągania. A więc, widoczne są w nim podobieństwa do szkieł pradziejowych („Etruria”, Wicina – HaD, Vergina – około 340 r. p.n.e.), w przypadku paciorka nr inw. 11/01 – w zakresie charakterystyki surowca alkalicznego ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$; $\text{K}_2\text{O}/[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}] \times 100\%$; Tabele 8:2; 3:14, 2, 3, 5)

oraz elementów receptury – zarówno do szkieł pradziejowych, jak i datowanych na pierwsze wieki I tys. n.e. – relacja piasku wapiennego do surowca alkalicznego ($[\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Fe}_2\text{O}_3] / [\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}]$; Tabele 8:2; 3:14, 2, 6, 9), piasku pozbawionego surowca wapniowo-magnezowego do surowca alkalicznego ($[\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3] / [\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}]$; Tabele 8:2; 3:14, 2, 9), proporcji surowca alkalicznego do wapniowo-magnezowego ($[\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}] / [\text{CaO} + \text{MgO}]$; Tabele 8:2; 3:14, 9). Zwraca uwagę spora ilość podobieństw, zwłaszcza w zakresie elementów receptury, w szkłe omawianego paciorka do szkła naczynia z Krefeld-Gellep (1 poł. V-pocz. VI w.; Tabela 3:14, 9).

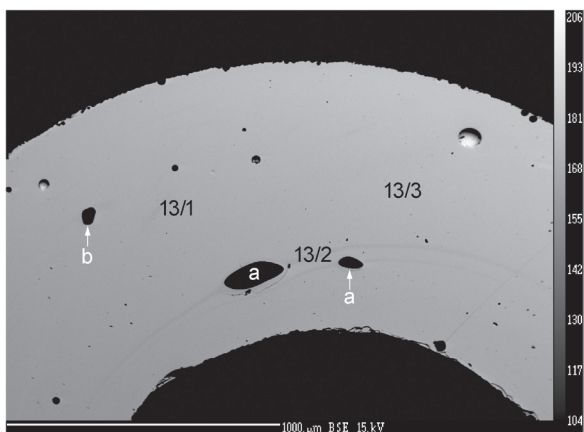
Szkło paciorka nr inw. 11/01 wykazuje też dużo zbieżności ze szkłem innych paciorków z Dziekanowic, np. egzemplarza nr inw. 18/00, a zwłaszcza okazu nr inw. 102/06, wykonanego techniką nawijania, odmiany 1, pochodzącego z grobu 96/06 z XIII w. (Tabela 8:2, 4).

Wymienione dane świadczą, że szkło paciorka nr inw. 11/01, jak i prawdopodobnie sam ten paciorek, zostało wyprodukowane w warsztacie/ośrodku funkcjonującym w kręgu działalności lub oddziaływań szklarstwa bizantyńskiego i podobnie, jak wspomniane wyżej paciorki z cementaryszka w Dziekanowicach, ze szkła analogicznego typu chemicznego, pochodzi ze znacznie wcześniejszego okresu niż grób, w którym okaz ten znaleziono.

Paciorki w kształcie wycinka kuli, ze szkła słabo przezrystego *rudawego* odkryto w jednym tylko grobie – grobie 69/96 (X/XI w.); są to 3 egzemplarze wchodzące w skład kolii złożonej ze 102 okazów, nry inw. 206:37, 46, 54/96 (Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 4:46/96; 54/96). W tym samym grobie wystąpił 1 paciorek ze szkła słabo przezrystego *jasnobrązowego*, nr inw. 206:12/96, a ze szkła nieprzezroczystego (obecnie odszklonego) – zrobiony jest okaz nr inw. 126:6/01, będący składnikiem kolii zestawionej z dwunastu egzemplarzy, odsłoniętej w grobie 57/01 (XI w.). Ze szkła słabo przezrystego *brązowego* wykonany jest 1 paciorek, nr inw. 59:10/99 (Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 6:59:10/99) – element kolii utworzonej z 75 okazów, stanowiącej wyposażenie grobu 65/98 (XI w.).

Ze szkła *czarnego* o różnym stopniu przezroczystości zrobionych jest 10 egzemplarzy. Ze szkła słabo przezrystego wykonanych jest 6 okazów: nry inw. 59:72, 73, 74/99 wchodzących w skład kolii liczącej 75 paciorków, odkrytej w grobie 65/98 (XI w.); 172:5, 108/99 stanowiących element kolii zestawionej z 85 egz., którą odsłonięto w grobie 49/99 (XI w.; zob. też Purowski w tym tomie) oraz 120/97 z warstwy II₁ (XI w.); ze szkła nieprzezroczystego – 1 okaz, nr inw. 172:109/99 z wspomnianego wyżej grobu 49/99; z nieprzezroczystego na powierzchni, a przezrystego wewnątrz – 1 egzemplarz, nr inw. 14/08 z grobu 35/08 (XI w.) i ze szkła słabo przezrystego lub nieprzezroczystego – 2 okazy, nry inw. 59:70, 71/99 z cytowanego wyżej grobu 65/98.

Zbadano – metodą EPMA – skład chemiczny szkła dwóch okazów, nry inw.: 59:72/99 oraz 172:108/99 (Ryc. 1:59:72/99; 2:172:108/99; Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 6:59:72/99; 9:172:108/99). Oba zostały zrobione ze szkła ołowiowego drugiej odmiany, bezalkalicznego, typu $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$, barwionego tlenkiem żelaza Fe_2O_3 (odpowiednio 2,209% i 2,829%), którego barwienie działało w szkłe okazu nr inw. 59:72/99 mogło być wzmocnione tlenkiem tytanu TiO_2 (0,131%) stanowiącym domieszkę piasku (Tabela 9:2). Wraz z piaskiem dostał się do tego szkła także cyrkon, widoczny na zdjęciu BSE (Ryc. 12), ale niewidoczny w wyniku analizy (Tabela 9:2). Była ona wykonana metodą EPMA, którą nie można oznaczyć składników śladowych.



Ryc. 12. Obraz BSE szkła paciorka nr 59:72/99. a – kwarc; b – cyrkon. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:53-55). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 12. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 59:72/99. a – quartz; b – zirconium. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:53-55). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

Tabela 9. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $PbO \cdot SiO_2$

Table 9. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from glass of $PbO \cdot SiO_2$ type

Rycina	2:172:68/99	1:59:72/99	2:172:108/99	2:172:103/99
Nr inw. paciorka	172:68/99	59:72/99	172:108/99	172:103/99
Nr grobu	49/99	65/98	49/99	49/99
Datowanie grobu	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	nieprzezroczyste czerwone	słabo przejrzyste czarne	słabo przejrzyste czarne	wyraźnie przejrzyste zielone
Nr analizy	36/1-3	13/1-3	38/1-3	37/1-3
L.p.	1	2	3	4
Składniki (w % wagowych)				
SiO ₂	28,435	30,524	21,604	29,409
Na ₂ O	0,687	0,377	0,203	1,277
K ₂ O	0,658	<	0,491	0,097
CaO	0,113	0,137 ^b	0,160	0,081
MgO	0,075	<	0,069	<
Al ₂ O ₃	1,538	0,335	1,129	0,347
Fe ₂ O ₃	0,544	2,209	2,829	0,199 ^g
MnO	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<
PbO	65,555	64,679	72,693	66,317
CoO	<	<	<	<
CuO	0,869	<	<	1,143
BaO	<	<	<	<
TiO ₂	0,093	0,131	0,064 ^c	0,094
SnO	0,394	<	0,178 ^d	0,124 ^h
NiO	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<
P ₂ O ₅	0,111 ^a	<	0,108 ^e	<
SrO	<	<	0,160 ^f	<
ZrO ₂	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<
Cl	0,420	0,243	<	0,576

^a P₂O₅ odkryto tylko w 1 próbce; ^b CaO odkryto tylko w 2 próbkach; ^c TiO₂ odkryto tylko w 2 próbkach; ^d SnO odkryto tylko w 1 próbce; ^e P₂O₅ odkryto tylko w 1 próbce; ^f SrO odkryto tylko w 1 próbce; ^g Fe₂O₃ odkryto tylko w 1 próbce; ^h SnO odkryto tylko w 2 próbkach; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Stan badań nad szklami typu $PbO \cdot SiO_2$ przedstawiono wyżej, przy okazji omawiania paciorka nr inw. 172:68/99 ze szkła nieprzezroczystego czerwonego (zob. też DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:165-166). We wczesnym średniowieczu szkło ołowiowo-krzemowe było wytwarzane i przetwarzane na wielu obszarach Europy i Azji. Zasięg występowania wyrobów z tego typu szkła jest także bardzo rozległy. Dotychczas jednak nie określono cech charakteryzujących produkty różnych ośrodków. Z tego względu trudno jest wypowiadać się na temat miejsca wyrobu konkretnych przedmiotów.

Szkło obu paciorków barwione jest tlenkiem żelaza. Związki żelaza dostają się do zestawu głównie w postaci FeO i Fe_2O_3 , przeważnie z piaskiem, z jego gliniastymi zanieczyszczeniami (gliną, ilem itp.). Najczęściej sądzi się, że mniejsze ilości przenikały do szkła przypadkowo (NOWOTNY 1959:230-233). Powodują one różne jego zabarwienie w zależności od ilościowego stosunku FeO i Fe_2O_3 , stężenia barwnika, atmosfery i temperatury topienia, czasu przebywania masy szklanej w wysokich temperaturach i składu chemicznego szkła. Na ogół są to odcienie koloru zielonego, niebieskiego, niekiedy kombinacja tych odcieni z barwą żółtą, szare. Jeśli w zestawie znajdują się większe ilości związków manganu i masa topiona jest w atmosferze utleniającej to można uzyskać szkło czarne (NOWOTNY 1969:86-93, 115-116, 174). Na kolor ten barwi też siarczek żelaza FeS (NOWOTNY 1969:175). M.A. Bezborodov dopuszcza możliwość intencjonalnego wprowadzania do zestawu żelaza w postaci żużli celem otrzymania czarnej barwy szkła (BEZBORODOV 1969:62). V.A. Galibin uważa, że zawartość tego składnika w szkłe w ilości 3-5% i większej powoduje jego czarne zabarwienie i jeśli przedmiot ma cienkie ścianki, to mogą one prześwitywać. Według niego początek wykorzystywania tlenków tego metalu jako czarnego barwnika przypada na początek epoki żelaza i stosowano je w tym celu w kolejnych stuleciach, łącznie z wczesnym średniowieczem (GALIBIN 2001:35-36, Tabela 14).

Szkło obu paciorków zawiera stosunkowo niewielką ilość tlenku żelaza (2,209% i 2,829% – Tabela 9:2, 3), a więc nieco poniżej wymienionej wyżej, dolnej granicy wyznaczonej przez Galibina. W związku z tym powstaje pytanie, czy składnik ten dostał się do szkła jako domieszka przypadkowa czy intencjonalna. Czarne szkło typu $\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$ paciorka z Opola-Ostrówka (3 ćwierć XI w.), barwione tlenkiem żelaza, zawiera go jeszcze mniej (>1%) (analizy szkła innych paciorków koloru czarnego z Opola-Ostrówka [2 połowa XII w.] przedstawiono tylko w formie wykresów EDS; zob. PANKIEWICZ i in. 2017:334-337). Na pytanie to nie umiemy odpowiedzieć.

W szkłe omawianych paciorków z Dziekanowic brak jest manganu i siarki, tak więc można je wiązać tylko ze szklami barwionymi tlenkami żelaza.

Jak wyżej wspomniano, na zdjęciu BSE w szkłe okazu nr inw. 59:72/99 pojawiła się inkluzja cyrkonu. Zdaniem niektórych badaczy obecność tego minerału w piasku można wykorzystywać jako wskazówkę pochodzenia tego ostatniego. J. Henderson cytuje wyniki badań I.C. Freestone'a i współpracowników, którzy stwierdzili, że niektóre południowo-bliskowschodnie pracownie szklarskie używały w VI-VIII w. piasek nadmorski z tego rejonu zawierający około 60 ppm Zr (45-73 ppm; HENDERSON 2013:238). Sygnalizując tego rodzaju możliwości badawcze, nie możemy niestety ich wykorzystać przy rozpatrywaniu pochodzenia paciorka nr inw. 59:72/99, gdyż w odniesieniu do niego nie dysponujemy odpowiednimi danymi.

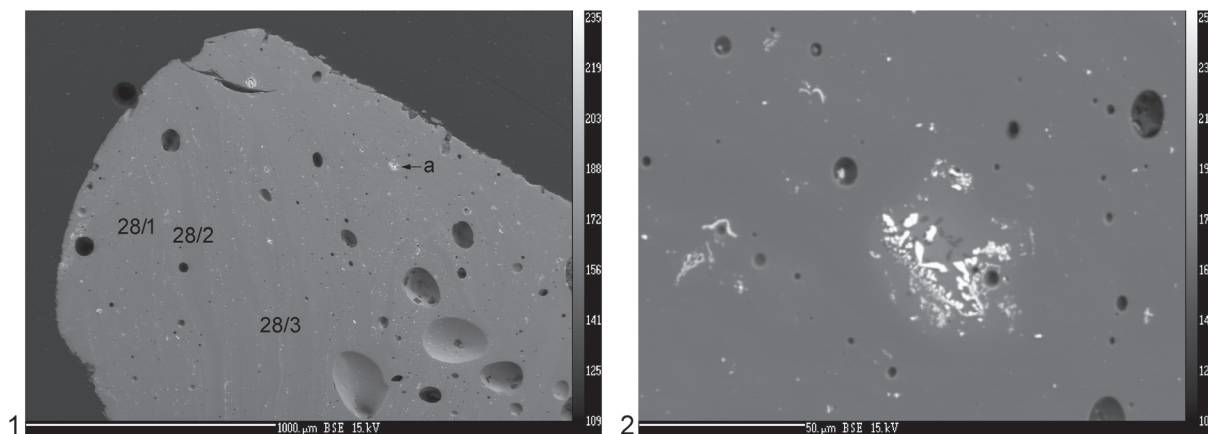
Szkło paciorka nr inw. 59:72/99 wykazuje podobieństwa w zakresie proporcji i różnic głównych składników szklotwórczych do omówionego wyżej szkła okazu nr inw. 172:68/99 z Dziekanowic oraz szkła bransolety ze Smoleńska z XI-XII w. (Tabela 10:1, 2, oraz DEKÓWNA 1980, tabela 93:4), natomiast do tworzywa egzemplarza nr inw. 172:108/99 nie znaleźliśmy analogii (Tabela 10:1-4).

Obecny stan badań nad szklami ołowiowymi bezalkalicznymi (o czym już wcześniej była mowa), jak i przedstawione fakty, nie pozwalają na formułowanie wniosków na temat pochodzenia obu egzemplarzy z Dziekanowic.

Tylko 1 paciorek zrobiony jest ze szkła nieprzezroczystego *białożółtawego*. Jest to, zachowany we fragmentach, egzemplarz nr inw. 59:3/99 stanowiący część kolii złożonej z 75 paciorków, wchodzącej w skład wyposażenia grobu 65/98 datowanego na XI w.

Grupę paciorków w kształcie wycinka kuli zamyka okaz nr inw. 102/06 z grobu 96/06, którego chronologia została określona na XIII w. Jest on wykonany z opakowego *białego* szkła (Ryc. 2:102/06; Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 12:102/06) – jak wykazała analiza przeprowadzona metodą EPMA – sodowego, pierwszej odmiany (wytopionego na sodzie mineralnej), typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (Tabela 11:3), mąconego tlenkiem antymonu, Sb_2O_5 (1,201%; Ryc. 13; 14) – nie wiadomo, czy nie związkiem wapnia i antymonu (CaSb_2O_6 , $\text{Ca}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$) (Ryc. 13; 14; oraz zob. DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:70-74).

Paciorek został starannie wykonany: ma regularny kształt, a krawędzie otworu są obtopione. Szkło należy do tego samego typu chemicznego, co tworzywo omówionych wyżej okazów nr inw. 18/00, 120/03,



Ryc. 13. Obrazy BSE szkła paciorka nr 102/06. 1 – ogólny widok szkła; 2 – inkluzja środka mączącego i barwnika złożona głównie ze związków antymonu (zob. Ryc. 14). Cyfry na Ryc. 13:1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:105-107). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 13. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 102/06. 1 – general view of glass; 2 – inclusion of opacifier and colorant mainly composed of antimony compounds (see Fig. 14). The numbers in Fig. 13:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:105-107). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

203/98, 11/01. Wypada więc tylko powtórzyć, że szkło takie było wytapiane według tzw. antycznej recepty, uważane jest za typowe dla szklarstwa „rzymskiego” i bizantyńskiego; wyrabiane było do IX-X w.

W zakresie proporcji i sum głównych składników szklotwórczych szkło omawianego okazu wykazuje dużo zbieżności ze szkłem paciorka nr inw. 11/01 z cmentarzyska w Dziekanowicach (Tabela 8:4, 2), ale też sporo ze szkłem innych paciorków z tego cmentarzyska (Tabela 8:4, 1, 3). Tworzywo okazu nr inw. 102/06, podobnie jak wymienionych wyżej paciorków, zawiera mało domieszek nieintencjonalnych; jest dobrej jakości.

Tlenek antymonu jako środek mączący i barwiący na biało szkła sodowe był stosowany (w postaci CaSb_2O_6 i $\text{Ca}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$) w okresie od XV lub XIV w. p.n.e. do około II lub III w. n.e., później był czasem używany, ale w połączeniu z tlenkiem cyny, a mniej więcej od IV w. n.e., był zastępowany przez ten ostatni (DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:70-74, gdzie przegląd poglądów na ten temat i literatury, oraz HENDERSON 2013:77, 232).

Biorąc pod uwagę okoliczności wymienione zarówno tu, jak i przy omawianiu cytowanych czterech paciorków, okaz nr inw. 102/06 należy uważać za (dużo?) starszy niż grób, w którym się znalazł i pochodzący być może z Bliskiego Wschodu.

Paciorki o kształcie pierścieniowatym. Grupę tę tworzy 6 okazów ze szkła o różnym stopniu przezroczystości i różnych barwach.

Jeden okaz, nr inw. 27:12/08 z grobu 51/08 (X/XI w.) wykonany jest ze szkła wyraźnie przejrzystego czerwonego (Ryc. 2:27:12/08; Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 15:27:12/08) sodowego, pierwszej odmiany, typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (Tabela 16:1). Jest elementem kolii złożonej z 12 paciorków, stanowiącej wyposażenie grobu 51/08 (X/XI w.).

Sposób jego wykonania (nawijanie) jest wyraźnie poświadczony przez widoczną w szkłe spiralną smugę złożoną z pęcherzy gazowych (Ryc. 3:27:12/08).

Szkło to zawiera stosunkowo mało domieszek; w nieco większej ilości występują w nim Fe_2O_3 (1,151%) i MnO (1,538%).

Należy ono do tego samego typu chemicznego, co szkło kilku omówionych wyżej okazów z Dziekanowic (nr inw.: 18/00, 120/03, 203/98, 11/01) – wszystkie zostały odkryte w grobach datowanych na XI-XII w., podczas gdy paciorek nr inw. 27:12/08 wystąpił w grobie wcześniejszym (X/XI w.).

Szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, jak wyżej pisano, we wczesnym średniowieczu były produkowane w ośrodkach bizantyńskich lub w pracowniach działających poza imperium bizantyńskim, ale wykorzystujących technologię stosowaną w tych ostatnich.

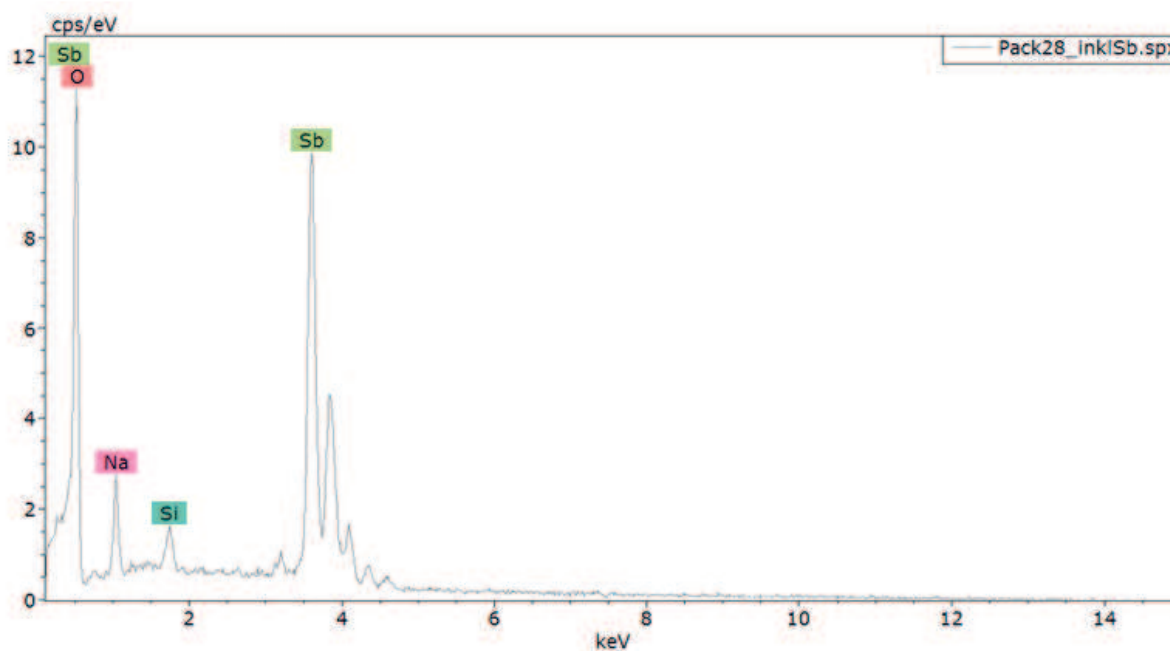
Sposób barwienia szkła paciorka nr inw. 27:12/08 nasuwa pewne trudności interpretacyjne. Tlenek manganu pełnił dwojaką rolę: jako barwnik i jako odbarwiacz, w zależności od warunków topienia szkła. Jako barwnik nadaje szkłu kolor fioletowy, ale w szklach sodowych uzyskuje się zabarwienie bardziej czerwone (NOWOTNY 1969:59, 169). Zwraca jednak uwagę obecność w tym szkłe tlenku żelaza. Znane są przypadki barwienia szkieł związkami manganu i żelaza łącznie (NOWOTNY 1969:115, ryc. 2), otrzymuje się wówczas „ciepły” odcień, m.in. czerwono-brązowy. V.A. Galibin znalazł w literaturze informację, że jeśli „w surowcu manganowym” są domieszki żelaza, to fioletowe szkło przybiera odcień brązowy (GALIBIN 2001:40). Natomiast J. Henderson pisze, że na zachodzie Europy spotykane są szkła, datowane na okresy: średniowieczny i postśredniowieczny, w których składzie występuje mangan łącznie z żelazem; mają one różne barwy, w tym także purpurową (HENDERSON 2013:75).

Można więc chyba przyjąć, że szkło paciorka nr inw. 27:12/08 było barwione dość rzadko stosowanym sposobem, to jest tlenkiem manganu i tlenkiem żelaza łącznie (Tabela 16:1) i że ten ostatni wystąpił w tym szkłe najprawdopodobniej przypadkowo, jako domieszka piasku. Przypominamy, że szkło to jest wyraźnie przejrzyste i ma kolor czerwonawy.

Cytowani wyżej badacze nie wypowiadają się w sprawie możliwości wykorzystywania tej technologii w określonych ośrodkach. Z tego względu również my nie mamy podstaw, aby wysuwać jakiegokolwiek domysłu na temat pochodzenia tego paciorka.

Pod względem proporcji i sum głównych składników szklotwórczych występujących w szkłe tego okazu, wykazuje ono tylko pojedyncze analogie do innych szkieł tego typu chemicznego z Dziekanowic – głównie w zakresie składu piasku oraz elementów receptury (Tabela 17:1, 2; bardziej odległe – Tabela 8).

Ze szkła zielonego wyprodukowano 4 okazy pochodzące z grobu 49/99 (XI w.), które wchodziły w skład kolii zestawionej z 85 paciorków (zob. jednak Purowski w tym tomie). Jeden z nich, nr inw. 172:86/99 zrobiony jest ze szkła słabo przejrzystego, a pozostałe 3 – nry inw. 172:79, 100, 103/99 – z wyraźnie przejrzystego. Zbadano skład chemiczny szkła dwóch ostatnich egzemplarzy (Ryc. 2:172:100/99;



Ryc. 14. Widmo EDS inkluzji antymonu w szkłe paciorka nr 102/06 (zob. Ryc. 13:2). Wykonała B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 14. EDS spectrum of antimony inclusion in glass of bead inv. no. 102/06 (see Fig. 13:2). Plot prepared by B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

172:103/99; Purowski w tym tomie, Ryc. 9:172:100/99, 172:103/99) – jednego (nr inw. 172:100/99) metodą LA-ICP-MS (Tabela 18), a drugiego (nr inw. 172:103/99) – metodą EPMA (Tabela 9:4).

Tworzywo obu paciorków należy do szkieł typu ołowiowo-krzemowego bazalkalicznego, $PbO \cdot SiO_2$, barwione jest tlenkiem miedzi CuO (1,286% – nr inw. 172:100/99, i 1,143% – nr inw. 172:103/99), występują w nim śladowe ilości tlenku żelaza Fe_2O_3 (odpowiednio 0,0806% i 0,199%) oraz tlenku cyny (0,103% SnO_2 i 0,124% SnO). Ten ostatni składnik występuje prawie na granicy jego zawartości mającej wpływ na zamącenie szkła wynoszącej $\geq 0,1\%$ (*Principes ...* 2002:198, tabela 5). Jak wynika z oględzin makroskopowych szkła obu paciorków, w ich przypadku nie widać takiego jego działania (ich szkło jest wyraźnie przejrzyste).

Na zdjęciach BSE szkła paciorka nr inw. 172:103/99 uwidocznione są dwie warstwy: warstwa „zdrowego” oraz skorodowanego szkła. Pierwsza z nich jest jednolita, nie widać w niej inkluzji (Ryc. 15).

Na temat szkieł $PbO \cdot SiO_2$ pisaliśmy szerzej przy okazji omawiania paciorka nr inw. 172:68/99 w kształcie wycinka kuli, ze szkła nieprzezroczystego czerwonego, pochodzącego z tego samego grobu 49/99, co omawiane tu paciorki.

Z tych samych, co podane wyżej, powodów kwestia pochodzenia okazów nr inw. 172:100 i 103/99 musi pozostać otwarta.

Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych występujących w szkłe obu tych paciorków kształtują się nieco odmiennie w szkłe każdego z owych okazów (Tabele 10:4; 19). Porównując je z wynikami tego rodzaju badań przeprowadzonych w odniesieniu do innych paciorków z Dziekanowic, stwierdzamy, że szkło okazu nr inw. 172:103/99 jest pod tym względem podobne do szkła paciorka nr inw. 172:68/99 z tej samej kolii i grobu (Tabela 10:1, 4), natomiast szkło paciorka nr inw. 172:100/99 nie znajduje wśród nich analogii (Tabele 19; 10).

Ostatnim egzemplarzem z grupy paciorków o kształcie pierścieniowatym jest okaz nr inw. 32/07 ze szkła przejrzystego *niebieskiego*, pochodzący z grobu 30/07, którego chronologia jest określona na XI w. (Ryc. 2:32/07; Purowski w tym tomie, Ryc. 14:32/07). Jego sposób wykonania (technika nawijania) jest wyraźnie poświadczony przez widoczne w szkłe elipsoidalne pęcherze gazowe, których dłuższe osie układają się koncentrycznie w stosunku do kanalika (Ryc. 3:32/07).

Jak świadczą rezultaty analizy przeprowadzonej metodą EPMA, jest on zrobiony ze szkła sodowego

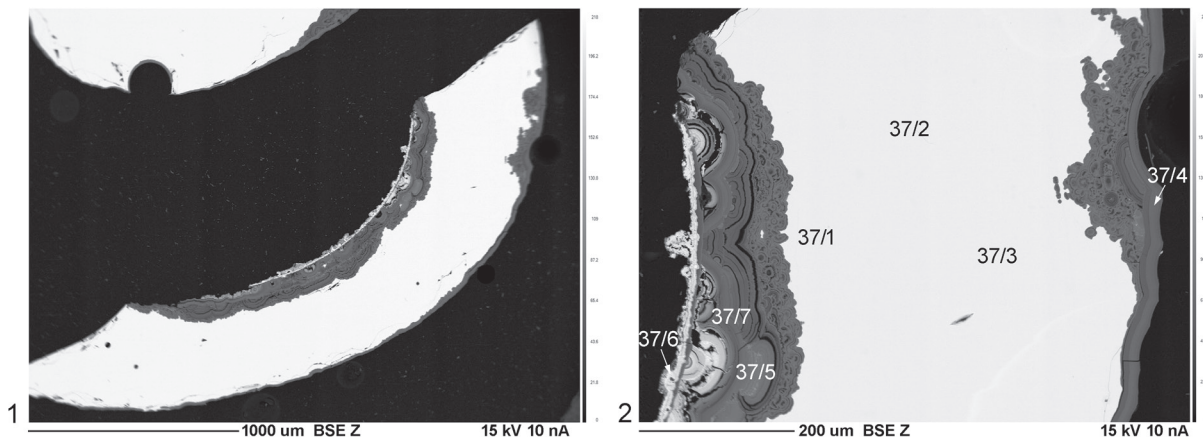
Tabela 10. Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych w szkłe typu $PbO \cdot SiO_2$ przedmiotów z różnych stanowisk archeologicznych

Table 10. Proportions and differences of principal glass-forming components in glass of $PbO \cdot SiO_2$ type in artefacts from different archaeological sites

Przedmiot	Paciorek nr inw. 172:68/99	Paciorek nr inw. 59:72/99	Paciorek nr inw. 172:108/99	Paciorek nr inw. 172:103/99	Paciorek nr inw. 324/51*
Przezroczystość i barwa szkła	nieprzezroczyste czerwone	slabo przejrzyste czarne	slabo przejrzyste czarne	wyraźnie przejrzyste zielone	nieprzezroczyste czarne
Miejscowość	Dziekanowice	Dziekanowice	Dziekanowice	Dziekanowice	Opole-Ostrówek
Chronologia zespołu	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	3 ćwierć XI w.
Źródło informacji o wynikach analiz, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 9:1	tabela 9:2	tabela 9:3	tabela 9:4	PANKIEWICZ i in. 2017: 333, tabela na s. 334
L.p.	1	2	3	4	5
Składniki					
PbO/SiO ₂	♦2,31	2,12	3,36	♦2,25	2,52
100%-PbO	♦34,45	♦33,96	26,99	♦33,15	31,15
PbO/(100%-PbO)	♦1,90	♦1,90	2,69	♦2,00	2,21

Uwaga: symbolem ♦ oznaczono wyniki podobne.

* Wskaźniki dotyczące paciorka z Opola-Ostrówka wyliczono z uśrednionych przez współautorkę niniejszego artykułu pięciu wyników analiz opublikowanych w cytowanej tu monografii (PANKIEWICZ i in. 2017, tabela na s. 334).



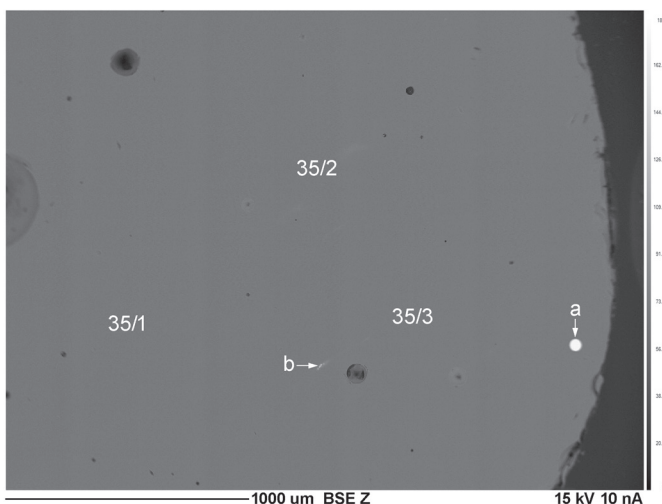
Ryc. 15. Obrazy BSE szkła paciorka nr 172:103/99. Warstwa szara – to warstwa korozji. Cyfry na Ryc. 15:2 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:117-123): 37/1-37/3 – „zdrowe” szkło; 37/4-37/7 – korozja. Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 15. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 172: 103/99. The grey layer is a layer of corrosion. The numbers in Fig. 15: 2 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:117-123): 37/1-37/3 – ‘healthy’ glass; 37/4-37/7 – corrosion. Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

pierwszej odmiany, typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$. Zwraca uwagę zawartość w jego składzie kilku składników barwiących: Fe_2O_3 (1,306%), CoO (0,107%), CuO (0,208%), TiO_2 (0,24%); wystąpił w nim także pięciotlenek antymonu Sb_2O_5 (1,059%) (Tabela 16:2). Na obrazie BSE widoczne są inkluzje siarczku miedzi i tlenku żelaza (Ryc. 16).

Do zabarwienia tego szkła na kolor niebieski (o odcieniu lekko szafirowym) zastosowano technologię podobną do tej, jaką wykorzystano w przypadku szkła omawianego wyżej paciorka nr inv. 11/01 w kształcie wycinka kuli.

Kolor niebieski szkła okazu nr inv. 32/07 nadały – powszechnie stosowane w okresach: starożytnym, rzymskim i bizantyńskim – związki miedzi i kobaltu. Miedź była używana w postaci tlenku



Ryc. 16. Obraz BSE szkła paciorka nr 32/07. a – siarczek miedzi; b – tlenek żelaza. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:111-113). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 16. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 32/07. a – copper sulphide; b – iron oxide. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:111-113). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

miedzi lub siarczaniu miedziowego, który jednak powodował trudności w czasie topienia szkła i wymagał specjalnego przygotowania tego surowca. Natomiast związki żelaza i wzmacniające ich barwiące działanie związki tytanu też przyczyniły się do zabarwienia tego szkła na niebiesko, ale były szkodliwym zanieczyszczeniem związków miedziowych (NOWOTNY 1969:74, 76, 78-79, 81-83, 86-93, 117). Do klarowania masy stosowany był trójtlenek antymonu (SAYRE 1963; NOWOTNY 1969:81-82, 168).

Paciorek ten, podobnie jak inne znalezione na cmentarzysku w Dziekanowicach zrobione ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, jest starannie wykonany: ma regularny kształt, krawędzie przyotworowe kanałika są obtopione. Pod względem proporcji i sum głównych składników szklotwórczych występujących w tym szkłe znajduje ono mało analogii w szkłe przedmiotów

z innych stanowisk i okresów i są to analogie przeważnie w zakresie elementów receptury i sum składników piasków wapiennych (Tabele 3:13; 18:2; zob. też wyżej).

Zarówno typ chemiczny szkła, z którego uformowano paciorek nr inw. 32/07, jak i technologia jego barwienia potwierdzają po raz kolejny sygnalizowaną wyżej archaiczność receptury, według której były wytapiane szkła tego typu chemicznego oraz korzystanie przez szklarzy z ośrodków bliskowschodnich,

Tabela 11. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$

Table 11. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	1:203/98	1:11/01	2:102/06
Nr inw. paciorka	203/98	11/01	102/06
Nr grobu	54/98	7/01	96/06
Datowanie grobu	XI-XII w.	XI-XII w.	XIII w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste niebieskie	opakowe białe
Nr analizy	10/1-3	16/1-3	28/1-3
L.p.	1	2	3
Składniki (w % wagowych)			
SiO ₂	69,685	66,382	69,804
Na ₂ O	15,179	17,135	16,831
K ₂ O	0,441	0,523	0,648
CaO	8,380	6,519	6,602
MgO	0,571	0,479	0,477
Al ₂ O ₃	2,870	2,250	2,234
Fe ₂ O ₃	0,554	1,610	0,412 ^b
MnO	1,460	<	0,634
Sb ₂ O ₅	<	2,652	1,201
PbO	<	0,288	<
CoO	<	0,219 ^a	<
CuO	<	0,195	<
BaO	<	<	<
TiO ₂	0,081	<	<
SnO	<	<	<
NiO	<	<	<
ZnO	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<
P ₂ O ₅	0,151	<	<
SrO	0,194	<	<
ZrO ₂	<	<	<
Ag ₂ O	n.b.	<	<
Au ₂ O ₃	n.b.	<	<
SO ₃	0,111	0,266	0,341 ^c
Cl	1,257	1,295	0,922

^a CoO odkryto tylko w 1 próbce; ^b Fe₂O₃ odkryto tylko w 2 próbkach; ^c SO₃ odkryto tylko w 2 próbkach; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody; n.b. – nie badano.

Tabela 12. Wyniki analizy wykonanej metodą LA-ICP-MS składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 203/98 z Dziekanowic zrobionego techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$

Table 12. Results of the LA-ICP-MS chemical composition analysis of glass of bead 203/98 from Dziekanowice produced using the winding technique (variant 1) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	1:203/98
Nr grobu	54/98
Datowanie grobu	XI-XII w.
Próbka	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone
Nr analizy	10a
Składniki (w % wagowych)	
SiO ₂	69,56
Na ₂ O	14,60
K ₂ O	0,813
CaO	7,870
MgO	0,509
Al ₂ O ₃	3,333
Fe ₂ O ₃	0,380
MnO	1,455
Sb ₂ O ₅	<
PbO	<
CuO	0,004
SnO ₂	<
P ₂ O ₅	<
AgO	0,0021
Składniki (w mg/kg)	
Au ₂ O ₃	<
Li ₂ O	18,5
Cl	<
B ₂ O ₃	446
Sc ₂ O ₃	<
TiO ₂	875
V ₂ O ₅	78,2
Cr ₂ O ₃	93,6
NiO	<
CoO	16,1
ZnO	151
As ₂ O ₅	<
Rb ₂ O	9,9
SrO	693
Y ₂ O ₃	8,8
ZrO ₂	59,2
Mo ₂ O ₃	<
CdO	<
Cs ₂ O	1,3
BaO	474
La ₂ O ₃	8,8
Ce ₂ O ₃	12,6
Pr ₂ O ₃	2,3
Nd ₂ O ₃	14,4
Eu ₂ O ₃	1,9
Gd ₂ O ₃	5,4
Tb ₂ O ₃	<
Dy ₂ O ₃	3,7
Ho ₂ O ₃	1,5
Er ₂ O ₃	3,5
Tm ₂ O ₃	<
Yb ₂ O ₃	3,3

Lu ₂ O ₃	1,1
HfO ₂	4,1
W ₂ O ₃	<
Hg ₂ O	<
Bi ₂ O ₃	<
ThO ₂	2,2
UO ₂	2,5

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Tabela 13. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu PbO•K₂O•SiO₂

Table 13. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from glass of PbO•K₂O•SiO₂ type

Rycina	2:89/05	2:109/05	2:110/05	1:26/95
Nr inw. paciorka	89/05	109/05	110/05	26/95
Nr grobu	62/05	62/05	62/05	5/95
Datowanie grobu	XI w.	XI w.	XI w.	XI-XII w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste turkusowe	wyraźnie przejrzyste turkusowe	wyraźnie przejrzyste fioletowe	opakowe czerwone
Nr analizy	25/1-3	26/1-3	27/1-3	03/1-3
L.p.	1	2	3	4
Składniki (w % wagowych)				
SiO ₂	53,930	52,633	53,493	33,268
Na ₂ O	0,209 ^a	0,238 ^c	<	0,148
K ₂ O	15,847	14,663	15,042	8,347
CaO	0,906	0,623	0,680	<
MgO	0,112 ^b	0,101	0,114 ^e	<
Al ₂ O ₃	0,429	0,631	0,663	0,396
Fe ₂ O ₃	<	<	0,311 ^f	4,738
MnO	<	<	0,944	<
Sb ₂ O ₅	0,401	0,360	0,393	0,152
PbO	25,39	26,979	27,611	51,282
CoO	<	<	<	<
CuO	2,190	2,088	<	1,918
BaO	<	<	<	<
TiO ₂	<	0,264	0,293	<
SnO	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	0,268
SrO	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<
Au ₂ O ₃	n.b.	n.b.	0,339	n.b.
SO ₃	<	<	<	<
Cl	<	0,110 ^d	<	0,147

^a Na₂O odkryto tylko w 1 próbce; ^b MgO odkryto tylko w 1 próbce; ^c Na₂O odkryto tylko w 1 próbce; ^d Cl odkryto tylko w 1 próbce; ^e MgO odkryto tylko w 2 próbkach; ^f Fe₂O₃ odkryto tylko w 1 próbce; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody; n.b. – nie badano.

Tabela 14. Proporcje i sumy głównych składników szkłotwórczych w szkle paciorków z Dziekanowic wykonanych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$

Table 14. Proportions and sums of main glass-forming components in glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from glass of $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ type

Rycina	2:89/05	2:109/05	2:110/05	1:26/95
Nr inw. paciorka	89/05	109/05	110/05	26/95
Nr grobu	62/05	62/05	62/05	5/95
Datowanie grobu	XI w.	XI w.	XI w.	XI-XII w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste turkusowe	wyraźnie przejrzyste turkusowe	wyraźnie przejrzyste fioletowe	opakowe czerwone
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	EPMA	EPMA
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 13:1	tabela 13:2	tabela 13:3	tabela 13:4
L.p.	1	2	3	4
Składniki				
K_2O/Na_2O	75,82	61,61		56,40
K_2O+Na_2O	16,06	14,90	15,04	8,50
$PbO+K_2O+Na_2O$	▪41,45	▪41,88	42,65	59,78
$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$	▪54,36	53,26	▪54,47	38,40
$(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3)/(PbO+K_2O+Na_2O)$	1,31	▪1,27	▪1,28	0,64
$PbO/(K_2O+Na_2O)$	1,58	▪1,81	▪1,84	6,03
SiO_2/PbO	2,12	▪1,95	▪1,94	0,65

Uwaga: symbolem ▪ oznaczono wyniki podobne.

Tabela 15. Proporcje i sumy głównych składników szkłotwórczych w szkle typu $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ przedmiotów z różnych stanowisk archeologicznych

Table 15. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ type in artefacts from different archaeological sites

Przedmiot	Butelka	Paciorek	Bransoleta	Bransoleta
Barwa szkła	zielone	żółte	zielone	jasnożółte
Miejscowość	Lingtai, Gansu (Chiny)	Biała Wieża	Mińsk (Ruś)	Kijów
Chronologia zespołu	X w.	X-XII w.	XI-XIII w.	XI-XIII w.
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	SHI MEIGUNAG i in. 1991: tabela 1:GS-11	BEZBORODOV 1969: tabela XXII 690	BEZBORODOV 1969: tabela XXII 698	BEZBORODOV 1969: tabela XXII 701
L.p.	1	2	3	4
Składniki				
K_2O/Na_2O	34,79			
K_2O+Na_2O	10,38	▪16,64	▪15,80	▪15,38
$PbO+K_2O+Na_2O$	60,69	38,66	42,22	44,06
$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$	36,48	59,58	56,67	▪54,16
$(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3)/(PbO+K_2O+Na_2O)$	0,60	1,54	1,34	1,23
$PbO/(K_2O+Na_2O)$	4,85	1,32	▪1,67	▪1,86
SiO_2/PbO	0,72	2,66	▪2,01	1,85

Uwaga: symbolem ▪ oznaczono wyniki podobne do wyników obliczeń proporcji i sum głównych składników szkłotwórczych w szkle paciorków z Dziekanowic przedstawionych w Tabeli 14. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono symbol podkreślony.

Tabela 16. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$

Table 16. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	2:27:12/08	2:32/07	1:82/92	1:15/96	1:115/02
Nr inw. paciorka	27:12/08	32/07	82/92	15/96	115/02
Nr grobu	51/08	30/07	20/92	poziom 1 obiektu VIII/95	warstwa II ₁ wykop XIV/02*
Datowanie grobu	X/XI w.	XI w.	XI w.	X/XI w.	XI w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste czerwonawe	słabo przejrzyste niebieskie	słabo przejrzyste niebieskie	słabo przejrzyste niebieskie	wyraźnie przejrzyste niebieskie
Nr analizy	29/1-3	35/1-3	01/1-3	05/1-3	21/1-3
L.p.	1	2	3	4	5
Składniki (w % wagowych)					
SiO ₂	67,197	67,509	69,643	67,410	66,323
Na ₂ O	19,088	16,857	15,390	18,954	18,562
K ₂ O	0,447	1,206	0,888	0,542	0,520
CaO	6,217	7,685	7,542	6,364	5,994
MgO	0,724	1,083	0,581	1,027	0,917
Al ₂ O ₃	2,174	2,152	2,298	2,402	2,471
Fe ₂ O ₃	1,151	1,306	0,706	1,680	1,933
MnO	1,538	0,247	1,154	0,730	0,991
Sb ₂ O ₅	0,266	1,059	<	<	<
PbO	<	<	<	<	0,377
CoO	<	0,107 ^b	<	0,182	0,225
CuO	<	0,208	0,166 ^c	0,253	0,306
BaO	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	0,124	<	0,153	<
SnO	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	0,459	0,267	0,101	<
SrO	<	0,306	0,200	0,213	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<
Ag ₂ O	<	<	n.b.	n.b.	<
Au ₂ O ₃	<	<	n.b.	n.b.	<
SO ₃	0,366 ^a	0,329	0,117	0,230	0,406
Cl	1,202	1,061	0,992	1,175	1,080

^a SO₃ odkryto tylko w 1 próbce; ^b CoO odkryto tylko w 1 próbce; ^c CuO odkryto tylko w 2 próbkach; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody; * znalezisko luźne; n.b. – nie badano.

Tabela 17. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$
Table 17. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	2:27:12/08	2:32/07	1:82/92	1:15/96	1:115/02
Nr inw. paciorka	27:12/08	32/07	82/92	15/96	115/02
Nr grobu	51/08	30/07	20/92	poziom 1 obiektu VIII/95	warstwa II ₁ wykop XIV/02
Datowanie grobu	X/XI w.	XI w.	XI w.	X/XI w.	XI w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste czerwone	słabo przejrzyste niebieskie	słabo przejrzyste niebieskie	słabo przejrzyste niebieskie	wyraźnie przejrzyste niebieskie
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	EPMA	EPMA	EPMA
Źródło informacji o wynikach analiz, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 16:1	tabela 16:2	tabela 16:3	tabela 16:4	tabela 16:5
L.p.	1	2	3	4	5
Składniki					
$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	42,70	13,98	17,33	34,97	35,70
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	*19,54	18,06	16,28	*19,50	*19,08
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$	77,46	79,74	*80,77	78,88	*80,97
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	*3,97	4,41	4,96	*4,05	4,24
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$	*70,52	*70,97	72,65	71,49	74,05
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	*3,61	*3,93	4,46	*3,67	*3,88
CaO/MgO	8,59	7,10	12,98	6,20	6,54
$\text{CaO}+\text{MgO}$	*6,94	8,77	8,12	7,39	*6,91
$(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{CaO}+\text{MgO})$	*2,81	*2,06	*2,00	2,64	*2,76
$\text{SiO}_2/(\text{CaO}+\text{MgO})$	*9,68	7,70	8,57	9,12	*9,60
Al_2O_3	*2,17	*2,15	2,30	2,40	2,47
$\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	2,86	3,57	3,28	2,65	2,43
$\text{K}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) \times 100\%$	2,29	6,68	5,46	*2,78	*2,7
$\text{MgO}/(\text{CaO}+\text{MgO}) \times 100\%$	10,43	12,35	7,15	13,90	13,3

Uwaga: symbolem * oznaczono wyniki podobne. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono symbol podkreślony.

Tabela 18. Wyniki analizy wykonanej metodą LA-ICP-MS składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 172:100/99 z Dziekanowic zrobionego techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu PbO•SiO₂
Table 18. Results of the LA-ICP-MS chemical composition analysis of glass of bead 172:100/99 from Dziekanowice produced using the winding technique (variant 1) from glass of PbO•SiO₂ type

Rycina	2:172:100/99
Nr grobu	49/99
Datowanie grobu	XI w.
Próbka	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste zielone
Nr analizy	33a
Składniki (w % wagowych)	
SiO ₂	26,07
Na ₂ O	1,08
K ₂ O	<
CaO	<
MgO	<
Al ₂ O ₃	0,3233
Fe ₂ O ₃	0,0806
MnO	<
Sb ₂ O ₅	0,003
PbO	69,65
CuO	1,286
SnO ₂	0,103
P ₂ O ₅	<
AgO	0,0011
Składniki (w mg/kg)	
Au ₂ O ₃	<
Li ₂ O	11,0
Cl	<
B ₂ O ₃	83,8
Sc ₂ O ₃	<
TiO ₂	973
V ₂ O ₅	3,7
Cr ₂ O ₃	<
NiO	<
CoO	1,7
ZnO	528
As ₂ O ₃	59,5
Rb ₂ O	2,1
SrO	5,6
Y ₂ O ₃	1,0
ZrO ₂	48,0
Mo ₂ O ₃	<
CdO	<
Cs ₂ O	0,3
BaO	26,3
La ₂ O ₃	0,9
Ce ₂ O ₃	1,9
Pr ₂ O ₃	0,3
Nd ₂ O ₃	2,2
Eu ₂ O ₃	<
Gd ₂ O ₃	<
Tb ₂ O ₃	<
Dy ₂ O ₃	<

Ho ₂ O ₃	<
Er ₂ O ₃	0,6
Tm ₂ O ₃	<
Yb ₂ O ₃	0,6
Lu ₂ O ₃	<
HfO ₂	1,1
W ₂ O ₃	2,8
Hg ₂ O	<
Bi ₂ O ₃	3,7
ThO ₂	0,5
UO ₂	0,5

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Tabela 19. Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych w szkle paciorka nr inw. 172:100/99 z Dziekanowic zrobionego techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu PbO•SiO₂

Table 19. Proportions and differences of principal glass-forming components in glass of bead 172:100/99 from Dziekanowice produced using the winding technique (variant 1) from glass of PbO•SiO₂ type

Rycina	2:172:100/99
Nr grobu	49/99
Datowanie grobu	XI w.
Próbka	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste zielone
Metoda analityczna	LA-ICP-MS
Źródło informacji o wynikach analiz, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 18*
Składniki	
PbO/SiO ₂	2,67
100%-PbO	29,12
PbO/(100%-PbO)	2,39

* Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych zostały wyliczone z ilości tych składników oznaczonych w % wagowych.

Tabela 20. Wyniki analizy wykonanej metodą LA-ICP-MS składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 195/94 z Dziekanowic zrobionego techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu PbO•K₂O•Na₂O•SiO₂

Table 20. Results of the LA-ICP-MS chemical composition analysis of glass of bead 195/94 from Dziekanowice produced using the winding technique (variant 1) from glass of PbO•K₂O•Na₂O•SiO₂ type

Rycina	2:195/94
Nr grobu	64/94
Datowanie grobu	X/XI w.
Próbka	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste turkusowe
Nr analizy	32a
Składniki (w % wagowych)	
SiO ₂	53,58
Na ₂ O	2,68
K ₂ O	11,79
CaO	0,959
MgO	0,214
Al ₂ O ₃	0,839
Fe ₂ O ₃	0,380

MnO	0,044
Sb ₂ O ₅	0,010
PbO	23,22
CuO	4,074
SnO ₂	0,081
P ₂ O ₅	<
AgO	0,0028
Składniki (w mg/kg)	
Au ₂ O ₃	<
Li ₂ O	14,7
Cl	<
B ₂ O ₃	645,3
Sc ₂ O ₃	<
TiO ₂	1028,3
V ₂ O ₅	8,9
Cr ₂ O ₃	60,2
NiO	<
CoO	139,8
ZnO	7850
As ₂ O ₅	369
Rb ₂ O	66,5
SrO	65,4
Y ₂ O ₃	2,7
ZrO ₂	25,3
Mo ₂ O ₃	26,9
CdO	<
Cs ₂ O	1,3
BaO	64,2
La ₂ O ₃	2,2
Ce ₂ O ₃	4,1
Pr ₂ O ₃	1,1
Nd ₂ O ₃	<
Eu ₂ O ₃	<
Gd ₂ O ₃	<
Tb ₂ O ₃	<
Dy ₂ O ₃	<
Ho ₂ O ₃	<
Er ₂ O ₃	<
Tm ₂ O ₃	<
Yb ₂ O ₃	<
Lu ₂ O ₃	<
HfO ₂	<
W ₂ O ₃	8,4
Hg ₂ O	<
Bi ₂ O ₃	7,1
ThO ₂	1,4
UO ₂	1,9

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Tabela 21. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle przedmiotów z Dziekanowic i Erfurtu (Turyngia) wykonanych ze szkła typu $PbO \cdot K_2O \cdot Na_2O \cdot SiO_2$
Table 21. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of artefacts from Dziekanowice and Erfurt (Thuringia) produced from glass of $PbO \cdot K_2O \cdot Na_2O \cdot SiO_2$ type

Przedmiot (próbka)	Paciorek nr inw. 195/94	Odpad produkcyjny	Fragment pierścionka	Fragment pierścionka	Fragment pierścionka
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste turkusowe	żółte	ciemnoniebieskie	zielononiebieskie; zdo-biony żółtym pasmem	zielononiebieskie; zdo-biony żółtym pasmem
Miejscowość	Dziekanowice	Erfurt	Erfurt	Erfurt	Erfurt
Chronologia zespołu	X/XI w.	XIII w.	XIII w.	XIII w.	XIII w.
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 20	MECKING 2013, tabela 3:G10	MECKING 2013, tabela 3:G17	MECKING 2013, tabela 3:G99	MECKING 2013, tabela 3:G102
L.p.	1	2	3	4	5
Składniki					
K_2O/Na_2O	^x 4,40	5,8	3,65	^x 4,86	^x 4,84
K_2O+Na_2O	^x 14,47	^x 14,48	13,78	^x 14,47	^x 14,26
$PbO+K_2O+Na_2O$	37,69	59,09	64,46	24,13	65,78
$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$	54,80	39,37	34,44	35,9	32,45
$(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3)/(PbO+K_2O+Na_2O)$	^x 1,45	0,67	0,53	^x 1,49	0,49
$PbO/(K_2O+Na_2O)$	1,60	3,08	3,68	3,43	3,61
SiO_2/PbO	2,31	0,86	0,62	0,71	0,61

Uwaga: znakiem ^x oznaczono wyniki podobne. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono znak podkreślony.

w różnym czasie, być może z tych samych źródeł piasku. Wymienione cechy technologiczne, a także dobra jakość techniki formowania tego okazu, przemawiają za uznaniem go za wyrób jakiejś pracowni działającej na Bliskim Wschodzie lub na innym obszarze, ale pracującej według takich samych zasad technologicznych, na których opierała się produkcja w ośrodkach bizantyńskich. Podobnie jak wyżej omówione okazy ze szkła tego typu, jest on najprawdopodobniej starszy niż grób, w którym go znaleziono.

Paciorki o kształcie cylindrycznym i cylindrycznopodobnym. Wystąpiły w liczbie 13 egzemplarzy, których skład szkła nie był badany. Musimy więc ograniczyć się do podania tylko ich wykazu.

Ze szkła *żółtego* słabo przezrzystego wykonany jest paciorek nr inw. 206:91/96 wchodzący w skład kolii zestawionej ze 102 okazów, ujawnionej w grobie 69/96 (X/XI w.) (Purowski w tym tomie, Ryc. 4:206:91/96), a z nieprzezroczystego – nr inw. 172:8/97 (zachowany w ułamkach), stanowiący element kolii złożonej z 12 egzemplarzy, pochodzącej z grobu 55/97 (XI w.) (Purowski w tym tomie, *Katalog...*).

Ze szkła *zielonkawego* słabo przezrzystego zrobione są 2 okazy: nr inw. 172:5/97 (obecnie zachowany w ułamkach), nieforemnie cylindryczny, będący częścią wyposażenia wspomnianego wyżej grobu 55/97 (XI w.) i znalezionej w nim kolii (Purowski w tym tomie, *Katalog...*) i nr inw. 172:22/99 (prawie cały), stanowiący część kolii złożonej z 85 paciorków odkrytej w grobie 49/99 (XI w.) (Purowski w tym tomie, *Katalog...* i Ryc. 7:172:22/99). Stan zachowania szkła tego ostatniego – skorodowane, odszlone w całej objętości – powoduje, że nie są widoczne elementy jego struktury. Podobnie więc, jak w przypadku okazów kulistopodobnych nry inw. 172:45, 48, 53, 85/99 brak jest bezpośrednich danych, które umożliwiłyby określenie techniki jego wykonania (dlatego w Tabeli 1 umieszczony jest w rubryce 9; zob. też Purowski w tym tomie, *Katalog...*, Tabela). Jednak takie jego cechy, jak: niezbyt regularny kształt, grubość ścianek, sposób uformowania krawędzi kanałika, kształt tego ostatniego (Purowski w tym tomie, *Katalog...* i Ryc. 7:172:22/99) skłaniają do uznania go za okaz zrobiony metodą nawijania.

Ze szkła *brązowego* słabo przezrzystego uformowany jest okaz nr inw. 172:46/99 (o kształcie zbliżonym do cylindrycznego) będący częścią wymienionej wyżej kolii z grobu 49/99 (XI w.) (Purowski w tym tomie, *Katalog...*, Ryc. 8:172:46/99); ze szkła *rudawego* nieprzezroczystego – egzemplarz nr inw. 206:98/96 (około 1/2 całości) z cytowanej wyżej kolii i grobu 69/96 (X/XI w.) (Purowski w tym tomie, *Katalog...*).

Szkło *białawożółtawe* charakteryzuje 4 paciorki wchodzące w skład wzmiankowanej wyżej kolii z grobu 69/96 (X/XI w.): słabo przezrzyste – okazy nry inw. 206:4/96 (kilka fragmentów), 206:20/96, a nieprzezroczyste – nry inw. 206:7/96 (bardzo drobne ułamki) i 206:8/96 (ułamek) (Purowski w tym tomie, *Katalog...* i Ryc. 4:206:4/96, 206:20/96).

Nieprzezroczyste szkło dwóch paciorków z tej samej kolii i grobu 69/96 (X/XI w.) ma barwę *szarą*. Są to okazy nry inw. 206:74/96 (prawie cały) i 206:81/96 (Purowski w tym tomie, *Katalog...* i Ryc. 4:206:74/96, 206:81/96), a 1 okaz, nr inw. 172:4/97 (obecnie drobne ułamki) wchodzący w skład kolii zestawionej z 12 egzemplarzy, odkrytej w grobie 55/97 (XI w.) – barwy *szarojasnobrunatnej* (Purowski w tym tomie, *Katalog...*).

Paciorki o kształcie stożkowym. Z cmentarzyska w Dziekanowicach pochodzi 15 egzemplarzy, których stan zachowania jest na tyle dobry, że możliwe było określenie sposobu ich wykonania (nawijanie) i formy. Są to paciorki zrobione ze szkła o różnym stopniu przezroczystości i różnych barwach.

Ze szkła *czerwonego* opakowego zostały wyprodukowane 3 okazy, nry inw.: 203/94 z grobu 64/94 (X/XI w.), 172:24/99 z grobu 49/99 (XI w.); jest elementem kolii złożonej z 85 paciorków, zob. Purowski w tym tomie) i 26/95 z grobu 5/95 (XI-XII w.).

Szkło tego ostatniego było zbadane metodą EPMA.

Paciorek nr inw. 26/95 jest zrobiony niedbale: ma kształt nieregularny, widoczne są wyraźnie ślady nawijania taśmy szklanej, z której go uformowano, krawędzie przyotworowe kanałika nie są obtopione, dolny (na rycinach) otworek tego ostatniego ma kształt elipsoidalny, co jest wynikiem niestarannego wyjmowania pręta po wykonaniu paciorka (Ryc. 1:26/95; Purowski w tym tomie, *Katalog...* oraz Ryc. 2:26/95).

Analiza składu chemicznego szkła wykazała, że należy ono do pierwszej odmiany szkieł ołowio-wych, alkalicznych typu $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$, wytopionych na potażu wyprodukowanym z popiołu roślin

kontynentalnych. Występujące w nim składniki barwiące szkło to przede wszystkim tlenek miedzi CuO (1,918%; inkluzje miedzi pojawiły się też na zdjęciu BSE – Ryc. 17), i prawdopodobnie pięciotlenek antymonu Sb₂O₅ (0,152%) (Tabela 13:4; NOWOTNY 1969:126-128, 160-161). Zwraca uwagę duża zawartość tlenku żelaza Fe₂O₃ (4,738% – Tabela 13:4), będącego najpewniej zanieczyszczeniem piasku. Nie wiemy, czy w tym przypadku antymon mógł pełnić podwójną rolę, tzn. także odbarwiać szkło, neutralizować działanie żelaza.

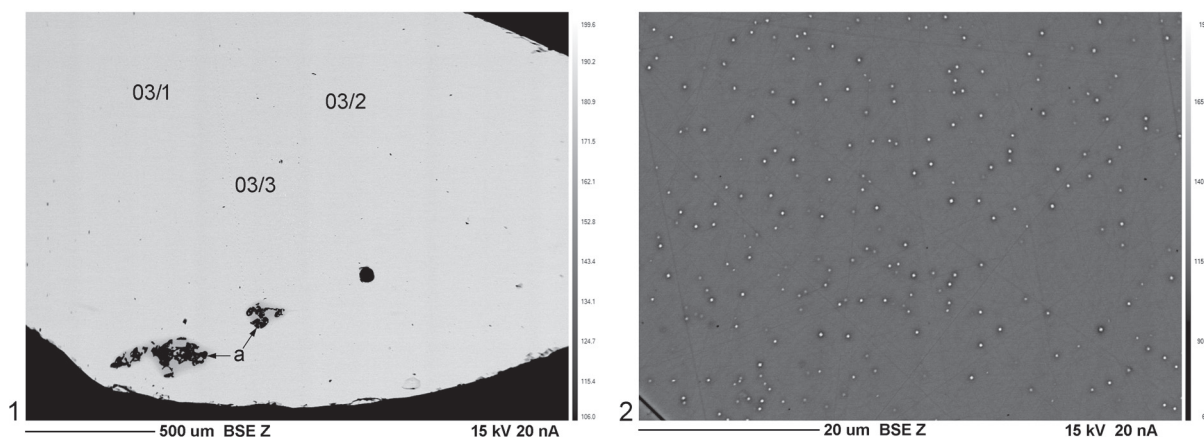
Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych występujących w tym szkłe nie wykazują żadnych podobieństw do tego rodzaju wskaźników charakteryzujących szkło zarówno innych paciorków z Dziekanowic, jak i przedmiotów znalezionych na innych obszarach (Tabele 14; 15).

Stan badań nad szklami typu PbO•K₂O•SiO₂ zaprezentowaliśmy wyżej, omawiając paciorek nr inw. 89/05 w kształcie wycinka kuli. W świetle przedstawionych zarówno tam informacji, jak i danych dotyczących tu omawianego okazu, nr inw. 26/95, można przypuszczać, że ten ostatni jest produktem warsztatu stosującego technologię wytopu szkła (zwłaszcza jego barwienia i odbarwienia) opartą częściowo na doświadczeniach szklarstwa bliskowschodniego, ale sposób wykonania owego paciorka świadczyłby, że zrobił go rzemieślnik gorzej wykwalifikowany, albo że nie przywiązywano znaczenia do jakości wyrobów przeznaczonych dla odbiorców mało wymagających. Nie mamy jednak podstaw do bliższego określenia potencjalnych ośrodków, skąd paciorek ten mógłby pochodzić, ani wypowiedania się w sprawie czasu jego wyprodukowania.

Ze szkła *żółtego* słabo przejrzystego zrobiony jest paciorek nr inw. 206:100/96 wchodzący w skład kolii złożonej ze 102 egzemplarzy, odsłoniętej w grobie 69/96 (X/XI w.); ze szkła opakowego – paciorek nr inw. 8:3/08 stanowiący element kolii liczącej 8 egzemplarzy, znalezionej w grobie 17/08 (XI w.). Ze szkła *jasnozielonego* wyraźnie przejrzystego wykonano paciorek nr inw. 196/94 z grobu 64/94 (X/XI w.); z *czernobrzązowego* opakowego – okaz nr inw. 172:1/97 (prawie cały) – składnik kolii utworzonej z 12 paciorków, odkrytej w grobie 55/97 (XI w.); *brązowego* opakowego – 2 paciorki z tej samej kolii i grobu – nry inw. 172:2/97 (prawie cały) i 172:9/97 (1/2 całości); ze szkła *rudawego* nieprzezroczystego – 2 okazy, nry inw. 206:93/96 i 206:94/96 wchodzące w skład wymienionej wyżej kolii z grobu 69/96. Ze szkła *czarnego* bardzo słabo przejrzystego zrobiony jest paciorek nr inw. 8:1/08 będący częścią kolii złożonej z 8 okazów, znalezionej w grobie 17/08 (XI w.); a z nieprzezroczystego – nr inw. 8:2/08 (fragment), z tej samej kolii i grobu; ze szkła *białoszarego* opakowego – nr inw. 172/26/99 z cytowanej wyżej kolii i grobu 49/99; oraz z *białożółtawego* słabo przejrzystego – okaz nr inw. 206:21/96 z wymienianej wyżej kolii z grobu 69/96.

Paciorki o kształcie dwustożkowym. Na cmentarzysku w Dziekanowicach znalazło się 9 egzemplarzy o takim kształcie. Wśród nich występują okazy ze szkła *czernego*: 2 – opakowego, nry inw. 172:23/99 i 172:25/99, stanowiące część wzmiankowanej wyżej kolii z grobu 49/99, 1 – ze szkła przejrzystego, o formie pośredniej między dwustożkową, a wycinkiem kuli, nr inw. 59:21/99, będący elementem kolii złożonej z 75 egzemplarzy odkrytej w grobie 65/98 (XI w.); 1 okaz zrobiony jest ze szkła *żółtego* słabo przejrzystego – nr inw. 206:89/96, również z cytowanej wyżej kolii z grobu 69/96 (X/XI w.); 1 – ze szkła *żółtozielonego* wyraźnie przejrzystego – nr inw. 107/05 (około 5/6 całości) z grobu 62/05 (XI w.); 3 – ze szkła *turkusowego*: 1 wyraźnie przejrzystego, nr inw. 195/94 z grobu 64/94 (X/XI w.), skład tego szkła został zbadany (zob. dalej), oraz 2 – ze słabo przejrzystego – nry inw. 27:9/08 i 27:10/08 (1/2 całości) – oba z kolii składającej się z 12 egzemplarzy odkrytej w grobie 51/08 (X/XI w.); 1 okaz wykonany jest ze szkła *rudawego* nieprzezroczystego – nr inw. 206:87/96 – pochodzi z wymienionej wyżej kolii, złożonej ze 102 okazów, z grobu 69/96.

Jak wspomniano, został zbadany skład chemiczny szkła paciorka nr inw. 195/94. Okaz ten pochodzi z grobu 64/94 datowanego na X/XI w. Ma on kształt regularny, krawędzie otworów kanalika – obtopione (Ryc. 2:195/94; Purowski w tym tomie, Ryc. 2:195/94). Szkło jest wyraźnie przejrzyste, turkusowe. Analizę jego składu wykonano metodą LA-ICP-MS. Wykazała ona, że jest to szkło ołowiowe pierwszej odmiany, alkaliczne typu PbO•K₂O•Na₂O•SiO₂, wytopione – jak się wydaje – nie na potażu, a na popiele roślin kontynentalnych. Przesłanką rozstrzygającą byłaby obecność w nim związków fosforu. W. Geilmann i H. Jenemann stwierdzili, że popioły roślin wykorzystywanych w szklarstwie zawierają ten



Ryc. 17. Obrazy BSE szkła paciorka nr 26/95. 1 – ogólny widok szkła; 2 – inkluzje Cu; a – skałen potasowy. Cyfry na Ryc. 17:1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:7-9). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 17. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 26/95. 1 – general view of glass; 2 – Cu inclusions; a – potassium feldspar. The numbers in Fig. 17:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:7-9). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

składnik – niektóre nawet w znacznych ilościach (GEILMANN, JENEMANN 1953:259-263). Lecz w szkłe paciorka z Dziekanowic nie został on zarejestrowany (Tabela 20). Odnotowano obecność w nim wielu domieszek różnych składników, w większości w ilościach <1%. Dostały się do niego najpewniej z popiołem (CaO, MgO, MnO i in.) oraz z piaskiem (Al₂O₃, Fe₂O₃ i in.). Natomiast śladowa ilość tlenku srebra, Ag₂O (0,0028%) stanowi najpewniej zanieczyszczenie ołowiu (Tabela 20).

Szkło paciorka nr inw. 195/94 barwione jest na kolor turkusowy przede wszystkim tlenkiem miedzi CuO (4,074%), odcień szafirowy nadał mu dodatek tlenku kobaltu CoO (139,8 mg/kg); już jego ilość >0,005% barwi szkło na niebiesko (*Principes...* 2002:194, Tabela 3).

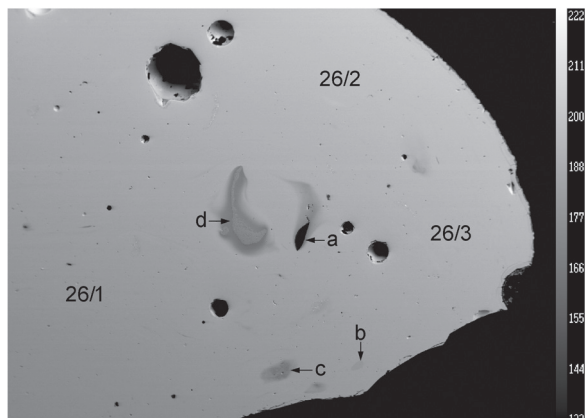
Szkła typu PbO•K₂O•Na₂O•SiO₂ są rzadko spotykane. Szerzej dotyczącą ich problematykę przedstawiono dawniej (DEKÓWNA 1980:300-306). Przypomnieć tu trzeba cytowaną wyżej opinię M.A. Bezborodova, który opierając się na przekazie Teofila, stwierdził, że szkła wytapiane w Niemczech są szklami popiołowymi, a produkowane na Rusi – potażowymi (BEZBORODOV 1956:90). W ostatnich latach pojawiają się publikacje wyrobów ze szkła omawianego typu odkrytych na terenie Niemiec. W Erfurcie (Turyngia) w warsztacie przetwórczym datowanym na XIII w., a więc znacznie późniejszym niż grób 64/94 (X/X w.) z Dziekanowic, w którym wystąpił paciorek nr inw. 195/94, znaleziono kilka przedmiotów ze szkła typu PbO•K₂O•Na₂O•SiO₂, w tym odpad produkcyjny. W warsztacie tym wytwarzano paciorki i pierścionki szklane (MECKING 2013). Jednak szkła te zawierają znacznie większą ilość PbO (40-50%; MECKING 2013, tabela 3) niż szkło paciorka z Dziekanowic (Tabela 20). Sumy i proporcje głównych składników szklotwórczych wykazują niewiele podobieństw; te ostatnie ograniczają się do charakterystyki surowca alkalicznego (którego źródłem był najpewniej popiół roślin kontynentalnych) i elementu receptury – relacji składników piasku do sumy surowców: ołowiowego i alkalicznego ([SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃]/[PbO+K₂O+Na₂O] – Tabela 21). Pojedyncze wyroby ze szkła o tym składzie znane były już dawniej z terenu Polski: Wolina (2 pol. XI w.), Szczecina (XI/XII w.), Międzyrzecza (XIII w.) oraz Rusi – z Kijowa (XI-XIII w.). Skład szkła tych przedmiotów różni się jednak od składu szkła paciorka z Dziekanowic zarówno pod względem zawartości ilościowej, jak i sum oraz proporcji głównych składników szklotwórczych (Tabele 20; 21:1, oraz DEKÓWNA 1980, tabele 83; 84; 85 – proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych zostały tu wyliczone według nieco innych kryteriów niż w przypadku szkła okazu z Dziekanowic). Przedmioty te wystąpiły w zespołach późniejszych niż omawiany paciorek.

Ze względu na bardzo mały zasób obecnie dostępnych danych nie możemy się wypowiadać na temat miejsca produkcji tego paciorka. Również jego forma – o charakterze uniwersalnym (paciorki o tym

kształcie występują w różnych okresach na różnych obszarach) – nie stanowi przesłanki mogącej pomóc w ustaleniu jego proveniencji.

2.1.2.1.1.1.2. Zdobione

Grupę tę tworzą paciorki dekorowane ornamentem reliefowym: wklęsłym lub wypukłym, tworzącym integralną część z ich korpusem. Ornament wykonywany jest sposobem odciskania bądź żłobienia elementów zdobniczych w szkłe korpusu (*Principes...* 2002:153, 159, 170). Określenie kształtu takich okazów w *Principes...* (2002:125-126) uzupełnione jest przymiotnikiem „figuralny” (zob. też Purowski w tym tomie, *Katalog...*, Tabela).



Określenie kształtu takich okazów w *Principes...* (2002:125-126) uzupełnione jest przymiotnikiem „figuralny” (zob. też Purowski w tym tomie, *Katalog...*, Tabela).

Paciorki w kształcie wycinka kuli, figuralne. Na cmentarzysku w Dziekanowicach wystąpiło 5 okazów zdobionych rowkami (żłobkami), między którymi powstały wypukłe żeberka. Wszystkie zostały znalezione w grobach datowanych na XI w.

Wśród nich znalazły się 3 paciorki ze szkła *turkusowego*: 2 ze słabo przezrystego, nr inw. 166/94 z grobu 52/94 zdobiony siedmioma żeberkami różnej szerokości (rowki są głęboko odcisnięte ostrym narzędziem) i nr inw. 109/05 wchodzący w skład kolii zestawionej z dziesięciu paciorków, odkrytej w grobie 62/05, z ornamentem siedmiu żeberek (zob. dalej), oraz 1 ze szkła wyraźnie przezrystego – nr inw. 165/94 z wymienionego wyżej grobu 52/94, dekorowany również siedmioma żeberkami nierównej szerokości (rowki są głęboko odcisnięte ostrym narzędziem) (Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 2:165/94 i 166/94; 11:109/05).

Wykonano analizę, metodą EPMA, szkła paciorka nr inw. 109/05 (Ryc. 2:109/05). Jej wynik świadczy, że szkło, z którego został on wyprodukowany, należy do pierwszej odmiany szkieł ołowiowych

Ryc. 18. Obrazy BSE szkła paciorka nr 109/05. a – ziarno kwarcu; b – cyrkon; c – fosforan wapnia; d – tlenek żelaza. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:99-101). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski
Fig. 18. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 109/05. a – quartz grain; b – zirconium; c – calcium phosphate; d – iron oxide. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:99-101). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

(alkalicznych), typu $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ (Tabela 13:2), które były wytapiane z zestawu składającego się z ołowiu lub glejty, piasku oraz potażu wyrabianego z popiołu roślin kontynentalnych. Na kolor turkusowy zostało zabarwione tlenkiem miedzi (2,088%). Zawiera niewielką ilość tlenku antymonu (0,360%), który mógł nieco odbarwiać to szkło (już jego ilość $>0,1\%$ wywołuje taki efekt – por. *Principes...*, 2002:196, tabela 4).

Na zdjęciu BSE widać inkluzje kwarcu, cyrkonu (domieszki piasku), fosforanu wapnia (składnik popiołu) i tlenku żelaza (domieszka piasku i ołowiu [?]) (Ryc. 18).

Reprezentuje ono ten sam chemiczny typ szkła, co omówiony wyżej paciorek nr inw. 89/05, niezdobiony, mający kształt wycinka kuli, wykonany także ze szkła barwy turkusowej, odkryty w tym samym, co tu prezentowany, grobie 62/05 (XI w.). Podobnie jak szkło okazu nr inw. 89/05, tworzywo paciorka nr inw. 109/05 zawiera mało domieszek nieintencjonalnych (Tabela 13:2; ale zob. Ryc. 18). Odznacza się cechami świadczącymi, że szkło to zostało wytopione z zestawu o wymienionym wyżej składzie. W większości odpowiada parametrom opublikowanym przez M.A. Bezborodowa i V.A. Galibina charakteryzującym szkła wytwarzane, ich zdaniem, na Rusi (zob. wyżej), z wyjątkiem wspomnianego udziału w tym szkłe tlenku antymonu. Zdaniem V.A. Galibina (2001:83) w szklach tego typu produkowanych na Rusi nie występują składniki klarujące i odbarwiające szkło, takie jak antymon i mangan. Skład ilościowy tego szkła jest zbliżony do składu szkła tego typu chemicznego innych paciorków z Dziekanowic (Tabela 13), a w zakresie

sum i proporcji głównych składników szklotwórczych – do szkła wspomnianego paciorka nr inw. 89/05 i przedstawionego niżej paciorka nr inw. 110/05 (Tabela 14:1, 2, 3).

Omawiany okaz jest dość niestarannie wykonany; krawędzie otworów kanalika są co prawda zagładzone, obtopione, ale żeberka mają różną szerokość i rowki (wyżłobione ostrym narzędziem) nierówną głębokość (Ryc. 2:109/05; Purowski w tym tomie, Ryc. 11:109/05).

Pod względem formy paciorek nr inw. 109/05 należy do okazów o cechach uniwersalnych. Przesłanki technologiczne nie pozwalają zdecydowanie wykluczyć możliwości, że stanowi on wyrób jakiejś pracowni działającej na Rusi.

Jeden paciorek wykonany jest ze szkła *niebieskiego*, słabo przezrystego. Jest to okaz nr inw. 82/92 pokryty ornamentem złożonym z 11 żeberek (Ryc. 1:82/92); został ujawniony w grobie 20/92 (Purowski w tym tomie, Ryc. 1:82/92).

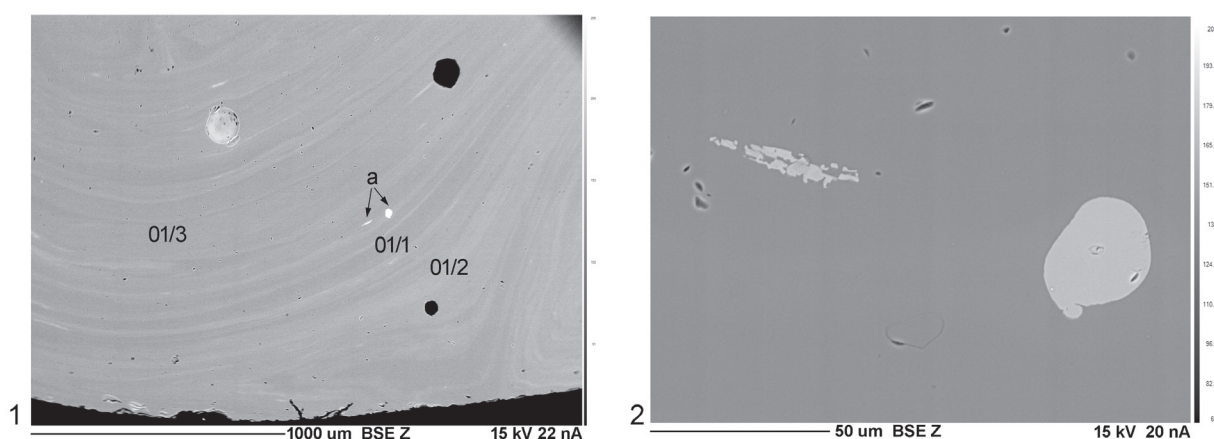
Skład chemiczny jego szkła przeanalizowano metodą EPMA, której wyniki pokazały, że należy ono do szkielek typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (Tabela 16:3). Barwione jest tlenkiem żelaza (0,706%) i tlenkiem miedzi (0,166%). Oba te składniki nadają szkłu kolor niebieski występując już w ilościach $>0,1\%$ (*Principes...* 2002:194, Tabela 3). Nasuwa się natomiast pytanie, jaką rolę pełnił w nim tlenek manganu, którego zawartość w tym szkłe wynosi 1,154% (Tabela 16:3) – odbarwiacza czy barwnika. Niektórzy badacze uważają, że określenie jego roli może stanowić przesłankę chronologiczną (SAYRE 1963).

Mangan jako środek odbarwiający był stosowany już od II w. p.n.e. lub nawet wcześniej (HENDERSON 2013:76) do odbarwiania szkła sodowego, początkowo łącznie z antymonem, a później samodzielnie (GALIBIN 2001:38, Tabela 17).

Staroruscyscy szklarze stosowali mangan w połączeniu z miedzią do uzyskania koloru błękitnego, jasnoniebieskiego, podobnego do tego, jaki nadawał szkłu kobalt, którego oni nie używali. Szkła barwione tym sposobem (miedź + mangan) występują na terenie dawnej Rusi na stanowiskach datowanych na X-XIII w., lecz są to szkła ołowiowo-potasowe (GALIBIN 2001:38, tabela 10:1873, 1887, 2033).

Tworzywo paciorka nr inw. 82/92 jest szkłem sodowym pierwszej odmiany (wytopionym z zestawu, w którym surowiec sodowy występował w postaci sody mineralnej). Ponieważ ma ono barwę niebieską, można domniemywać, że tlenek manganu był trzecim składnikiem, który łącznie z tlenkiem żelaza i tlenkiem miedzi, których zawartość w tym szkłe była stosunkowo niewielka (kolejno: 0,706% i 0,166%) przyczynił się do nadania mu tej właśnie barwy.

Na zdjęciu BSE widoczne są inkluzje wollastonitu (Ryc. 19), który tworzy się w „...czasie stygnięcia masy szklanej zawierającej większą ilość wapnia, gdy następuje krystalizacja szkła” (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:169-170, przyp. 22, ryc. 3.5.8a).



Ryc. 19. Obrazy BSE szkła paciorka nr 82/92. 1 – ogólny widok szkła; 2 – inkluzje wollastonitu (CaSiO_3); a – zob. Ryc. 19:2. Cyfry na Ryc. 19:1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:1-3). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 19. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 82/92. 1 – general view of glass; 2 – wollastonite inclusions (CaSiO_3); a – see Fig. 19:2. The numbers in Fig. 19:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:1-3). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

Jak wyżej wspomiano, typ chemiczny $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ma korzenie sięgające szklarstwa pradziejowego, okresu rzymskiego i bizantyńskiego. We wczesnym średniowieczu szkło tego typu było wytapiane także w ośrodkach powstających na terenach poza imperium bizantyńskim, wykorzystujących technologię stosowaną w szklarstwie bizantyńskim. Technologia barwienia szkła paciorka nr inw. 82/92 z Dziekanowic (tlenki: żelaza, miedzi, manganu) skłaniałaby do szukania miejsca jego produkcji w jakimś z tych ostatnich ośrodków, zwłaszcza takim, który stosował antyczną recepturę sporządzania zestawu, ale nieco odmienne zabiegi uzupełniające (barwienie).

Analiza porównawcza sum i proporcji głównych składników szkłotwórczych występujących w szkle omawianego paciorka nie dostarcza wielu przesłanek do określenia jego pochodzenia. Najwięcej analogii do niego wykazuje nieprzezroczyste niebieskie szkło cylindrycznego paciorka z Ostrowa Tumskiego we Wrocławiu (1 ćwierć XI w.) (Tabele 17:3; 3:12). Polegają one przede wszystkim na podobieństwie elementów receptury ($[\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3]/[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]$, $[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]/[\text{CaO}+\text{MgO}]$, $\text{SiO}_2/[\text{CaO}+\text{MgO}]$) oraz niektórych cech piasku ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$). Tylko pojedyncze zbieżności widoczne są w szkle wyrobów pradziejowych – też w zakresie elementów receptury ($[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]/[\text{CaO}+\text{MgO}]$ – Tabele 17:3; 3:2, 3, 6, 7; $\text{SiO}_2/[\text{CaO}+\text{MgO}]$ – Tabela 3:4 i inne pozycje). Potwierdzają tylko archaiczność recepty, według której wytopiono szkło omawianego paciorka z Dziekanowic.

Paciorek w kształcie wycinka środkowej części kuli ze szkła wyraźnie przejrzystego niebieskiego, zdobiony sześcioma żeberkami został znaleziony w grobie z lat 930/990-1030 na cmentarzysku w Bodzi. Skład jego szkła został zbadany metodą EPMA; analiza ta wykazała, że jest to szkło sodowe popiołowe, reprezentujące typ chemiczny $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$, a więc inny niż szkło okazu z Dziekanowic (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:169-171, ryc. 3.5.7c, tabela 3.5.6.).

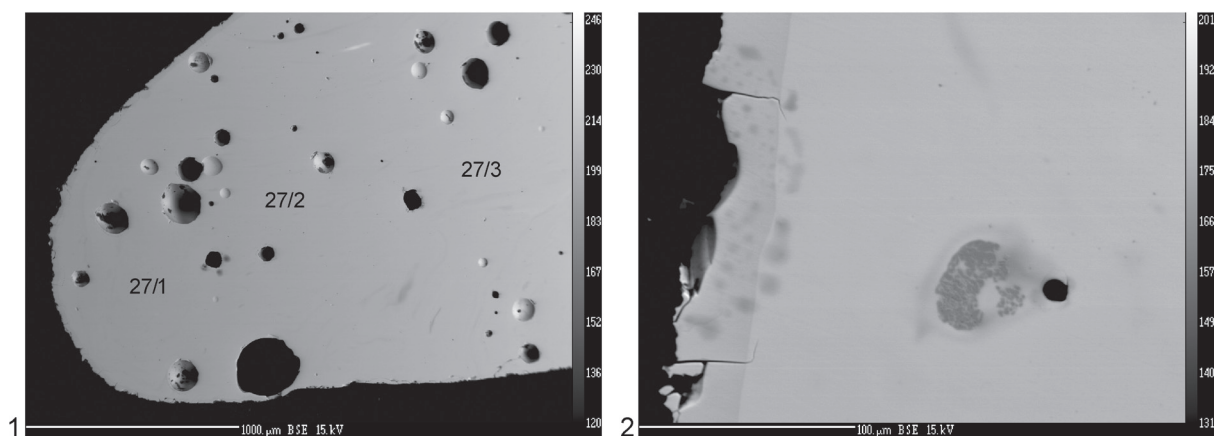
Paciorek nr inw. 82/92 z Dziekanowic odznacza się starannym wykonaniem: korpus ma regularny kształt, krawędzie otworów kanalika są obtopione, żeberka mają prawie jednakową szerokość, tylko jedno jest szersze (zob. Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 1:82/92), rowki są jednakowo głęboko odcisnięte. Powstaje pytanie, w jaki sposób ornament ten wykonano: czy nie przez odcisnięcie paciorka w foremce lub przez obtoczenie go na płycie zaopatrzonej w wypukłe „żeberka”? (o sposobach użytkowania tego typu dekoracji zob. DEKÓWNA 1980:59). Metody badawcze, którymi dysponujemy przy opracowywaniu zbioru ozdób szklanych z Dziekanowic nie pozwalają na wykrycie śladów techniki wykonania ornamentu, nie mamy więc możliwości odpowiedzi na to pytanie.

Podsumowując powyższe uwagi, możemy jedynie stwierdzić, że analiza cech paciorka nr inw. 82/92 nie dostarcza jednoznacznych przesłanek pozwalających na określenie jego pochodzenia. Można przypuszczać, że szkło, z jakiego został zrobiony, zostało wytopione w jakimś ośrodku istniejącym poza obszarem imperium bizantyńskiego, odznaczającym się wysokim poziomem wytwarzanych w nim produktów, i że sam ten okaz został z tego szkła tam wykonany. Brak jest jednak danych by ośrodek ten można było zlokalizować.

Ostatni okaz należący do omawianej grupy paciorków, to egzemplarz ze szkła wyraźnie przejrzystego *fioletowego* (ciemnofioletowego), nr inw. 110/05, ze wspomnianej wyżej kolii i grobu 62/05 (Ryc. 2:110/05; Purowski w tym tomie, Ryc. 11:110/05).

Wyniki analizy, przeprowadzonej metodą EPMA, świadczą, że, tworzywo to należy do szkieł ołowowych pierwszej odmiany (alkalicznych) typu $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ i jest barwione tlenkiem manganu (0,944%, Tabela 13:3). Także na obrazie BSE widoczna jest inkluzja złożona głównie ze związków manganu (Ryc. 20).

Tlenek manganu w składzie szkła tego paciorka wystąpił w ilości zbliżonej do granicy zawartości owego związku mającej wpływ na zabarwienie szkła (>1%; zob. *Principes...* 2002:194, tabela 3). Prawdopodobnie jego barwiące działanie zostało wzmocnione pięciotlenkiem antymonu Sb_2O_5 , który wystąpił w tym szkle w ilości 0,393% (Tabela 13:3) i który mógł barwić szkło na kolor czerwony. Co prawda rubin antymonowy został wynaleziony dopiero na początku XX w., powstaje on w szkle zawierającym antymon i siarkę (NOWOTNY 1969:159-163). O dużo wcześniejszym wykorzystywaniu antymonu do barwienia szkła na czerwono piszą współautorki *Principes...* Stwierdzają, że występując w ilości >0,1% był on sporadycznie używany jako środek nadający szkłu kolor rubinowy (*Principes...* 2002:196, tabela 4). Można więc zaryzykować tezę, że paciorek nr inw. 110/05 z cmentarzyska w Dziekanowicach stanowi



Ryc. 20. Obrazy BSE szkła paciorka nr 110/05. 1 – ogólny widok szkła; 2 – inkluzja złożona głównie ze związków manganu. Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:102-104). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 20. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 110/05. 1 – general view of glass; 2 – inclusion mainly composed of manganese compounds. The numbers in image 1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:102-104). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

bardzo rzadki przypadek zastosowania do barwienia szkła na kolor fioletowy łącznie dwóch komponentów: tlenku manganu i tlenku antymonu.

Pod względem sum i proporcji głównych składników szklotwórczych występujących w szkle omawianego paciorka wykazuje ono mało zbieżności ze szklami tego typu ujawnionymi zarówno na cmentarzysku w Dziekanowicach (paciorek nr inw. 109/05 zdobiony także ornamentem żeberkowanym – zob. wyżej), jak i na innych stanowiskach (bransolety znalezione w Mińsku i Kijowie; XI-XIII w.). Dotyczą one głównie elementów receptury ($[\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3]/[\text{PbO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}]$, $\text{PbO}/[\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}]$, SiO_2/PbO – Tabele 14:3, 2; 15:3, 4).

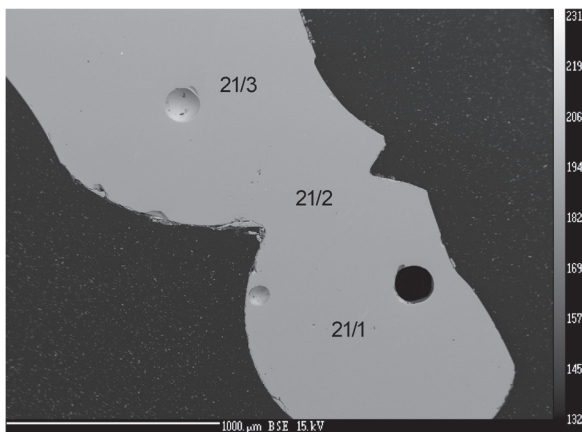
Paciorek nr inw. 110/05 ma dość regularny kształt, krawędzie otworów kanalika są obtopione, lecz żeberka różnią się szerokością, a rowki – głębokością (zob. Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 11:110/05). Te ostatnie wydają się wyżłobione ostrym narzędziem.

Poszukując miejsca produkcji omawianego paciorka, przypominamy, że typ szkła, z którego został on zrobiony, $\text{PbO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, jest uważany za charakteryzujący wyroby szklarzy staroruskich. Ale zastosowanie domniemanej rzadko spotykanej technologii jego barwienia z udziałem antymonu nasuwa wątpliwości czy można go wiązać ze szklarstwem staroruskim. Wydaje się, że powinno się raczej brać pod uwagę ośrodki działające poza obszarem Rusi, w których stosowane były elementy technologii wschodniej. Trudno jednak je określić.

Paciorek o kształcie cylindrycznym, figuralny. Jest nim okaz nr inw. 115/02, ujawniony w warstwie II₁ (XI w.). Nie zachował się w całości, oba jego końce są odłamane, ale nie wiadomo, czy tylko powierzchnie przyotworowe zostały ukruszone, czy zachowana część została odłamana od większej całości. Jej ogólny kształt jest trudny do określenia ze względu na złożoność formy. Składa się z kilku pierścieni różnej wysokości i średnicy (Ryc. 1:115/02; Purowski w tym tomie, Tabela, Ryc. 16:115/02). Nie wiadomo, jaki był jego pierwotny kształt.

Określenie kształtu zachowanej części oparto na jego podobieństwie do formy paciorka wydzielonej w *Principes...* (2002:124, 125, nr 8.1.2.1.1.8.1.).

O ile podstawowa technika wykonania okazu nr inw. 115/02 (nawijanie) jest dobrze udokumentowana wyraźnie widocznymi w jego szkle śladami zastosowania tej metody, w postaci licznych elipsoidalnych pęcherzy gazowych biegnących koncentrycznie lub spiralnie w stosunku do kanalika (Ryc. 3:115/02), to sposobu uformowania wspomnianych pierścieni nie udało się odtworzyć zarówno na podstawie obserwacji makroskopowych omawianego okazu, jak i pod szkłem powiększającym.



Ryc. 21. Obraz BSE szkła paciorka nr 115/02. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:73-75). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 21. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 115/02. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:73-75). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

nek manganu w szkłe paciorka nr inw. 115/02 wystąpił w ilości (0,991%, Tabela 16:5) znajdującej się prawie na granicy jego zawartości mającej wpływ na barwę szkła i nie odegrał znaczącej roli w jego zabarwieniu.

Jak wiadomo, kobalt był cenionym środkiem barwiącym, zwłaszcza szkła sodowe, na intensywny niebieskoszafirowy kolor, używanym w starożytności, okresie rzymskim i we wczesnym średniowieczu – w tym ostatnim czasie głównie w ośrodkach wschodnich. Występował na świecie w złożach, w których towarzyszyły mu takie minerały, jak: miedź, arsen, nikiel, żelazo, mangan, cynk i inne (HENDERSON 2013:69–70). Niektórzy badacze uważają, że „zachodniorzymskie” szkła barwione kobaltem zawierają podwyższoną ilość manganu, a te znajdujące w Azji środkowej – arsenu (HENDERSON 2013:70–75, tu też przegląd poglądów na ten temat). Przypomnijmy, że w szkłe omawianego paciorka arsen nie wystąpił (zob. Tabela 16:5).

Biorąc pod uwagę przedstawione tu, z konieczności w dużym skrócie, przesłanki, takie, jak: wielokrotnie wyżej podnoszona archaiczność recepty, według której zostało wytopione szkło paciorka nr inw. 115/02, technologia jego barwienia, przede wszystkim kobaltem, który był stosowany w warsztatach wschodnich, oraz miedzią i manganem, a także żelazem (który w jego składzie mógł znaleźć się – może tylko częściowo – jako zanieczyszczenie piasku), staranność wykonania tego okazu (regularny kształt), unikatowość jego formy, można przyjąć, że zarówno szkło, jak i sam ten okaz, wyprodukowano w jakimś ośrodku bizantyńskim, najprawdopodobniej w okresie wcześniejszym niż ten, na który datowany jest kontekst archeologiczny, w którym go znaleziono.

Badając proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych występujących w szkłe paciorka nr inw. 115/02 widzimy podobieństwo niektórych z tych wskaźników do charakteryzujących szkła innych paciorków z Dziekanowic, zwłaszcza do okazu nr inw. 27:12/08, barwy czerwonej, z grobu 51/08 założonego na przełomie X i XI w. (Tabela 17:5,1). Podkreślić też trzeba, że taką samą jak w przypadku paciorka nr inw. 115/02 technologię barwienia szkła na kolor niebieski wykorzystano w odniesieniu do szkła, omówionego niżej, wieloczęściowego okazu nr 15/96 pochodzącego z obiektu z X/XI w. z cmentarzyska w Dziekanowicach.

2.1.2.1.1.2. Paciorki wieloczęściowe

Są to okazy: 1. składające się z kilku paciorków wykonanych techniką nawijania, połączonych (stopionych) końcami, lub – 2. zrobione ze spiralnie skręconej taśmy szklanej.

Paciorek zrobiony jest ze szkła wyraźnie przejrzystego niebieskiego, które obserwowane w silnym świetle przybiera odcień szafirowy, lekko fioletowawy. Obraz BSE pokazuje, że szkło to jest jednorodne, pozbawione inkluzji (Ryc. 21).

Analiza składu chemicznego jego tworzywa, przeprowadzona metodą EPMA, świadczy że jest to szkło sodowe pierwszej odmiany (wytopione na sodzie mineralnej) typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (Tabela 16:5). Barwione jest kompozycją kilku tlenków: żelaza Fe_2O_3 (1,933%), miedzi CuO (0,306%) oraz kobaltu CoO (0,225%) i manganu MnO (0,991%). Kobalt nadał mu odcień szafirowy, a mangan lekko fioletowawy.

Kobalt, jak wspomniano wyżej w kilku podrozdziałach, jest silnym barwnikiem, nadaje szkłu kolor niebieski, pojawiając się w nim już w ilości $> 0,005\%$, tlenki żelaza i miedzi – $> 0,1\%$ każdy, a zawartość tlenku manganu wynosząca $> 1\%$ barwi je na fioletowo (*Principes...* 2002:194, tabela 3). V.A. Galibin pisze, że „...w bardzo rzadkich przypadkach obecność manganu nadaje szkłu, zabarwionemu kobaltem, odcień fioletowy” (GALIBIN 2001:38). Tlenek manganu w szkłe paciorka nr inw. 115/02 wystąpił w ilości (0,991%, Tabela 16:5) znajdującej się prawie na granicy jego zawartości mającej wpływ na barwę szkła i nie odegrał znaczącej roli w jego zabarwieniu.

Jeśli chodzi zwłaszcza o pierwszą grupę tych ozdób, to w przypadku konkretnych egzemplarzy nie-rzadko niemożliwe jest stwierdzenie, czy jest to paciorek wykonany opisanym sposobem, czy powstał w wyniku nieintencjonalnych okoliczności, np. połączenia kilku pojedynczych okazów gdy wytwórca rzucał je na stertę gotowych wyrobów o jeszcze nie całkowicie zakrzepłym szkłem, bądź w rezultacie wtórnych procesów, którymi były poddawane w czasie ich użytkowania i później w wyniku procesów postdepozycyjnych.

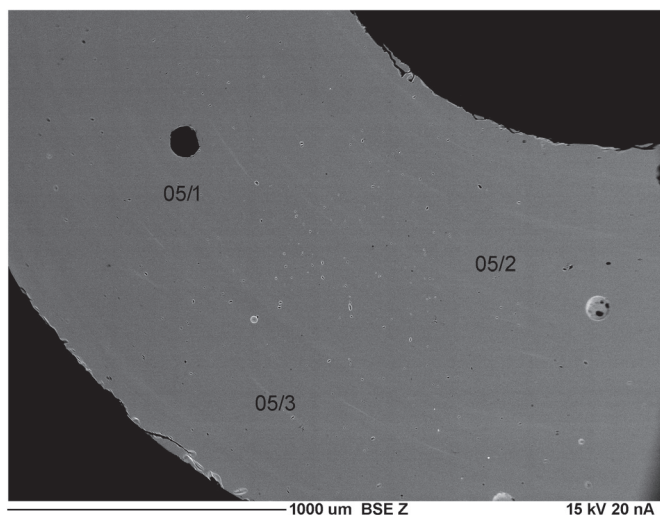
Na cmentarzysku w Dziekanowicach znaleziono 4 lub 3 okazy wieloczęściowe, z których 3 lub 2 reprezentują pierwszą grupę tych ozdób. Wszystkie zachowane są w bardzo złym stanie, pokryte są warstwą korozji, która utrudnia, a w niektórych przypadkach uniemożliwia, obserwację struktury szkła. Ich przynależność do paciorków wykonanych techniką nawijania oparliśmy więc głównie na cechach ich formy.

Są to następujące paciorki: okaz z *żółtego* słabo przezrystego szkła, nr inw. 206:50/96 wchodzący w skład koliai liczącej 102 egzemplarze, znalezionej w grobie 69/96 (X/XI w.), składający się z dwóch segmentów lub dwóch złączonych paciorków w kształcie wycinka kuli (Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 4:206:50/96), oraz 2 lub 1 egzemplarze stanowiące elementy koliai utworzonej z 85 paciorków (ale zob. Tabela 1 i Purowski w tym tomie, Tabela), wchodzącej w skład wyposażenia grobu 49/99 (XI w.). Wśród nich 1 egzemplarz, nr inw. 172:83/99, zbudowany jest z trzech paciorków, z których zewnętrzne mają kształt wycinka kuli, a środkowy – pierścieniowaty; szkło paciorka pierwszego od góry na Ryc. 8:172:83/99 w *Katalogu...* (Purowski w tym tomie) jest *białoszare* nieprzezroczyste, a w pozostałych dwóch *czarne*, bardzo słabo przezryste. Być może do grupy tej należy też okaz nr inw. 172:90/99; składa się z dwóch połączonych ze sobą paciorków, z których górny na Ryc. 9:172:90/99 w *Katalogu...* (Purowski w tym tomie) ma formę wycinka kuli, a dolny – pierścieniowatą. Szkło obu jest *czarne*, bardzo słabo przezryste. Stan zachowania jego szkła (korozja, odszklenie) nie pozwala jednoznacznie stwierdzić, czy był wykonany techniką nawijania.

W koliai z grobu 49/99 znalazły się jeszcze 2 egzemplarze dwusegmentowe, nry inw. 172:27/99 i 172:92/99 (Purowski w tym tomie, Ryc. 8:172:27/99; 9:172:92/99). Ze względu na zły stan zachowania ich szkła nie

można określić sposobu ich uformowania; w Tabeli 1 są wymienione w rubryce 9.

Drugą grupę paciorków wieloczęściowych reprezentuje okaz nr inw. 15/96 pochodzący z obiektu VIII/5, z pierwszego poziomu tego obiektu (X/XI w.), (Ryc. 1:15/96; Purowski w tym tomie, Ryc. 3:15/96). W przeciwieństwie do wyżej opisanych zarówno sam ten paciorek, jak i szkło, z którego został zrobiony, są bardzo dobrze zachowane. Złożony jest z czterech segmentów; niektóre z nich nie są wyraźnie od siebie oddzielone: między pierwszym i drugim od góry na Ryc. 1:15/96 i w *Katalogu...* Ryc. 3:15/96 (Purowski w tym tomie) taśma, z której je uformowano, przechodzi ukośnie, wskutek czego na tym boku paciorka owe segmenty oddzielone są dodatkowym pierścieniem; między segmentami drugim i trzecim od góry na części obwodu tego okazu widoczny jest fragment podobnego pierścienia (zob. też Ryc. 3:15/96).



Ryc. 22. Obraz BSE szkła paciorka nr 15/96. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:13-15). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 22. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 15/96. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:13-15). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

Paciorek zrobiony jest ze słabo przezrystego *niebieskiego* szkła; w silnym świetle przybiera odcień szafirowy, a miejscami zielonkawoniebieski. Na zdjęciu BSE widać, że jest to szkło jednorodne, pozbawione inkluzji (Ryc. 22).

Wykonano, metodą EPMA, analizę składu chemicznego szkła tego paciorka. Wykazała ona, że jest to szkło sodowe pierwszej odmiany (do jego wyprodukowania użyto sodę mineralną), typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, barwione kompozycją kilku tlenków: kobaltu CoO (0,182%), miedzi CuO (0,253%), manganu MnO (0,730%) i żelaza Fe_2O_3 (0,153%), którego barwiące działanie zostało nieco wzmocnione niewielką ilością tlenku tytanu TiO_2 (0,153%) stanowiącego zanieczyszczenie piasku (Tabela 16:4).

Typ chemiczny tego szkła, mający antyczne korzenie, omawiany wyżej (ze szkła tego typu były zrobione jeszcze inne paciorki uformowane sposobem nawijania, odkryte na cmentarzysku w Dziekanowicach) oraz technologia jego barwienia analogiczna do tej, jaką zastosowano do zabarwienia szkła cylindrycznego figuralnego paciorka nr inw. 115/02 wskazywałyby, że okaz nr inw. 15/96 (szkło i paciorek) zostały wyprodukowane, podobnie jak paciorek nr inw. 115/02, w jakimś ośrodku bizantyńskim.

Pod względem sum i proporcji głównych składników szklotwórczych okaz nr inw. 15/96 nie wykazuje wiele zbieżności z innymi paciorkami z cmentarzyska w Dziekanowicach wykonanymi ze szkła $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (por. Tabele 17; 8).

Paciorki segmentowe wykonane techniką nawijania spotykane są też na innych stanowiskach archeologicznych w Polsce (Mazowsze, Śląsk, ziemia świecka) w zespołach datowanych na różne okresy w ramach XI–XIII w. (MARKIEWICZ 2006, tabela 13; 2008:174, 181-184, 190, tablice 18:2, 8, 9; 19:1-3; 20:10, 11). Okazy odkryte w Czersku (koniec XII – 1 połowa XIII w.) są zrobione ze szkła ołowiowego alkalicznego (BRONIEWSKA-RAUHUT 1998:27, tablica 4:17, 18), a więc innego typu niż szkło paciorka z Dziekanowic, i wiążącego się ze szklarstwem innego kręgu kulturowego (m.in. Ruś, Europa Zachodnia) niż szkło paciorka nr inw. 15/96 z cmentarzyska dziekanowickiego.

2.1.2.1.2. Paciorki wielobarwne

Są to okazy z elementami zdobniczymi nanoszonymi na powierzchnię zewnętrzną korpusu, wykonanymi ze szkła innej barwy i często innej przezroczystości niż szkło ostatniego bądź sporządzonymi z innego materiału.

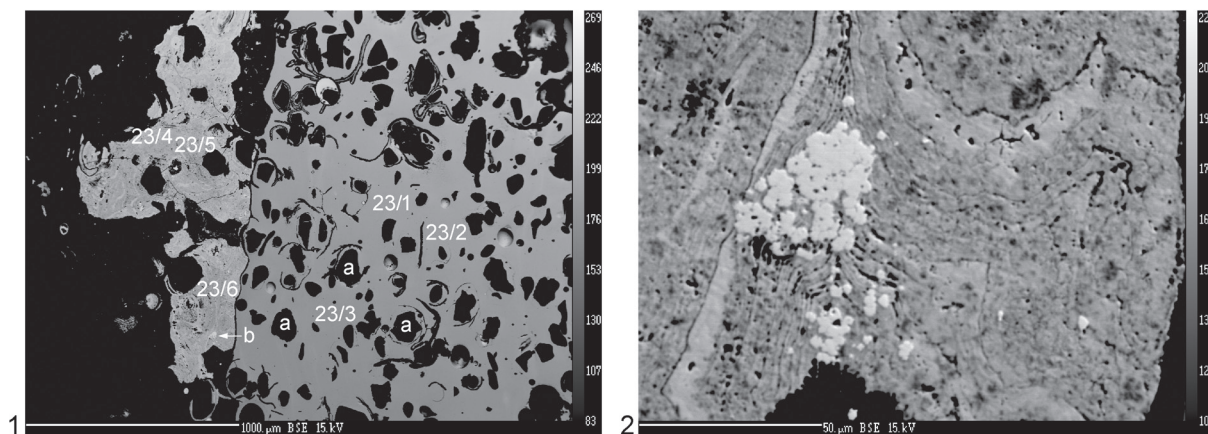
Przedstawiamy je według formy i koloru szkła korpusu, w tej samej kolejności, w jakiej zostały omówione wyżej paciorki innych grup wykonane techniką nawijania odmiany 1. Dodatkowo uporządkowaliśmy je według formy ornamentu zgodnie z zasadą przyjętą w *Principes...* (2002:155-159).

Paciorki z korpusem w kształcie wycinka kuli, zdobione linią spiralną lub falistą. Tak zdobione są 3 paciorki; wykonane są ze szkła *czarnego* słabo przezrystego. Dwa z nich, nr inw. 84/05 i 85/05 są częścią kolii składającej się z 10 egzemplarzy, znalezionej w grobie 62/05 (XI w.). Ornament w znacznej części odprysł, zachowane jego fragmenty wykonane są ze szkła białego opakowego: w przypadku okazu nr inw. 84/05 jest to linia spiralna, przecinająca się, a okazu nr inw. 85/05 – falista, podwójna, także przecinająca się (Ryc. 1:84/05 oraz Purowski w tym tomie, Tabela, Ryc. 11:84/05, 85/05).

Tworzywo paciorka nr inw. 84/05 zbadano metodą EPMA. Wyniki analizy świadczą, że zarówno korpus, jak i ornament zostały wykonane ze szkła ołowiowego drugiej odmiany (bezalkalicznego) typu $\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$. Szkło korpusu jest barwione na kolor czarny tlenkiem żelaza Fe_2O_3 (4, 200%), poza głównymi składnikami szklotwórczymi i barwnikiem prawie nie zawiera innych składników (tylko, w niewielkiej ilości – 0,165%, Al_2O_3 , który jest najpewniej domieszką piasku) (Tabela 22:3). Dane te dowodzą, że wyprodukowano je z bardzo czystych surowców: ołowiu lub glejty oraz dobrze oczyszczonego piasku, ale zdjęcie BSE pokazuje, że nie było dobrze wytopione – występują w nim liczne inkluzje niestopionego kwarcu (Ryc. 23:1).

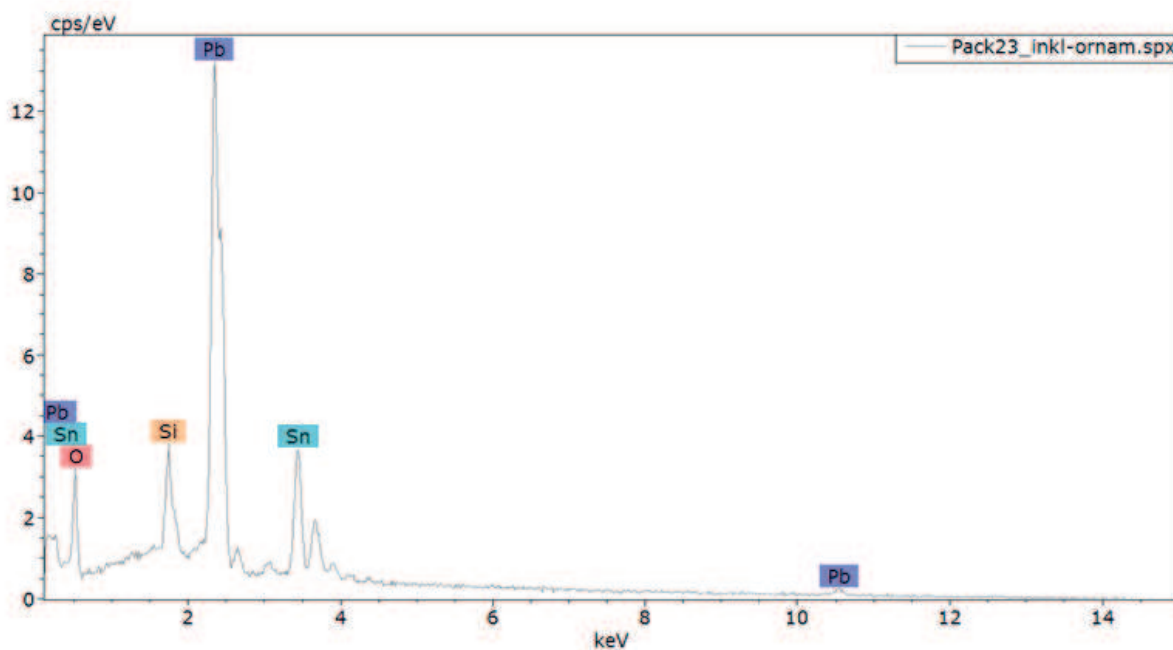
Szkło ornamentu zawiera, poza głównym składnikiem szklotwórczym, którym jest PbO (zob. Ryc. 24 – wysoki pik ołowiu, oraz dalej), niewielkie ilości wapnia CaO (0,436%), glinu Al_2O_3 (0,150%) i żelaza Fe_2O_3 (0,372%), które pojawiło się tylko w 1 próbce. Te dwa ostatnie składniki są zanieczyszczeniem piasku, żelazo – może ołowiu. Szkło to maćcone jest i barwione na biały kolor tlenkiem cyny (5,295%), a przede wszystkim – fosforu (11,463%) (Tabela 22:3, Ryc. 23:2; 24).

Cyna była stosowana w średniowieczu na wielu obszarach jako środek maćcący i barwiący szkło ołowiowe na kolor biały. Zdaniem V.A. Galibina (2001:43) w tego rodzaju szkle ołów i cyna występują oddzielnie, ołów – w roli składnika szklotwórczego, cyna – barwnika i środka maćcącego. Natomiast źródłem



Ryc. 23. Obrazy BSE szkła paciorka nr 84/05. 1 – szkło osnowy i ornamentu; 2 – inkluzja cyny widoczna w szkłe ornamentu (zob. Ryc. 24); a – ziarna kwarcu; b – obszar widoczny na Ryc. 23:2. Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:82-87). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 23. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 84/05. 1 – glass of the body and ornament; 2 – tin inclusion visible in glass of the ornament (see Fig. 24); a – quartz grains; b – region visible in Fig. 23:2. The numbers in image 1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:82-87). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski



Ryc. 24. Widmo EDS inkluzji cyny w szkłe ornamentu paciorka nr 84/05 (zob. Ryc. 23:2). Wykres wykonała B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

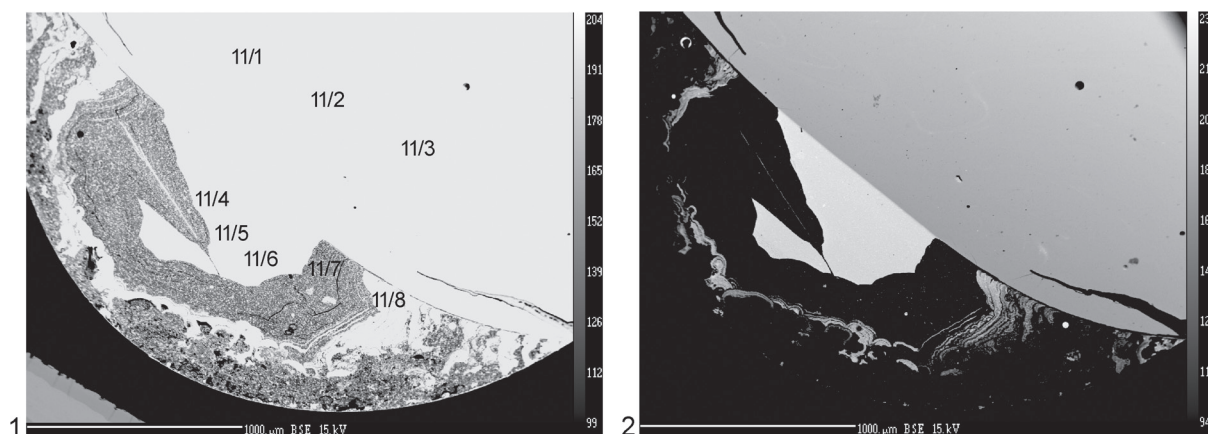
Fig. 24. EDS spectrum of tin inclusion in glass of the ornament of bead inv. no. 84/05 (see Fig. 23:2). Plot prepared by B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

fosforu były najczęściej zmielone kości zwierzęce dodawane do zestawu (NOWOTNY 1969: 180). Według J. Hendersona fosfor i wapń w szklach ołowiowo-krzemowych pochodziły z popiołu kości lub piasku apatytowego (HENDERSON 2013:302–303)¹⁵.

Stan badań nad pochodzeniem szkieł ołowiowych bezalkalicznych przedstawiliśmy krótko wyżej¹⁶, omawiając paciorek nr inw. 172:68/99 (z grupy okazów niezdobionych, mających kształt wycinka kuli).

¹⁵ Apatyt – minerał, fosforan wapnia, występuje (największe złoża) na półwyspie Kola, oraz w otoczeniu jeziora Bajkał (NIEMCZYNOW, BURCHART 1963:13).

¹⁶ Zob. też DEKÓWNA (2010) 2015a.



Ryc. 25. Obrazy BSE szkła paciorka nr 34/99. Na zdjęciach widać ten sam obszar (na górze szkło osnowy, na dole – ornamentu) w różnym ustawieniu kontrastu. Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:35-42). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 25. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 34/99. The images show the same region (above: glass of the body, below: glass of the ornament) in different contrast settings. The numbers in Fig. 25:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:35-42). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

Nie umożliwia on określenia miejsca wyrobu przedmiotów z tego typu szkła. Można tylko przypomnieć, że zdaniem V.A. Galibina (2001:83) szkła tej odmiany wytapiane przez szklarzy staroruskich odznaczały się ograniczoną ilością domieszek do głównych komponentów zestawu, co było rezultatem używanych przez nich czystych surowców.

Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych występujących w szkłe korpusu paciorka nr inw. 84/05 różnią się znacznie od tych charakteryzujących szkło jego ornamentu (Tabela 23:3,4). Jest to wynikiem zastosowania innej receptury do wyrobu tego ostatniego: zwraca uwagę niezwykle mała zawartość w nim krzemionki (0,910%). Głównym składnikiem szklotwórczym jest w nim tlenek ołowiu (Tabele 22:4 i 36:85-87).

Szkło korpusu wykazuje podobieństwa w zakresie elementów receptury do szkła paciorków z Dziekanowic pochodzących z zespołów datowanych na XI w., nry inw.: 34/99, z grobu 22/99, 86/05 z grobu 62/05 oraz 59:72/99 z grobu 65/98 (Tabele 23:3,1,5; 10:2). Natomiast do szkła ornamentu brak jest analogii (Tabela 23:4).

Do omawianej grupy paciorków należy też okaz nr inw. 194/03 z grobu 89/03 (XIII w.). Pasma szkła tworzące ornament odprysło, nie można więc określić stopnia jego przezroczystości i barwy, ale negatyw ornamentu wskazuje, że tworzyła go pojedyncza linia falista przecinająca się (Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 10:194/03).

Paciorki zdobione motywami utworzonymi z pasm spiralnych i falistych zbliżonymi do tych, dekorujących okazy nry inw. 84/05 i 85/05 oraz 194/03 występują we wczesnym średniowieczu na różnych obszarach, np. w Liebenau (Dolna Saksonia), w zespołach z początku VII w. (SIEGMANN 1997:138, tablica 4:1), na terenie Wirtembergii, gdzie datowane są na VII w. (KOCH 1997:143, tablica 10:34,47-51), w Polsce – X–XIII w. (MARKIEWICZ 2006, Tabela 13; 2008:165, 186, tablice 20:12; 21:1), na Rusi – XII w. (ZAHAROV, KUZINA 2008:362, Ryc. 150:18,19,24, Tabela 86: grupa III 17). Nie wnoszą one jednak nowych przesłanek do badań nad miejscem produkcji paciorków z Dziekanowic.

Kolejną grupę wśród paciorków z korpusem w kształcie wycinka kuli tworzą 3 lub 4 okazy dekorowane trzema guzkami każdy. Trzy z nich pochodzą z kolii składającej się z 5 egzemplarzy, znalezionej w grobie 22/99 (XI w.). Dwa mają korpusy wykonane ze szkła *ciemnoniebieskiego* nieprzezroczystego i słabo przejrzystego; są to paciorki o nrach inw. 30/99 i 35:1/99. W pierwszym z nich zachowały się 3 koła – ślady po guzkach, oraz ułamki szkła opakowego żółtego, a w drugim – 3 guzki, z których 2 zlewają się ze sobą, ze szkła opakowego żółtego (Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 7:30/99 i 35:1/99). Oba są

dość niestarannie wykonane: otwory kanalików mają kształt elipsoidalny, co świadczy o niedbałym manipulowaniu przez wytwórcę prętem, na którym paciorki te formowano.

Trzeci okaz, nr inw. 34/99, mający korpus utworzony z *czarnego* bardzo słabo przezrystego szkła, zdobiony jest trzema guzkami ze szkła żółtawego (?) słabo przezrystego (Ryc. 1:34/99 oraz Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 7:34/99). Jego tworzywo zostało przeanalizowane, metodą EPMA, która wykazała, że zarówno korpus, jak i ornament są zrobione ze szkła ołowiowego bezalkalicznego, typu $PbO \cdot SiO_2$. Szkło korpusu jest barwione na kolor czarny tlenkiem żelaza Fe_2O_3 (2,472%) wzmocnionym niewielką ilością TiO_2 , który wystąpił tylko w jednej próbce (0,166%). Niewielka ilość tlenku cyny SnO (0,420%) przeniknęła do niego ze szkła ornamentu, a tlenek glinu Al_2O_3 (0,291%) jest domieszką piasku. Jak wykazuje skład szkła, korpus tego paciorka wykonano ze szkła wytopionego z zestawu złożonego z dobrze oczyszczonych surowców (Tabela 22:1). Szkło ornamentu barwione jest tlenkiem ołowiu i mączone tlenkiem cyny SnO (1,995%; Tabela 22:2).

Zdjęcie BSE pokazuje, że szkło korpusu jest jednorodne, bez inkluzji, natomiast szkło ornamentu robi wrażenie źle wytopionego i/lub częściowo przeniknięte jest wrętami korozji (Ryc. 25).

Jeśli chodzi o pochodzenie tego okazu, to można tylko powtórzyć opinię wyrażoną wyżej, przy okazji prezentacji paciorka nr inw. 84/05, że obecny stan wiedzy o szkle tego typu nie upoważnia do formułowania wniosków na temat ośrodka, gdzie zarówno szkło, jak i sam ten okaz były wyprodukowane.

Proporcje i różnice głównych składników szkłotwórczych szkła korpusu paciorka nr inw. 34/99 i jego ornamentu nie wykazują zbieżności (Tabela 23:1,2), natomiast szkło korpusu podobne jest do szkła korpusu omówionego wyżej paciorka nr inw. 84/05 oraz opisanego niżej okazu nr inw. 86/05 wykonanego techniką spiekania, w zakresie elementów receptury (PbO/SiO_2 i $PbO/[100\%-PbO]$) (Tabela 23:1,3,5), co świadczyłoby, że szkło korpusów tych trzech okazów zostało wytopione w ośrodku/ośrodkach stosujących tę samą recepturę, ale inną technologię wytopu szkła, z którego ozdoby te zostały uformowane.

Być może, do grupy tej należy również egzemplarz nr inw. 172:43/99 stanowiący część kolii złożonej z 85 paciorków (zob. jednak uwagę w Tabeli 1) wchodzącej w skład wyposażenia grobu 49/99 (XI w.). Jego korpus uformowano z nieprzezroczystego *czarnego* szkła dość niestarannie: ma kształt lekko nieregularny, a otwory kanalika zbliżone są do elipsoidalnych. Ornament się nie zachował, ale powierzchnia korpusu jest w trzech miejscach wgnieciona, co może sugerować, że w miejscach tych znajdowały się guzki (Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 8:172:43/99).

Paciorki zdobione trzema guzkami, opisanego wyżej typu, spotykane są dość często na terenie Polski. Wystąpiły na Kujawach, Pomorzu Zachodnim, ziemi sieradzkiej, łęczyckiej, na Śląsku, Mazowszu, Podlasiu, na stanowiskach datowanych na różne okresy w ramach 2 połowy X–XIII w. (MARKIEWICZ 2006:186, Tabela 13; 2008:172, 179, 181, 183, tablice 17:7; 18:6, 18; 19:9-11, 16; JASKANIS 2008:186, ryc. 49:XIIN). Zbadano skład chemiczny szkła jednego z okazów, pochodzącego z Ostrowa Tumskiego we Wrocławiu z warstwy datowanej ogólnie na wczesne średniowiecze. Wynik analizy został opublikowany w formie widma EDS. Szkło korpusu, nieprzezroczyste, koloru wątrobiastoczerwonego, reprezentuje typ $PbO \cdot SiO_2$ i barwione jest tlenkiem żelaza, a szkło guzków – opakowe, żółte, barwione jest ołowiem i mączone cyną (PANKIEWICZ i in. 2017:193–194; zob. też s. 191 – okaz z Opola-Ostrówka, nr inw. D9-00 175/65 [2 połowa X w.]). Pod względem ogólnych cech technologicznych jest więc podobny do szkła paciorka nr inw. 34/99 z Dziekanowic. Ponieważ jednak wynik jego analizy został przedstawiony tylko w formie widma EDS, nie jest możliwe stwierdzenie, czy podobieństwo to dotyczy również szczegółów technologicznych (np. nie można obliczyć proporcji i różnic głównych składników szkłotwórczych występujących w szkle paciorka z Wrocławia).

Paciorki tego typu pojawiają się również na Słowacji w VII–IX w. oraz na Rusi w XI–XII w., wydaje się, że rzadziej niż w Polsce (STAŠŠÍKOVÁ-ŠTUKOVSKA 2009:208, ryc. F46:1,2; ZAHAROV, KUZINA 2008: Ryc. 147:5,9,10,17, tablica 86: grupa III 7).

W literaturze przedmiotu odnotowano także ujawnienie paciorka tego typu na cmentarzysku w Lombardii. Jego korpus zrobiony jest ze szkła niebieskiego, a 3 guzki – z opakowego białego. Okazy takie datowane są we Włoszech na lata 590/600–680 (GIOSTRA 2012:262, ryc. 37; 38). Skład jego szkła nie był badany. Nie wiadomo więc, jakie znaczenie mogą mieć te znaleziska dla studiów nad genezą pa-

Tabela 22. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych technikami nawijania (odmiana 1) i spiekania ze szkła typu PbO•SiO₂

Table 22. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the winding (variant 1) and sintering techniques from glass of PbO•SiO₂ type

Rycina	1:34/99	1:34/99	1:84/05	1:84/05	1:86/05	1:86/05
Nr inw. paciorka	34/99	34/99	84/05	84/05	86/05	86/05
Nr grobu	22/99	22/99	62/05	62/05	62/05	62/05
Datowanie grobu	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	osnowa	ornament (warstwa „jasnoszara”)	osnowa	ornament	osnowa	ornament
Przezroczystość i barwa szkła	bardzo słabo przejrzyste czarne	słabo przejrzyste żółtawe?	słabo przejrzyste czarne	opakowe białe	nieprzezroczyste lub słabo przejrzyste jasnobrązowe	opakowe żółte
Technika wykonania	nawijania	spajanie na gorąco ornamentu z powierzchnią korpusu	nawijania	spajanie na gorąco ornamentu z powierzchnią korpusu	spiekania	spajanie na gorąco ornamentu z powierzchnią korpusu
Nr analizy	11/1-3	11/4-6	23/1-3	23/4-6	24/1-3	24/4-8
L.p.	1	2	3	4	5	6
Składniki (w % wagowych)						
SiO ₂	29,018	20,723	29,608	0,910	29,469	3,709
Na ₂ O	0,222	<	<	0,442	<	<
K ₂ O	<	<	<	<	<	<
CaO	<	<	<	0,436	<	0,515
MgO	<	<	<	<	<	<
Al ₂ O ₃	0,291	0,430	0,165	0,150	0,142 ^e	0,401 ^f
Fe ₂ O ₃	2,472	0,294	4,200	0,372 ^c	4,484	5,254 ^g
MnO	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<
PbO	66,177	74,291	64,929	69,894	64,757	50,578
CoO	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	0,166 ^a	<	<	<	<	0,193 ^h
SnO	0,420	1,995	<	5,295	<	12,338 ⁱ
NiO	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	11,463	<	5,952
SrO	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<
Ag ₂ O	n.b.	n.b.	<	<	<	<
Au ₂ O ₃	n.b.	n.b.	<	0,650 ^d	<	0,153 ^j
SO ₃	<	<	<	<	<	<
Cl	0,154 ^b	<	<	1,599	<	0,307 ^k

^a TiO₂ odkryto tylko w 1 próbce; ^b Cl odkryto tylko w 1 próbce; ^c Fe₂O₃ odkryto tylko w 1 próbce; ^d Au₂O₃ odkryto w 1 próbce; ^e Al₂O₃ odkryto w 2 próbkach; ^f Al₂O₃ odkryto w 3 próbkach; ^g Fe₂O₃ odkryto w 4 próbkach; ^h TiO₂ odkryto tylko w 1 próbce; ⁱ SnO odkryto w 4 próbkach; ^j Au₂O₃ odkryto w 2 próbkach; ^k Cl odkryto w 3 próbkach; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody; n.b. – nie badano.

Tabela 23. Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych w szkle paciorków z Dziekanowic wykonanych technikami nawijania (odmiana 1) i spiekania ze szkła typu PbO•SiO₂

Table 23. Proportions and differences of principal glass-forming components in glass of the Dziekanowice beads produced using the winding (variant 1) and sintering techniques from glass of PbO•SiO₂ type

Rycina	1:34/99	1:34/99	1:84/05	1:84/05	1:86/05	1:86/05
Nr inw. paciorka	34/99	34/99	84/05	84/05	86/05	86/05
Nr grobu	22/99	22/99	62/05	62/05	62/05	62/05
Datowanie grobu	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	osnowa	ornament (warstwa „jasnoszara”)	osnowa	ornament	osnowa	ornament
Przezroczystość i barwa szkła	bardzo słabo przejrzyste czarne	słabo przejrzyste żółtawe?	słabo przejrzyste czarne	opakowe białe	nieprzezroczyste lub słabo przejrzyste jasnobrązowe	opakowe żółte
Technika wykonania	nawijania	spajanie na gorąco ornamentu z powierzchnią korpusu	nawijania	spajanie na gorąco ornamentu z powierzchnią korpusu	spiekania	spajanie na gorąco ornamentu z powierzchnią korpusu
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	EPMA	EPMA	EPMA	EPMA
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 22:1	tabela 22:2	tabela 22:3	tabela 22:4	tabela 22:5	tabela 22:6
L.p.	1	2	3	4	5	6
Składniki						
PbO/SiO ₂	*2,28	3,58	*2,19	76,81	*2,20	13,64
100%-PbO	32,74	23,44	33,97	21,32	34,09	28,67
PbO/(100%-PbO)	*2,02	3,17	*1,91	3,28	*1,90	*1,76

Uwaga: symbolem * oznaczono wyniki podobne. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono znak podkreślony.

Tabela 24. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła sodowego różnych typów chemicznych

Table 24. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from soda glass representing various chemical types

Rycina	1:160/94	1:122/03	1:122/03
Nr inw. paciorka	160/94	122/03	122/03
Nr grobu	47/94	warstwa II ₁	warstwa II ₁
Datowanie grobu	X/XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa przy ornamencie (przy warstwie metalicznej)
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste niebieskie	wyraźnie przejrzyste niebieskie	żółtozielone
Typ chemiczny szkła	Na ₂ O•CaO•SiO ₂	Na ₂ O•CaO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂	Na ₂ O•CaO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂
Nr analizy	02/1-3	22/1-3	22/4-6
L.p.	1	2	3
Składniki (w % wagowych)			
SiO ₂	67,191	67,481	66,994
Na ₂ O	17,795	18,673	17,171
K ₂ O	1,251	0,829	0,93
CaO	6,895	6,294	6,218
MgO	1,554	1,202	1,149
Al ₂ O ₃	1,788	2,123	2,113
Fe ₂ O ₃	1,469	1,608	1,717
MnO	0,444	0,47	0,502
Sb ₂ O ₅	<	<	<
PbO	<	<	<
CoO	<	<	<
CuO	0,284	0,488	0,393
BaO	<	<	<
TiO ₂	<	0,162	0,123
SnO	<	<	<
NiO	<	<	<
ZnO	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<
P ₂ O ₅	0,202	0,341 ^a	0,441 ^c
SrO	0,234	<	<
ZrO ₂	<	<	<
Ag ₂ O	n.b.	<	1,040
Au ₂ O ₃	n.b.	0,212 ^b	<
SO ₃	0,221	0,447	0,302 ^d
Cl	0,820	0,888	0,908

^a P₂O₅ odkryto tylko w 1 próbce; ^b Au₂O₃ odkryto tylko w 1 próbce; ^c P₂O₅ odkryto tylko w 1 próbce; ^d SO₃ odkryto tylko w 1 próbce; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody; n.b. – nie badano.

Tabela 25. Wyniki analizy wykonanej metodą LA-ICP-MS składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 161/94 z Dziekanowic zrobionego techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$
Table 25. Results of the LA-ICP-MS chemical composition analysis of glass of bead 161/94 from Dziekanowice produced using the winding technique (variant 1) from glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	2:161/94	2:161/94
Nr grobu	47/94	47/94
Datowanie grobu	X/XI w.	X/XI w.
Próbka	osnowa	ornament*
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste niebieskie	warstwa metaliczna: żółtozielona
Nr analizy	31a	31b
L.p.	1	2
Składniki (w % wagowych)		
SiO_2	74,21	70,30
Na_2O	8,997	12,33
K_2O	1,428	1,575
CaO	7,591	6,161
MgO	1,663	1,513
Al_2O_3	2,198	2,156
Fe_2O_3	1,128	1,178
MnO	0,457	0,410
Sb_2O_5	0,004	0,004
PbO	<	<
CuO	0,243	0,266
SnO_2	0,003	0,004
P_2O_5	<	<
AgO	0,0019	1,965
Składniki (w mg/kg)		
Au_2O_3	<	<
Li_2O	313,6	254,8
Cl	<	<
B_2O_3	4664,4	4755,7
Sc_2O_3	<	<
TiO_2	1091,8	1138,9
V_2O_5	32,5	39,4
Cr_2O_3	93,3	54,8
NiO	<	<
CoO	536,4	508,3
ZnO	385,7	655,0
As_2O_5	210,1	165,3
Rb_2O	28,5	36,4
SrO	980,9	826,7
Y_2O_3	5,6	5,5
ZrO_2	50,7	42,1
Mo_2O_3	<	7,4
CdO	<	<
Cs_2O	12,2	13,5
BaO	217,0	201,3

La ₂ O ₃	5,9	5,6
Ce ₂ O ₃	13,8	11,1
Pr ₂ O ₃	1,4	1,2
Nd ₂ O ₃	10,3	6,2
Eu ₂ O ₃	1,2	0,6
Gd ₂ O ₃	2,8	1,8
Tb ₂ O ₃	<	<
Dy ₂ O ₃	3,5	0,9
Ho ₂ O ₃	0,7	0,5
Er ₂ O ₃	1,9	1,0
Tm ₂ O ₃	<	<
Yb ₂ O ₃	2,7	1,2
Lu ₂ O ₃	<	0,3
HfO ₂	2,4	1,3
W ₂ O ₃	<	<
Hg ₂ O	<	<
Bi ₂ O ₃	<	0,9
ThO ₂	2,1	1,3
UO ₂	2,6	2,3

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

* Materiał ornamentu przereagowany ze szkłem trzonu.

ciorków owego typu rozpowszechnionych w późniejszych fazach wczesnego średniowiecza w Europie środkowej i wschodniej.

Paciorki z korpusem w kształcie sześcianu lub graniastosłupa. Do tej grupy luksusowych paciorków należą 4 okazy odkryte na cmentarzysku w Dziekanowicach, oznaczone następującymi numerami inwentarza: 160/94 i 161/94 – o kształcie zbliżonym do sześcianu – pochodzące z grobu 47/94 (X/XI w.) oraz 122/03 (około 1/2 całości) – znaleziony w warstwie II₁ (z uszkodzonego grobu?; XI w.) oraz 132/02, który wystąpił w warstwie II (XI–XII w.). Te dwa ostatnie mają kształt graniastosłupa. Wszystkie są wykonane z wyraźnie przejrzystego *niebieskiego* szkła, ale okaz nr 122/03 – o odcieniu zielonkawym; dekorowane na każdym z czterech boków po jednym rombie barwy żółtozielonej, wykonanym ze sproszkowanego srebra (Purowski w tym tomie, Tabela, Ryc. 1:160/94 i 161/94; 16:132/02 i 122/03).

Trzy z nich zostały zbadane metodami fizykochemicznymi: dwa (nry inw. 160/94 i 122/03) – metodą EPMA, a jeden (nr inw. 161/94) – metodą LA-ICP-MS (Ryc. 1:160/94, 122/03; 2:161/94; 26).

Należą one do różnych typów chemicznych szkieł sodowych. Tworzywo okazu nr inw. 160/94 reprezentuje ich odmianę 1, typ Na₂O•CaO•SiO₂, która obejmuje szkła wytopione na sodzie mineralnej. Stężenie w nim tlenku potasu K₂O wynosi 1,251% (tabela 24:1), które jest bliskie jego ilości wynoszącej 1,3%, stanowiącej – według przyjętej przez nas klasyfikacji składu chemicznego szkieł zabytkowych (DEKÓWNA 1980:31) – cezurę dzielącą obie odmiany szkieł sodowych na: 1. Wytopione na sodzie mineralnej, 2. – na popiele roślin zawierających sól. Ze względów formalnych szkło to zaliczamy do pierwszej odmiany szkieł sodowych.

Szkło paciorka nr inw. 122/03 reprezentuje także odmianę pierwszą, ale typ Na₂O•CaO•Al₂O₃•SiO₂ (Tabela 24:2,3), a szkło okazu nr inw. 161/94 – odmianę drugą, typ Na₂O•K₂O•CaO•Al₂O₃•SiO₂ (Tabela 25). Tworzywo wszystkich trzech paciorków było barwione tlenkiem żelaza Fe₂O₃ i tlenkiem miedzi CuO (Tabele 24; 25), a wśród nich – okazu nr inw. 161/94 także tlenkiem kobaltu CoO (536,4 i 508,3 mg/kg, czyli: 0,05364% i 0,05083%; Tabela 25). Nie wiadomo natomiast, czy składnik ten był użyty do zabarwienia szkła okazów nry inw. 160/94 i 122/03, nie został bowiem oznaczony w wynikach anali-

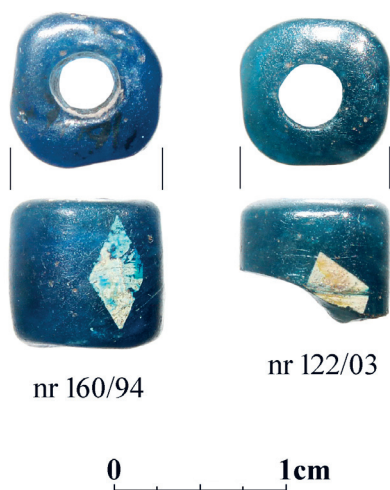
Tabela 26. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle paciorków z Dziekanowic wykonanych techniką nawijania (odmiana 1) ze szkła sodowego różnych typów chemicznych

Table 26. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 1) from soda glass representing various chemical types

Rycina	1:160/94	1:122/03	1:122/03	2:161/94	2:161/94
Nr inw. paciorka	160/94	122/03	122/03	161/94	161/94
Nr grobu	47/94	warstwa II ₁	warstwa II ₁	47/94	47/94
Datowanie grobu	X/XI w.	XI w.	XI w.	XI/XII w.	XI/XII w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa przy ornamentie (przy warstwie metalicznej)	osnowa	ornament
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste niebieskie	wyraźnie przejrzyste niebieskie	żółtozielone	wyraźnie przejrzyste niebieskie	warstwa metaliczna: żółtozielona
Typ chemiczny szkła	Na ₂ O•CaO•SiO ₂	Na ₂ O•CaO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂	Na ₂ O•CaO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂	Na ₂ O•K ₂ O•CaO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂	Na ₂ O•K ₂ O•CaO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	EPMA	LA-ICP-MS*	LA-ICP-MS*
Źródło informacji o wynikach analiz, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 24:1	tabela 24:2	tabela 24:3	tabela 25:1	tabela 25:2
L.p.	1	2	3	4	5
Składniki					
Na ₂ O/K ₂ O	14,22	22,52	18,46	6,30	7,83
Na ₂ O+K ₂ O	19,05	19,50	18,10	10,43	13,91
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃	82,69	78,38	81,73	86,79	81,31
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+MgO+Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)	*4,34	4,02	*4,52	8,33	5,85
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	*74,24	70,88	*74,37	77,54	73,63
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)/(Na ₂ O+K ₂ O)	3,90	3,63	4,11	7,44	5,30
CaO/MgO	4,44	*5,24	*5,41	4,56	4,07
CaO+MgO	8,45	*7,50	7,37	9,25	*7,67
(Na ₂ O+K ₂ O)/(CaO+MgO)	2,25	*2,60	*2,46	1,13	1,81
SiO ₂ /(CaO+MgO)	7,95	*9,00	*9,09	8,02	*9,16
Al ₂ O ₃	1,79	*2,12	*2,11	*2,20	*2,16
CaO/ Al ₂ O ₃	3,86	*2,96	*2,94	3,45	*2,86
K ₂ O/(Na ₂ O+K ₂ O) x 100%	6,6	4,3	5,1	13,7	11,3
MgO/(CaO+MgO) x 100%	*18,4	16,0	15,6	*18,0	19,7

Uwaga: symbolem * oznaczono wyniki podobne. Przy analogii bardziej odległej umieszczono symbol podkreślony.

* Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych wyliczono z ilości tych składników oznaczonych w % wagowych.



Ryc. 26. Paciorki z wyraźnie przejrzystego niebieskiego szkła z ornamentem rombów wykonanych ze sproszkowanego srebra. Fot. T. Purowski

Fig. 26. Beads of clear translucent blue glass with a rhombi ornament made of powdered silver. Photo T. Purowski

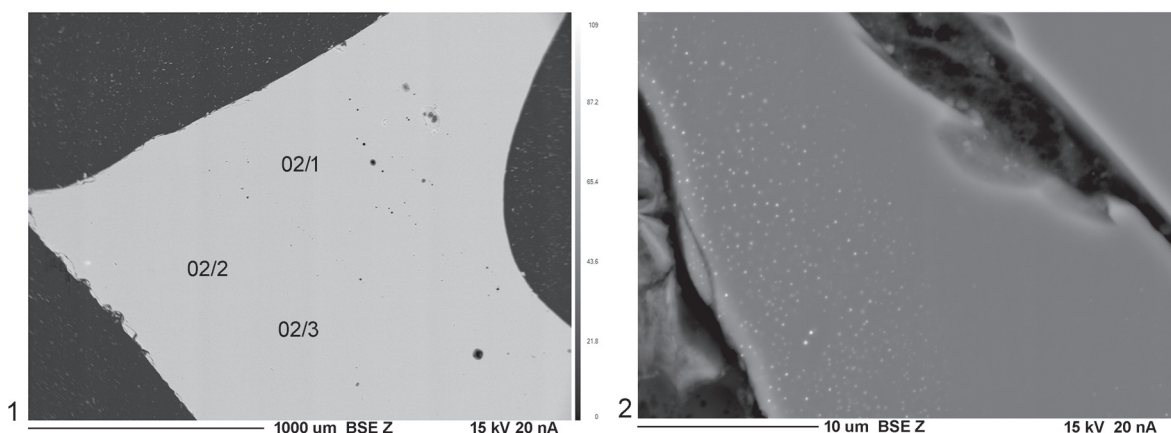
zy (Tabela 24), gdyż metodą EPMA, którą było badane szkło tych paciorków, nie można wykryć składników występujących w bardzo małych ilościach. Jak wyżej wielokrotnie wspomina- no, kobalt jest silnym barwnikiem, nadającym szkłu kolor nie- bieski, o odcieniu szafirowym, występując w nim już w ilości 0,005% (*Principes...* 2002:194, tabela 3).

Analiza materiału ornamentu dwóch okazów, nry inw. 122/03 i 161/94 (Ryc. 1:122/03; 2:161/94) wykazała, że został on wy- konany ze srebra (Tabele 24:3; 25), a obrazy BSE szkła oka- zów nry inw. 160/94 i 122/03 – że było to srebro sproszkowane (Ryc. 27:2; 28:2).

Badając sumy i proporcje głównych składników szklotwór- czych występujących w szkłe okazów dziekanowickich, za- uważamy podobieństwa między szkłem korpusu a szkłem przy ornamentie paciorka nr inw. 122/03 oraz (nieliczne) szkłem pa- ciorka nr inw. 161/94 (Tabela 26:2, 3, 5), a także szkłem, typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, paciorków, dekorowanych srebrnymi rombami, odkrytymi na cmentarzysku z Bodzi. W tym ostat- nim przypadku polegają one na zbieżności elementów recep- tury: proporcjach składników piasku wapiennego i pozbawio- nego surowca wapiennego do surowca alkalicznego, surowca alkalicznego do wapniowo-magnezowego oraz krzemionki do surowca wapniowo-magnezowego (Tabela 26 oraz DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a, tabela 3.5.9).

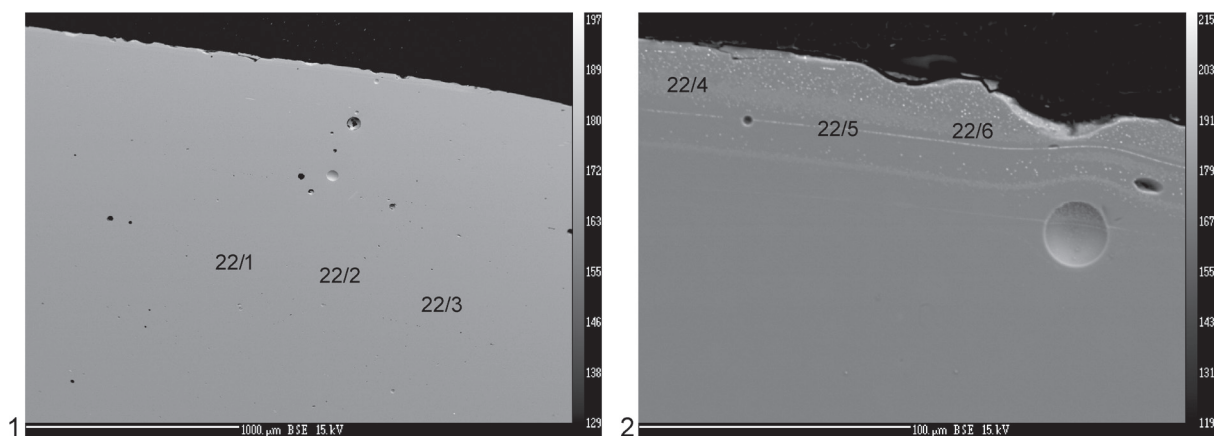
Paciorki z Dziekanowic są dość starannie wykonane: ogólny kształt korpusu odznacza się regularnością, krawędzie przyotworowe są obtopione, chociaż występują na nich (zwłaszcza na okazach nry inw. 160/94 i 161/94) nierówności – ślady po niedokładnie zatopionych pozostałościach nitki szklanej, z której uformowa- no te okazy (zob. Ryc. 26:160/94 oraz Purowski w tym tomie, opisy w tabeli). Srebrne romby umieszczone są na ogół w centralnej części każdego boku (Purowski w tym tomie, Ryc. 1:160/94, 161/94; 16:132/02, 122/03).

Paciorki omawianego typu występują na terenie Polski (KAMIŃSKA 1956:108, tablica XLIX 12; MAR- KIEWICZ 2008:163-164, tablica 19:14; DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:174) i na Rusi (np. FEHNER 1959, Ryc. 5:9, załącznik V 9; ŠAPOVA 2008:136, ryc. 21:10; LAVYŠ 2008:33, ryc. 17; ZAHAROV, KUZINA 2008:169, ryc. 158:2-5).



Ryc. 27. Obrazy BSE szkła paciorka nr 160/94. 1 – ogólny widok szkła; 2 – inkluzje Ag. Cyfry na obrazie 1 ozna- czają miejsca analiz (zob. Tabela 36:4-6). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 27. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 160/94. 1 – general view of glass; 2 – Ag inclusions. The numbers in Fig. 27:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:4-6). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski



Ryc. 28. Obrazy BSE szkła paciorka nr 122/03. 1 – ogólny widok szkła; 2 – szkło z widoczną warstwą sproszkowanego srebra (jasne kropki i smugi), z którego wykonano ornament (romb). Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:76-81). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 28. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 122/03. 1 – general view of glass; 2 – glass with a visible layer of powdered silver (bright dots and streaks) from which the ornament was made (rhombus). The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:76-81). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

W Polsce największy zbiór tych paciorków, bo aż 13 egzemplarzy, wystąpił na cmentarzysku w Bodzi, gdzie znaleziono je w grobach datowanych na okres od ostatniego dwudziestolecia X w. do 1030 r. Analiza składu chemicznego tworzywa dwóch z nich wykazała, że zrobiono je ze szkła sodowego, drugiej odmiany („popiołowego”) typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$. W publikacji tego cmentarzyska omówiono szerzej problematykę dotyczącą paciorków w kształcie graniastosłupa zdobionych rombami; w wyniku przeprowadzonej tam analizy ich cech technologicznych, techniki formowania i zdobienia, oraz cech kształtu, stwierdzono, że są one wyrobem pracowni bizantyńskich (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:171-174).

Paciorki odkryte na cmentarzysku w Dziekanowicach wykazują nieco gorszy poziom wyrobu korpusu niż okazy z Bodzi, natomiast staranniej jest naniesiony na ich powierzchnię ornament w postaci rombów, które – jak wspomniano wyżej – umiejscowione są na ogół w środkowej części każdego z boków tych okazów. Typy chemiczne szkła, z którego zostały wykonane badane 3 okazy mają korzenie bliskowschodnie, wśród nich te odmiany pierwszej szkieł sodowych wytopione są według receptury antycznej.

Romby zrobione są ze sproszkowanego srebra, które mieszano z wodą i tą zawiesiną malowano na powierzchni paciorków wątki dekoracyjne, być może używając szablonów. Następnie paciorek poddawano działaniu wysokiej temperatury, aby zespolić ornament z osnową. Technologia ta zgadza się z opisaną przez *TEOFILA PREZBITERA* (1998, Księga druga, 14) metodą zdobienia naczyń szklanych.

Biorąc pod uwagę technologię wytopu szkła oraz technikę wykonania korpusu tych paciorków oraz ich ornamentu można uznać, że podobnie jak okazy z Bodzi, zostały wykonane na Bliskim Wschodzie, ale w różnych pracowniach bizantyńskich, stosujących różne warianty receptury wytopu szkła sodowego. Chronologia okazów z cmentarzyska w Dziekanowicach mieści się w ramach czasowych występowania paciorków tego typu na różnych obszarach (głównie w X–XI w., zob. DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:174).

2.1.2.2. Paciorki ze szkła dwuwarstwowego (odmiana 2)

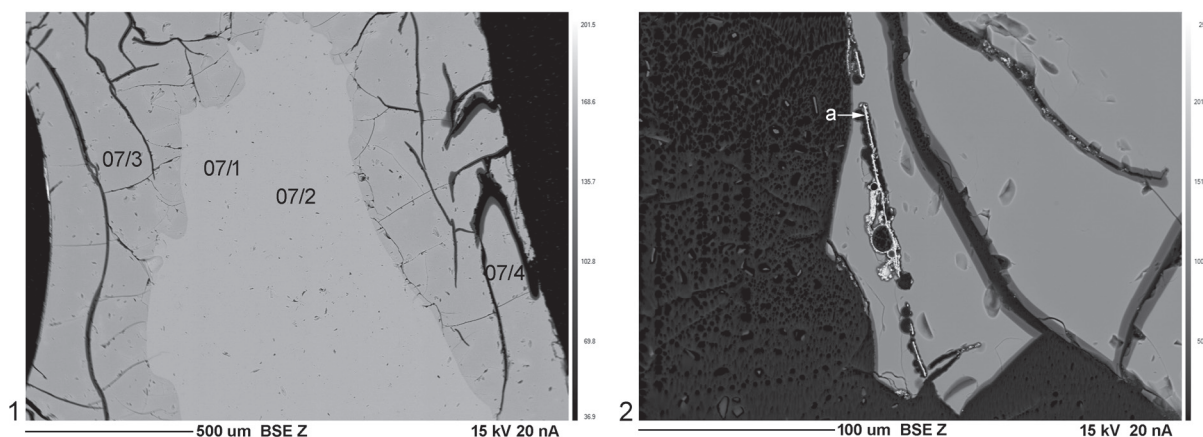
W zbiorze paciorków szklanych z cmentarzyska w Dziekanowicach odmiana ta reprezentowana jest tylko przez grupę okazów zdobionych metalową folią.

2.1.2.2.1. Z metalową folią

Odkryto tu 11 takich paciorków. Każdy z nich składa się z trzech części: trzonu uformowanego z taśmy szklanej sposobem nawijania (wewnętrzna warstwa szkła), owijającej go metalowej folii i pokrywającej ją cienkiej warstewki szkła (zewnętrzna warstwa szkła).

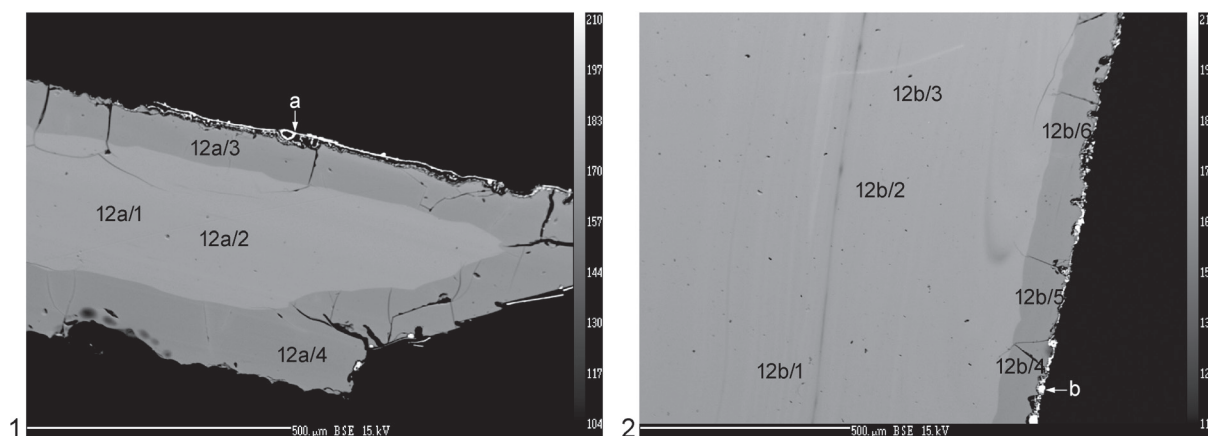
Paciorki te omawiamy według ich występowania w grobach, w kolejności opisywania tych ostatnich w *Katalogu...* (Purowski w tym tomie), a w ramach grobów – według kształtu tych okazów, zgodnie z zasadą stosowaną w poprzednich podrozdziałach.

Najwięcej takich egzemplarzy – 8 sztuk – odkryto w grobie 69/96, datowanym na X/XI w.; stanowią część ujawnionej tu koliai, składającej się ze 102 paciorków. Pięć z nich ma kształt wycinka kuli; obie warstwy szkła są słabo przezrzyste, odszklone, mają barwę *białoszarq*. Są to okazy o nrach inv. 206:14, 39



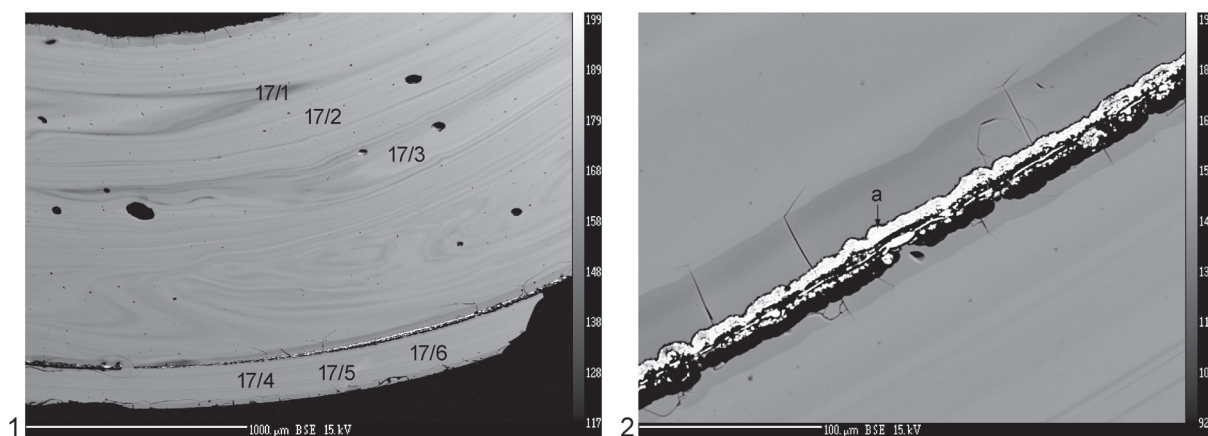
Ryc. 29. Obrazy BSE szkła paciorka nr 206:13/96. 1 – warstwa wewnętrzna szkła; 2 – warstwy wewnętrzna i zewnętrzna szkła przedzielone warstwą metaliczną; a – pozostałości warstwy metalicznej. Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:16-19). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 29. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 206:13/96. 1 – glass inner layer; 2 – glass inner and outer layers separated by the metallic layer; a – remains of the metallic layer. The numbers in Fig. 29:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:16-19). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski



Ryc. 30. Obrazy BSE szkła paciorka nr 54/99. 1, 2 – wewnętrzna warstwa szkła oraz szczątki warstwy metalicznej; a – pozostałości warstwy metalicznej; b – pozostałości warstwy metalicznej. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:43-52). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 30. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 54/99. 1, 2 – glass inner layer and remains of the metallic layer; a – remains of the metallic layer; b – remains of the metallic layer. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:43-52). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski



Ryc. 31. Obrazy BSE szkła paciorka nr 62/01. 1 – warstwy wewnętrzna i zewnętrzna szkła przedzielone warstwą metaliczną; 2 – powiększenie warstwy metalicznej oddzielającej warstwę wewnętrzną i zewnętrzną szkła; a – warstwa metaliczna. Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:62-67). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 31. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 62/01. 1 – glass inner and outer layers separated by a metallic layer; 2 – magnification of the metallic layer separating the glass inner and outer layers. The numbers in Fig. 31:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:62-67). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

(około 2/3 całości), 42 (około 1/2), 75 (fragment) i 86 (około 5/6) /96. Na podstawie obserwacji warstwy metalicznej, zarówno makroskopowo, jak i pod szkłem powiększającym, nie można określić rodzaju metalu. Jest to wynikiem złego stanu zachowania owych paciorków i odszklona szkła (Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 3:14,39,42,86/96).

Pięć okazów, o kształcie dwustożkowym i lekko dwustożkowym pochodzi z kilku grobów: dwa, nry inw. 206:13/96 i 206:29/96 (około 5/6 całości) – z tej samej kolii i grobu 69/96 co wyżej opisane. Obie warstwy szkła pierwszego z nich są wyraźnie przejrzyste *jasnozielonkawe*; na brzuchu i na jednej z powierzchni przyotworowych widoczne jest miejsce złączenia na styk zewnętrznej warstwy szkła (Ryc. 1:206:13/96). Wykonano analizę składu chemicznego wewnętrznej warstwy szkła tego okazu (zob. dalej). Warstwa wewnętrzna szkła drugiego egzemplarza jest wyraźnie przejrzysta, ma kolor oliwkowy, natomiast szkło warstwy zewnętrznej jest odbarwione, odszklone.

Kolejne okazy wystąpiły w grobach datowanych na XI w. W grobie 31/99 został znaleziony okaz nr inw. 54/99 (około 5/6), w którym warstwa wewnętrzna szkła jest wyraźnie przejrzysta *jasnozielonkawa*, a zewnętrzna – odbarwiona, odszklona. Udało się zmierzyć grubość obu warstw: grubość wewnętrznej wynosi około 2,0 cm, a zewnętrznej – 0,5 cm. Szkło warstwy wewnętrznej zostało zbadane (zob. dalej). W grobie 28/01 odkryto okaz nr inw. 62/01, którego obie warstwy szkła są wyraźnie przejrzyste, *jasnozielonkawe*, a folia – srebrna. Wykonano analizy składu chemicznego szkła obu warstw (zob. niżej). W grobie 17/08, w kolii złożonej z 8 paciorków, znalazł się okaz, nr inw. 9/08, mający obie warstwy szkła wyraźnie przejrzyste *jasnozielonkawe* i folię złotą.

Do omawianej grupy paciorków należy też 1 okaz o kształcie cylindrycznym, będący elementem wymienionej wyżej kolii z grobu 69/96 (X/XI w.). Jest to paciorek nr inw. 206:1/96 (1/2 całości): szkło warstwy wewnętrznej jest słabo przejrzyste *czarne*, a zewnętrznej – odszklone (obecnie opakowe, białe) (Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 3:206:1,13,29/96; 7:54/99; 9:62/01; 15:9/08).

Wykonano analizę składu chemicznego szkła trzech okazów metodą EPMA. Jak wyżej wspomniano, są to paciorki nry inw. 206:13/96, 54/99 i 62/01 (Ryc. 1:206:13/96, 54/99, 62/01; Tabela 27); tylko w tym ostatnim zbadano skład szkła obu warstw (Tabela 27:3,4) i wszystkie 3 jego części przeanalizowano dodatkowo metodą LA-ICP-MS (Tabela 28). Wyniki uzyskane obiema metodami wskazują, że wszystkie te szkła należą do pierwszej odmiany szkieł ołowiowych, alkalicznej, i reprezentują typ chemiczny $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ (Tabele 27; 28). W szkłe warstwy zewnętrznej okazu nr inw. 62/01 wynik analizy

Tabela 27. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką nawijania (odmiana 2) ze szkła typu $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$

Table 27. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 2) from glass of $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ type

Rycina	1:206:13/96	1:54/99	1:62/01	1:62/01
Nr inw. paciorka	206:13/96	54/99	62/01	62/01
Nr grobu	69/96	31/99	28/01	28/01
Datowanie grobu	X/XI w.	XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	warstwa wewnętrzna	warstwa wewnętrzna	warstwa wewnętrzna	warstwa zewnętrzna
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone
Nr analizy	07/1-2	12a/1-2; 12b/1-3	17/1-3	17/4-5
L.p.	1	2	3	4
Składniki (w % wagowych)				
SiO ₂	58,068	60,057	60,521	57,886
Na ₂ O	0,093	<	0,214 ^a	0,240 ^b
K ₂ O	15,165	13,955	15,340	15,205
CaO	<	<	1,488	1,854
MgO	<	<	0,128	0,187
Al ₂ O ₃	0,393	0,390	0,513	0,487
Fe ₂ O ₃	0,232	0,194	0,274	0,207
MnO	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	0,251	0,306	0,361	0,375
PbO	26,996	24,62	20,523	22,827
CoO	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<
TiO ₂	0,105	0,213	<	<
SnO	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<
P ₂ O ₅	0,103	<	<	<
SrO	0,189	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<
Ag ₂ O	n.b.	n.b.	<	<
Au ₂ O ₃	n.b.	n.b.	<	<
SO ₃	<	<	<	<
Cl	<	<	<	<

^aNa₂O odkryto tylko w 1 próbce; ^bNa₂O odkryto tylko w 1 próbce; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody; n.b. – nie badano.

Tabela 28. Wyniki analizy wykonanej metodą LA-ICP-MS składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 62/01 z Dziekanowic zrobionego techniką nawijania (odmiana 2)

Table 28. Results of the LA-ICP-MS chemical composition analysis of glass of bead 62/01 from Dziekanowice produced using the winding technique (variant 2)

Rycina	1:62/01	1:62/01	1:62/01
Nr grobu	28/01	28/01	28/01
Datowanie obiektu	XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	warstwa zewnętrzna	warstwa wewnętrzna	ornament*
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	
Typ chemiczny szkła	PbO•K₂O•SiO₂	PbO•K₂O•SiO₂	
Nr analizy	17a	17b	17c
L.p.	1	2	3
Składniki (w % wagowych)			
SiO ₂	56,04	53,65	48,36
Na ₂ O	<	<	<
K ₂ O	12,40	17,10	11,00
CaO	1,918	1,146	1,328
MgO	0,1444	0,1020	0,0993
Al ₂ O ₃	0,4981	0,4765	0,4324
Fe ₂ O ₃	0,1593	0,1328	0,1286
MnO	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<
PbO	27,51	26,05	28,39
CuO	0,0029	0,0023	0,1505
SnO ₂	<	0,0003	0,0012
P ₂ O ₅	<	<	<
AgO	<	0,0009	8,583
Składniki (w mg/kg)			
Au ₂ O ₃	<	<	0,0246
Li ₂ O	10,2	9,4	<
Cl	<	<	<
B ₂ O ₃	360,4	257,7	245,8
Sc ₂ O ₃	<	<	<
TiO ₂	1134	1140	1012
V ₂ O ₅	4,8	4,7	7,0
Cr ₂ O ₃	<	<	<
NiO	<	<	<
CoO	<	3,6	<
ZnO	124,3	50,3	101,8
As ₂ O ₅	<	<	<
Rb ₂ O	229,5	248,7	192,2
SrO	53,7	40,2	42,1
Y ₂ O ₃	2,7	1,6	1,6
ZrO ₂	29,8	23,0	21,6
Mo ₂ O ₃	45,9	49,5	62,2
CdO	<	<	<
Cs ₂ O	<	0,5	<
BaO	66,8	68,1	65,1
La ₂ O ₃	1,5	1,1	1,4
Ce ₂ O ₃	2,5	2,7	2,4
Pr ₂ O ₃	0,9	0,6	0,4

Nd ₂ O ₃	<	3,7	4,0
Eu ₂ O ₃	<	<	<
Gd ₂ O ₃	<	<	<
Tb ₂ O ₃	<	<	<
Dy ₂ O ₃	<	<	<
Ho ₂ O ₃	<	<	<
Er ₂ O ₃	<	<	<
Tm ₂ O ₃	<	<	<
Yb ₂ O ₃	<	<	<
Lu ₂ O ₃	<	<	<
HfO ₂	2,3	1,4	2,1
W ₂ O ₃	<	<	<
Hg ₂ O	<	<	<
Bi ₂ O ₃	<	1,3	1,3
ThO ₂	2,0	1,0	<
UO ₂	<	<	<

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

* Materiał ornamentu przereagowany ze szkłem trzonu.

Tabela 29. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkłe paciorków z Dziekanowic wykonanych techniką nawijania (odmiana 2) ze szkła typu PbO•K₂O•SiO₂

Table 29. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of the Dziekanowice beads produced using the winding technique (variant 2) from glass of PbO•K₂O•SiO₂ type

Rycina	1:206:13/96	1:54/99	1:62/01	1:62/01	1:62/01	1:62/01	1:62/01
Nr inw. paciorka	206:13/96	54/99	62/01	62/01	62/01	62/01	62/01
Nr grobu	69/96	31/99	28/01	28/01	28/01	28/01	28/01
Datowanie grobu	X/XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	warstwa wewnętrzną	warstwa wewnętrzną	warstwa wewnętrzną	warstwa zewnętrzną	warstwa zewnętrzną*	warstwa wewnętrzną*	ornament*
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste jasnozielone	wyraźnie przejrzyste, jasnozielonkawe**
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	EPMA	EPMA	LA-ICP-MS	LA-ICP-MS	LA-ICP-MS
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 27:1	tabela 27:2	tabela 27:3	tabela 27:4	tabela 28:1	tabela 28:2	tabela 28:3
L.p.	1	2	3	4	5	6	7
Składniki							
K ₂ O/Na ₂ O	163,06		71,68	63,35			
K ₂ O+Na ₂ O	15,26	13,96	15,55	15,45	12,40	17,10	11,00
PbO+K ₂ O+Na ₂ O	42,26	38,58	36,07	38,28	39,91	43,15	39,39
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	■58,69	60,64	61,31	■58,58	56,70	54,26	48,92
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)/(PbO+K ₂ O+Na ₂ O)	■1,39	1,57	1,70	1,53	■1,42	1,26	1,24
PbO/(K ₂ O+Na ₂ O)	■1,77	■1,76	1,32	■1,48	2,22	■1,52	2,58
SiO ₂ /PbO	2,15	2,44	2,95	2,54	■2,04	■2,06	1,70

Uwaga: symbolem ■ oznaczono wyniki podobne. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono symbol podkreślony.

* Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych zostały wyliczone z ilości tych składników oznaczonych w % wagowych.

** Barwa szkła, które przereagowało z materiałem ornamentu.

LA-ICP-MS pokazuje zawartość tlenku wapnia CaO (1,918%; Tabela 28:1) zbliżoną do jego ilości wynoszącej >2%, stanowiącej wartość graniczną decydującą o jego wprowadzeniu w przypadku szkieł ołowiowych alkalicznych do nazwy typu szkła (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:156). Ze względów formalnych szkło to zaliczamy do szkieł typu $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$.

Szkło wszystkich części omawianych okazów barwione jest na kolor jasnozielonkawy tlenkiem żelaza Fe_2O_3 , którego barwiące działanie w dwóch z nich jest wzmocnione tlenkiem tytanu TiO_2 , będącym zanieczyszczeniem piasku (Tabele 27:1, 2; 28).

Szkło omawianych elementów zawiera, oprócz składników szklotwórczych i barwiących, mało domieszek, a te, które się w nim znajdują, występują w ilościach śladowych. Fakt ten świadczy, że szkło zbadanych części było wytopione z dobrze oczyszczonego piasku oraz z potażu (zob. na ten temat wyżej – omówienie szkieł $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$).

Materiał folii metalicznej został zbadany tylko w paciorku nr inw. 62/01, metodą LA-ICP-MS; analiza ta wykazała, że jest to srebro (8,583%; Tabela 28:3). Natomiast rodzaj metalu (złoto) zdobiącego okaz nr inw. 9/08 określono na podstawie obserwacji makroskopowej tego paciorka (Purowski w tym tomie, Tabela).

Warstwy metaliczne w paciorkach nry inw. 206:13/96, 54/99 i 62/01 zostały zarejestrowane na obrazach BSE (Ryc. 29; 30; 31). Na obrazie szkła tego ostatniego okazu widoczne są również koncentryczne smugi – ślady zwijania taśmy szklanej, z której utworzono korpus owego paciorka (Ryc. 31:1).

Paciorki szklane w kształcie wycinka kuli lub cylindryczne, wykonane techniką nawijania, zdobione folią z metali szlachetnych (złoto lub srebro) występują na wielu stanowiskach archeologicznych w Polsce; datowane są tu na X – XIII w. (Małopolska, Pomorze Gdańskie, Kujawy, Mazowsze, ziemie: sieradzka, łączycka, świecka – zob. np. MARKIEWICZ 2006, tabela 13) oraz licznie na terenie dawnej Rusi (X – 1 połowa XI w., ale sporadycznie jeszcze do XII w.; np. FEHNER 1959, ryc. 4:5, załącznik IV:5; ŠAPOVA 2008:142, ryc. 21:14-16, 25, 28; LAVYŠ 2008, ryc. 6; STOLYAROVA 2018).

W Polsce duża grupa takich paciorków została znaleziona na cmentarzysku w Bodzi (ostatnie dwudziestolecie X w. do 1030 r.; DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:174-176). Okazy, których skład szkła został zbadany, są zrobione ze szkła sodowego „popiołowego” różnych typów chemicznych, a więc różnią się pod tym względem od paciorków dziekanowickich; zdobione są folią złotą lub srebrną (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:174-175, tabele 3.5.8; 3.5.10; 3.5.12). Natomiast ze szkła tego samego typu chemicznego ($PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$) zrobione są egzemplarze odkryte na Ostrówku w Opolu (XI – połowa XII w.), zdobione folią srebrną (PANKIEWICZ i in. 2017:223-227).

Niektóre z paciorków omawianego typu odznaczają się wyjątkowymi rozwiązaniami technicznymi; w jednym z paciorków znalezionych w Bodzi, jego trzon pokryty jest na części obwodu folią srebrną, a na części – złotą (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:176, tabela 3.5.12: 3-6). Z kolei, w okazie pochodzącym z cmentarzyska w Lubieniu (2 połowa XI w.) zrobionym ze szkła $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$, folia ma skład złożony: folię srebrną pokrywa bardzo cienka warstwa składająca się ze złota i miedzi (NOWAK i in. 2012:382, tabela 2).

Szerzej kwestie dotyczące paciorków wykonanych techniką nawijania, zdobionych metalową folią, omówiono w opracowaniu ozdób szklanych z Bodzi (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:174-176). Jednocześnie przypominamy, że kwestie odnoszące się do szkieł typu $PbO \cdot K_2O \cdot SiO_2$ rozpatrywaliśmy wyżej, przy okazji omawiania paciorka nr inw. 89/05 wykonanego odmianą 1 techniki nawijania. Kierując się przedstawionymi tam przesłankami oraz zaprezentowanymi tu wynikami badań okazów z cmentarzyska w Dziekanowicach, dekorowanych wkładką metaliczną, możemy przyjąć, że okazy te pochodzą z bliżej nie zlokalizowanych pracowni działających na Rusi. Ich chronologia odpowiada datowaniu najliczniejszego występowania tego typu paciorków na obszarze Europy Środkowej i Wschodniej.

Rozpatrując proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych występujących w szkle omawianych paciorków z Dziekanowic, stwierdzamy mało podobieństw w tym zakresie; polegają one głównie na podobieństwach elementów receptury (Tabela 29).

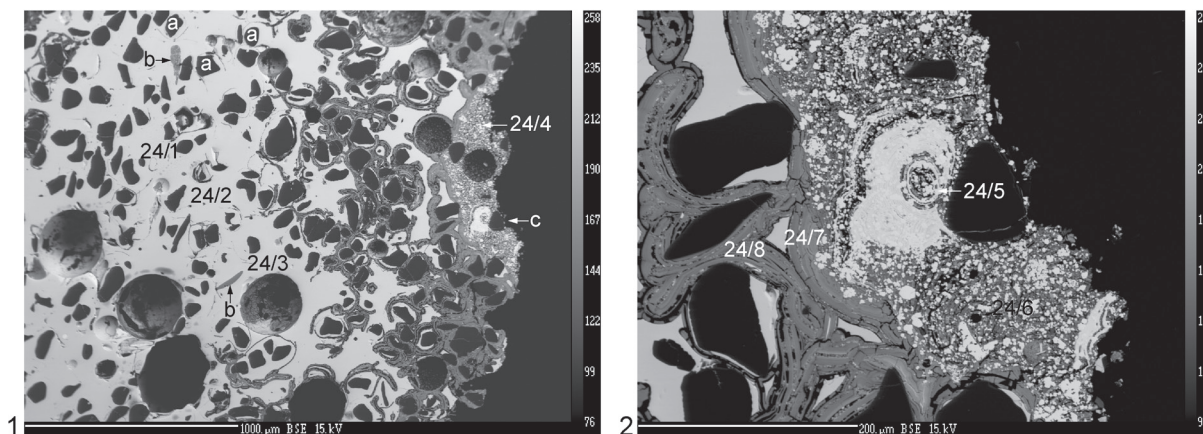
Skład szkła obu warstw tego samego paciorka, nr inw. 62/01, wykazuje niewielkie różnice (Tabele 27:3,4; 29:3,4), jest to rezultat niejednorodności tego szkła (Ryc. 31:1); większe – widoczne są w wynikach uzyskanych dwoma różnymi metodami (EPMA i LA-ICP-MS; Tabele 27:3,4; 28:1,2; 29:3-6).

Pojedyncze zbieżności dotyczące także elementów receptury widoczne są między szkłem paciorków nry inw. 54/99 i 62/01 a szkłem innych okazów z Dziekanowic – nry inw. 89/05, 110/05 (XI w.) oraz

znalezisk z terenu Rusi (X-XIII w.) (Tabele 29: 2,3,4,5,6; 14:1,3; 15:2,3). Dane te nie wnoszą nowych przesłanek do badań nad pochodzeniem omawianych okazów z Dziekanowic.

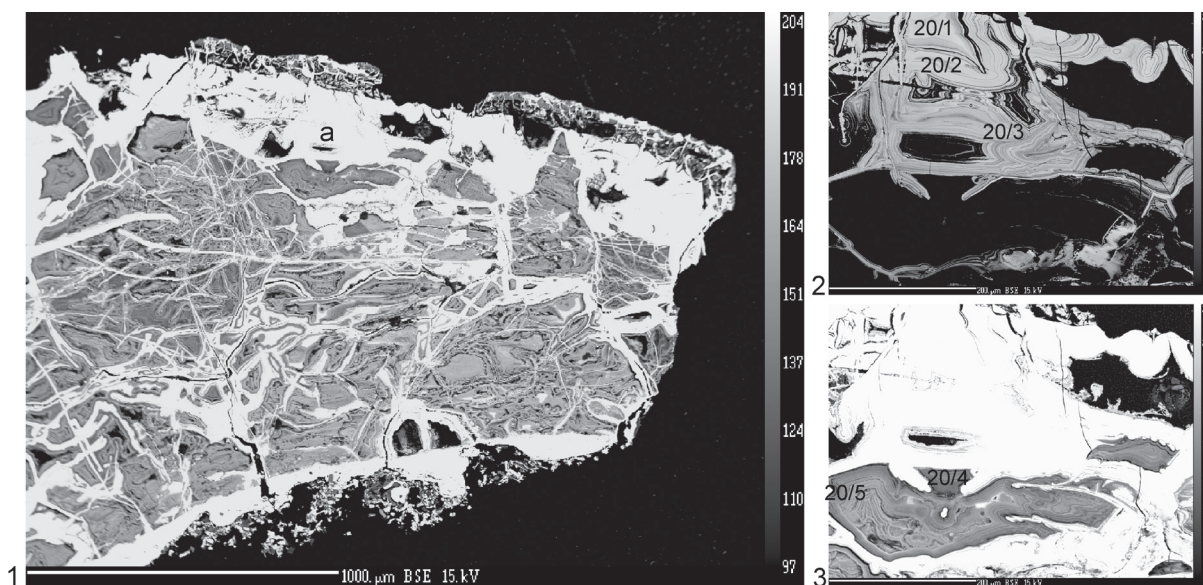
2.1.3. Paciorki zrobione techniką spiekania

Z cmentarzyska w Dziekanowicach pochodzą 2 takie okazy, nry inw.: 86/05 i 65/02 (Ryc. 1:86/05, 65/02). Należą do paciorków zrobionych z masy szklanej, która pochodziła z pierwszego etapu wytopu.



Ryc. 32. Obrazy BSE szkła paciorka nr 86/05. 1 – szkło osnowy i ornamentu; 2 – szkło ornamentu w powiększeniu; a – ziarna kwarcu; b – tlenek żelaza; c – obszar widoczny na Ryc. 32:2. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:88-95). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 32. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 86/05. 1 – glass of the body and the ornament; 2 – magnified glass of the ornament; a – quartz grains; b – iron oxide; c – region visible in Fig. 32:2. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:88-95). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski



Ryc. 33. Obrazy BSE szkła paciorka nr 65/02. 1 – ogólny widok szkła; 2, 3 – ten sam obszar w różnym ustawieniu kontrastu; a – obszar widoczny na Ryc. 33:2, 3. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:68-72). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 33. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 65/02. 1 – general view of glass; 2, 3 – the same region with different contrast settings; a – region visible in Fig. 33:2, 3. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:68-72). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

Tabela 30. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorka nr inw. 65/02 z Dziekanowic zrobionego techniką spiekania

Table 30. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of bead 65/02 from Dziekanowice produced using the sintering technique

Rycina	1:65/02	1:65/02	1:65/02
Nr grobu	55/02	55/02	55/02
Datowanie grobu	XI w.	XI w.	XI w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	nieprzezroczyste jasno-brązowe	nieprzezroczyste jasno-brązowe	nieprzezroczyste jasno-brązowe
Typ chemiczny spieku	PbO•CaO•SiO ₂	PbO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂	PbO•CaO•Al ₂ O ₃ •SiO ₂
Nr analizy	20/1-3	20/4-5	20/1-5
L.p.	1	2	3
Składniki (w % wagowych)			
SiO ₂	3,383	48,844	26,114
Na ₂ O	0,380 ^a	0,257	0,319 ^g
K ₂ O	<	0,199	0,199
CaO	6,634	1,378	4,006
MgO	<	0,324 ^d	0,324 ^h
Al ₂ O ₃	0,861	4,342	2,602
Fe ₂ O ₃	0,519	0,535	0,527
MnO	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<
PbO	60,951	9,675	35,313
CoO	<	<	<
CuO	0,752	0,396	0,574
BaO	<	<	<
TiO ₂	0,153 ^b	0,154 ^e	0,154 ⁱ
SnO	<	<	<
NiO	<	<	<
ZnO	<	<	<
As ₂ O ₃	<	<	<
P ₂ O ₅	14,952	<	14,952 ^j
SrO	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<
Ag ₂ O	<	<	<
Au ₂ O ₃	0,484 ^c	0,121 ^f	0,303 ^k
SO ₃	<	<	<
Cl	1,100	<	0,660

^a Na₂O odkryty tylko w 1 próbce; ^b TiO₂ odkryty tylko w 2 próbkach; ^c Au₂O₃ odkryty tylko w 2 próbkach; ^d MgO odkryty tylko w 1 próbce; ^e TiO₂ odkryty tylko w 1 próbce; ^f Au₂O₃ odkryty tylko w 1 próbce; ^g Na₂O odkryty w 3 próbkach; ^h MgO odkryty tylko w 1 próbce; ⁱ TiO₂ odkryty w 3 próbkach; ^j P₂O₅ odkryty w 3 próbkach; ^k Au₂O₃ odkryty w 3 próbkach; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

Obserwowana w szlifach struktura takiego tworzywa nie wykazuje często żadnego ukierunkowania, a masa szklana zawiera bardzo dużo rozrzuconych bezładnie, niestopionych ziaren kwarcu oraz pęcherzy gazowych (por. DEKÓWNA, SZYMAŃSKI 1971:297, ryc. 11a-c).

Pierwszy z okazów dziekanowickich ma kształt zbliżony do elipsoidalnego (Ryc. 1:86/05), jest częścią kolii składającej się z 10 egzemplarzy, która została odkryta w grobie 62/05 (XI w.). Masa szklana, z której go wyprodukowano, jest nieprzezroczysta lub słabo przejrzysta koloru *jasnobrązowego*. Krawędzie przyotworowe są obtopione. Stan zachowania tego okazu jest dość dobry.

Pokryty jest ornamentem „pierzastym” wykonanym z opakowego żółtego szkła. Tworzy go 6 nitek falistych, wtopionych w powierzchnię korpusu, które przesunięto jakimś narzędziem w kierunku powierzchni przyotworowej (by nadać im kształt falisty); w miejscu zagięcia nitek, od strony wewnętrznej tego zagięcia, widoczne jest wgłębienie – ślad po owym narzędziu, którym przypuszczalnie nitki przez chwilę przytrzymano (Ryc. 1:86/05; 3:86/05; oraz Purowski w tym tomie, Tabela i Ryc. 11:86/05).

Na obrazach BSE wyraźnie widać bardzo niejednorodną strukturę masy szklanej zarówno korpusu, jak i ornamentu, liczne niestopione ziarna kwarcu, inkluzje tlenku żelaza, pęcherze gazowe (Ryc. 32).

Wyniki analizy, przeprowadzonej metodą EPMA, pokazały, że tworzywo obu elementów (korpusu i ornamentu) należy do odmiany szkieł ołowiowych bezalkalicznych typu $PbO \cdot SiO_2$. Tworzywo (spiek) korpusu barwę jasnobrunatną zawdzięcza tlenkowi żelaza (4,484%) oraz słabemu przetopieniu zestawu; szkło ornamentu – także tlenkowi żelaza (5,254%), którego działanie barwiące zostało wzmocnione tlenkiem tytanu (0,193%), tlenkowi ołowiu, a zamącenie – sporej ilości tlenku cyny SnO (12,338%) i tlenku fosforu (5,952%) (Tabela 22:5,6).

W składzie tworzywa korpusu brak jest nieintencjonalnych domieszek, z wyjątkiem tlenku glinu Al_2O_3 (0,142%), który mógł dostać się do niego z piaskiem lub częściowo przeniknąć z materiału tygli, w których masa szklana była topiona. Spostrzeżenie to odnosi się także do szkła ornamentu. Fakty te świadczą, że zestawy, z jakich wytopiono masę szklaną, która następnie posłużyła do wykonania obu elementów omawianego paciorka, składały się z dobrze oczyszczonych surowców.

Proporcje i różnice głównych składników szkłotwórczych występujących w składzie tworzywa korpusu paciorka nr inw. 86/05 podobne są do takich samych danych charakteryzujących niektóre elementy receptury w innych szklach paciorków z Dziekanowic (Tabele 23:5,1,3; 10:1,2 – $PbO/[100\%-PbO]$).

Paciorki analogiczne pod względem formy do okazu nr inw. 86/05 z Dziekanowic mają bardzo szeroki chronologiczny i terytorialny zasięg występowania. Były szeroko rozprzestrzenione w okresie antycznym (produkowano je w warsztatach syryjskich, fenickich i egipskich), w II-IV w. na zachodnim Krymie, w I-III w. występowały też w Polsce. W Okresie Wędrówek Ludów spotykane były w Europie Zachodniej, a we wczesnym średniowieczu także na różnych obszarach (krótki przegląd dotyczącej ich problematyki zob. DEKÓWNA 2015b:173-177). Zbadano skład szkła jednego z nich – ujawnionego w Chodliku (VII-VIII w.?). Jest on wykonany techniką nawijania ze szkła sodowego wytopionego na sodzie mineralnej (DEKÓWNA 2015b:174-177, 178, tabela 1:2,3), a więc pod względem zarówno techniki wykonania, jak i składu chemicznego szkła, nie stanowi analogii do okazu dziekanowickiego; jest też dużo wcześniejszy (VII-VIII w.?) i staranniejszy od niego zrobiony.

Dwa okazy tego typu wystąpiły na Ostrówku w Opolu (koniec XI – 1 połowa XII w.). Skład chemiczny tworzywa jednego z nich został zbadany, a wynik analizy przedstawiony w postaci widma EDS. Tworzywo korpusu jest szkłem wysokoolowiowym, bezalkalicznym, barwionym związkami żelaza i tytanu. Ornament jest zrobiony z opakowego białego szkła, również wysokoolowiowego, mąconego cyną (PANKIEWICZ i in. 2017:205-207). Technologia wytopu masy szklanej i barwienia jest więc podobna do tej zastosowanej do wyrobu paciorka z Dziekanowic.

Istniejący obecnie materiał porównawczy, zwłaszcza jeśli chodzi o badania fizykochemiczne, jest zbyt ograniczony, by mógł stanowić podstawę do formułowania wniosków na temat miejsca wyrobu paciorka z Dziekanowic. Sprawa ta musi więc pozostać otwarta.

Drugi okaz, nr inw. 65/02, ma kształt graniastosłupa (Ryc. 1:65/02), wchodził w skład kolii liczącej 7 paciorków, odkrytej w grobie 55/02 (XI w.). Kształt graniastosłupa uzyskano przez spłaszcze-

nie boków; jego krawędzie boczne są zaokrąglone. Zachowany jest prawie cały, ale występują ubytki na obu powierzchniach przyotworowych; widać jednak, że jedna z nich jest obtopiona.

Masa szklana jest nieprzezroczysta, jasnobrązowa; jest częściowo skorodowana (Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 10:65/02). Na zdjęciach BSE widać, że jest bardzo niejednorodna, źle wytopiona (Ryc. 33). O jej dużej niejednorodności, złym wymieszaniu i złym przetopieniu składników zestawu świadczą wyniki analizy wykonanej metodą EPMA. Jest to spiek o składzie ołowiowym bezalkalicznym, barwiony związkami żelaza, tytanu i miedzi, ale różniący się zawartością i rodzajem niektórych komponentów w zależności od miejsca przeprowadzenia badania (Tabela 30). Każde z badanych miejsc różni się ilością głównych składników szklotwórczych: krzemionki i tlenku ołowiu. W dwóch zanalizowanych obszarach wykryto duże ilości fosforu (Tabela 30:1,3), we wszystkich – siarki (Tabela 30:1-3). Skład ten nie nadaje się do komentowania i interpretowania tym bardziej, że być może częściowo jest zniekształcony na skutek skorodowania tego tworzywa.

Można tylko przypomnieć, że fragment paciorka o formie graniastosłupa zrobionego z opakowego czerwonego szkła ołowiowego bezalkalicznego, typu $PbO \cdot SiO_2$, wystąpił na cmentarzysku w Bodzi, w grobie E877, datowanym na lata po 983 r. Szkło to barwione jest związkami żelaza, miedzi, niklu. Fosfor i siarka nie występują w jego składzie (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:168-169, tabela 3.5.4:4).

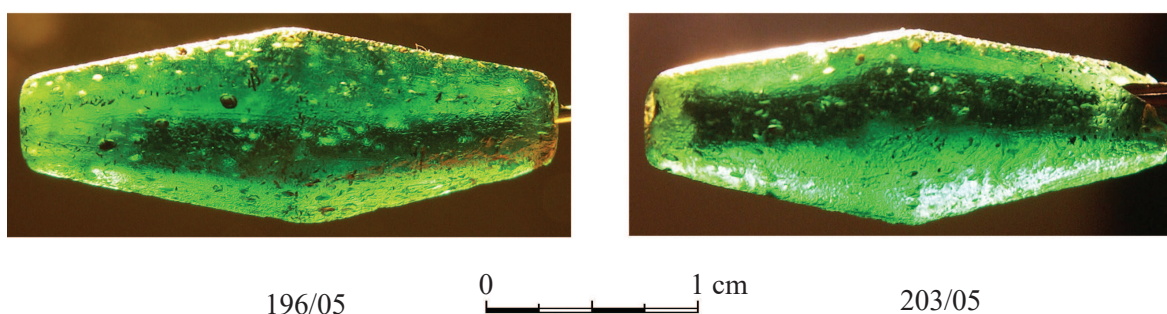
Paciorki tej formy, z opakowego, czerwonego szkła, są rzadko spotykane na stanowiskach wczesnośredniowiecznych. Odnotowano ich obecność na terenie Rusi, gdzie datowane są na X-XII w. Wynik analizy jednego z nich wskazuje, że został on zrobiony ze szkła $PbO \cdot SiO_2$, barwionego tlenkiem miedzi, tlenkami żelaza i tytanu (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a:169, gdzie podana jest literatura), a więc według podobnej technologii jak okaz z Dziekanowic.

Dostępne obecnie dane nie pozwalają jednak na wypowiedzanie się na temat miejsca/miejsc produkcji paciorków tego typu we wczesnym średniowieczu. Natomiast chronologia okazu z cmentarzyska w Dziekanowicach wydaje się zgodna z datowaniem okazów występujących na Rusi.

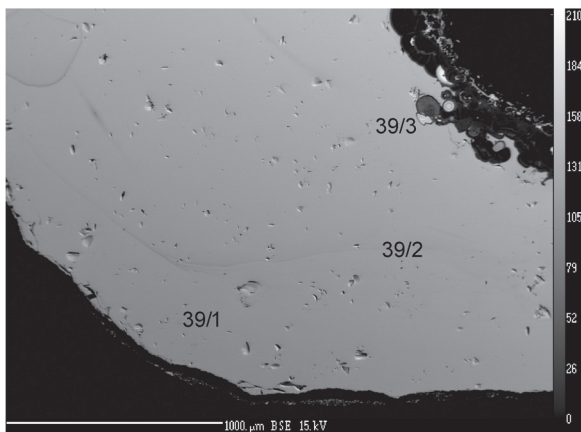
2.1.4. Paciorki zrobione techniką wycinania z kawałka szkła (?)

Na cmentarzysku w Dziekanowicach ujawniono 4 okazy, których sposobu wykonania nie można jednoznacznie określić. Pochodzą z grobów datowanych na X/XI w. Wszystkie mają kształt podwójnych ostrosłupów. Są to egzemplarze o nrach inw.: 121/05 i 142/05 z grobu 81/05 oraz 196/05 i 203/05 z grobu 106/05 (Ryc. 2:121/05, 142/05, 203/05 oraz Purowski w tym tomie, Ryc. 12:121/05, 142/05, 196/05, 203/05).

Zwraca uwagę kształt kanalika w okazie nr inw. 203/05 – załamującego się pod kątem w połowie tego okazu (Ryc. 34:203/05 oraz Purowski w tym tomie, Ryc. 12:203/05). Kanaliki o takim kształcie są charakterystyczne dla paciorków wycinanych z kawałka zastygłego szkła, w których są one wy-



Ryc. 34. Paciorki nry inw. 196/05 i 203/05 z widocznymi kanalikami. Fot. T. Purowski
Fig. 34. Beads inv. nos 196/05 and 203/05 with visible canals. Photo T. Purowski



Ryc. 35. Obraz BSE szkła paciorka nr 121/05. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:128-130). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 35. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 121/05. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:128-130). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

lik prawdopodobnie stożkowy, zrobiony jest ze szkła *turkusowego*, opakowego, którego skład też został zbadany (zob. niżej).

Paciorki nry inw.: 196/05 i 203/05 mają formę dwóch ostrosłupów ośmiokątnych połączonych podstawami, kanalik w pierwszym z tych okazów jest cylindryczny, a w drugim – jak wyżej wspomniano – załamany pod kątem (Ryc. 34). Szkło obu tych paciorków jest wyraźnie przejrzyste zielone; wykonano analizę składu tworzywa okazu nr inw. 203/05 (zob. niżej).

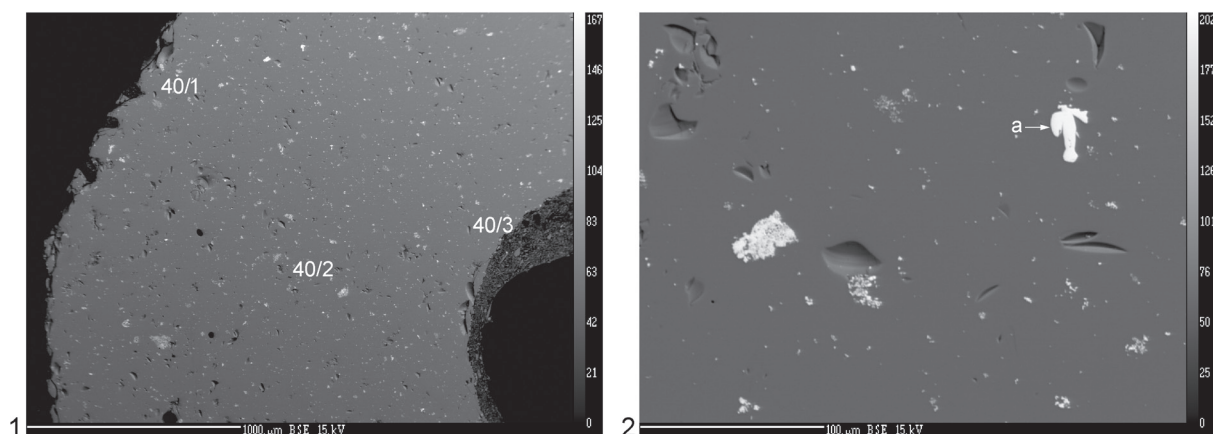
Krawędzie boczne wszystkich tych egzemplarzy są zaokrąglone; jeśli paciorki te byłyby wykonane sposobem szlifowania, to powinny być ostre. Zachowane krawędzie przyotworowe są obtopione.

W szkłe okazów nry inw. 142/05, 196/05 i 203/05 występują elipsoidalne pęcherze gazowe o dłuższych osiach równoległych do kanalika, a na powierzchni tego ostatniego widoczne są lekko faliste rysy

żłabiane często od obu końców paciorka i niekiedy łączą się pod kątem w środku takiego okazu. W paciorku nr inw. 196/05 kanalik ma kształt łukowaty (Ryc. 34:203/05 oraz Purowski w tym tomie, Ryc. 12:196/05). Kształt korpusu takim paciorkom nadawano przez szlifowanie boków. W okazach tak zrobionych to forma i technika wykonania kanalika stanowią cechę diagnostyczną, a nie elementy struktury szkła, gdyż te ostatnie odzwierciedlają jedynie sposób uformowania (najpewniej sposobem odlewania) bryły – surowca szklanego, z jakiego następnie wyrabiano te ozdoby.

Jednakże omawiane 4 okazy z Dziekanowic nie wykazują tak jednoznacznych cech, by można było z pewnością przypisać im opisany sposób wykonania.

Paciorek nr inw. 121/05 ma kształt dwóch ostrosłupów czworokątnych połączonych podstawami, kanalik dwustożkowy; szkło jest wyraźnie przejrzyste *zielone*, zostało przeanalizowane (zob. dalej). Okaz nr inw. 142/05 o kształcie dwóch ostrosłupów ośmiokątnych, połączonych podstawami, ma kana-



Ryc. 36. Obrazy BSE szkła paciorka nr 142/05. a – inkluzja cyny (zob. Ryc. 37). Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:131-133). Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 36. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 142/05. a – tin inclusion (see Fig. 37). The numbers in Fig. 36:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:131-133). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

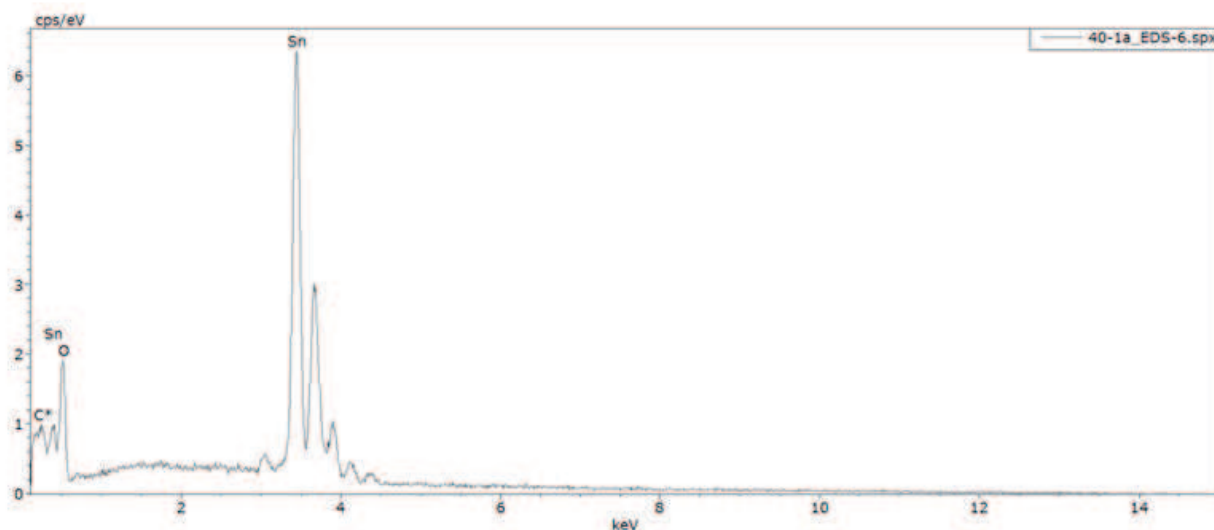
Tabela 31. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła paciorków z Dziekanowic zrobionych techniką wycinania z kawałka szkła (?) ołowiowego alkalicznego różnych typów chemicznych
Table 31. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of the Dziekanowice beads produced using the technique of cutting out (?) of a piece of alkaline lead glass of various chemical types

Rycina	2:121/05	2:142/05	2:203/05
Nr inw. paciorka	121/05	142/05	203/05
Nr grobu	81/05	81/05	106/05
Datowanie grobu	X/XI w.	X/XI w.	X/XI w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste zielone	opakowe turkusowe	wyraźnie przejrzyste zielone
Typ chemiczny szkła	$PbO \cdot Na_2O \cdot K_2O \cdot CaO \cdot SiO_2$	$PbO \cdot Na_2O \cdot K_2O \cdot CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$	$PbO \cdot Na_2O \cdot K_2O \cdot CaO \cdot MgO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$
Nr analizy	39/1-3	40/1-3	41/1-3
L.p.	1	2	3
Składniki (w % wagowych)			
SiO ₂	34,627	54,688	40,239
Na ₂ O	4,814	13,371	6,159
K ₂ O	1,660	2,797	1,638
CaO	3,261	4,276	4,715
MgO	1,558	4,041	2,309
Al ₂ O ₃	1,962	0,382	2,253
Fe ₂ O ₃	0,56	0,371 ^c	0,787
MnO	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<
PbO	50,126	15,096	39,849
CoO	<	<	<
CuO	0,598	0,645	0,963
BaO	<	<	<
TiO ₂	<	<	<
SnO	<	4,222	<
NiO	<	<	<
ZnO	<	<	<
As ₂ O ₃	<	<	<
P ₂ O ₅	0,155	0,160 ^d	0,172
SrO	0,131 ^a	<	<
ZrO ₂	<	<	<
SO ₃	0,204 ^b	0,198 ^e	<
Cl	0,750	1,015	0,725

^a SrO odkryto tylko w 2 próbkach; ^b SO₃ odkryto tylko w 1 próbce; ^c Fe₂O₃ odkryto tylko w 1 próbce; ^d P₂O₅ odkryto tylko w 1 próbce; ^e SO₃ odkryto tylko w 2 próbkach; „<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

(Purowski w tym tomie, Tabela). Jeśliby paciorki te były zrobione techniką nawijania lub wyciągania, to kanaliki w okazach nry inw. 196/05 i 203/05 mogłyby uzyskać opisany wyżej kształt przy nadawaniu owym okazom formy podwójnego ostrosłupa poprzez „oklepywanie” go na płytce.

Jak wspomniano wyżej, forma omawianych paciorków, zachowane ślady produkcyjne oraz wady masy szklanej nie dostarczają wystarczających przesłanek, by można było jednoznacznie określić spo-



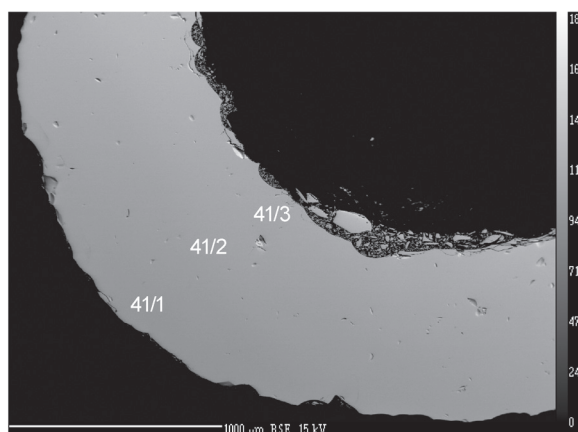
Ryc. 37. Widmo EDS inkluzji cyny w szkle paciorka nr 142/05 (zob. Ryc. 36:2). Wykonała B. Marciniak-Maliszewska

Fig. 37. EDS spectrum of tin inclusion in glass of bead inv. no. 142/05 (see Fig. 36:2). Plot prepared by B. Marciniak-Maliszewska

Tabela 32. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle paciorków z Dziekanowic wykonanych techniką wycinania z kawałka szkła (?) ołowiowego alkalicznego różnych typów chemicznych

Table 32. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of the Dziekanowice beads produced using the technique of cutting out of a piece of glass (?) of alkaline lead various chemical types

Rycina	2:121/05	2:142/05	2:203/05
Nr inw. paciorka	121/05	142/05	203/05
Nr grobu	81/05	81/05	106/05
Datowanie grobu	X/XI w.	X/XI w.	X/XI w.
Próbka	osnowa	osnowa	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste zielone	opakowe turkusowe	wyraźnie przejrzyste zielone
Typ chemiczny szkła	$\text{PbO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{PbO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{PbO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$
Metoda analityczna	EPMA	EPMA	EPMA
Źródło informacji o wynikach analiz, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 31:1	tabela 31:2	tabela 31:3
L.p.	1	2	3
Składniki			
$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	2,90	4,78	3,76
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	6,47	16,17	7,80
$\text{PbO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	56,60	31,27	47,65
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$	37,15	55,44	43,28
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{PbO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	0,66	1,77	0,91
CaO/MgO	2,09	1,06	2,04
$\text{CaO}+\text{MgO}$	4,82	8,32	7,02
SiO_2/PbO	0,69	3,62	1,01
$\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	1,66	11,19	2,09



Ryc. 38. Obraz BSE szkła paciorka nr 203/05. Cyfry oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:134-136).
 Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski
 Fig. 38. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of bead inv. no. 203/05. The numbers mark the spots where analyses were performed (see Table 36:134-136). Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

sób ich formowania. Zaliczenie ich przez nas do grupy paciorków wykonanych techniką wycinania z kawałka szkła traktujemy jako umowne.

Skład szkła okazów nry inw. 121/05, 142/05 i 203/05 został zbadany metodą EPMA. Wszystkie są zrobione ze szkła ołowiowego alkalicznego różnych typów chemicznych (różnice te są niewielkie). Wytopiono je z zestawów składających się z ołowiu (glejty) i popiołu roślin kontynentalnych. Szkło okazów nry inw. 121/05 i 203/05 jest barwione na kolor zielony tlenkiem żelaza Fe_2O_3 (odpowiednio 0,56% i 0,787%) i miedzi CuO (0,548% i 0,963%), a szkło paciorka nr inw. 142/05 – na kolor turkusowy – także tlenkami żelaza (0,371%) i miedzi (0,645%) oraz mączonym tlenkiem cyny SnO (4,222%) (Tabela 31).

Na zdjęciach BSE szkła paciorków nry inw. 121/05 i 203/05 widać, że jest ono dość jednorodne (Ryc. 35; 38), natomiast na obrazie BSE szkła okazu nr inw. 142/05 można zobaczyć liczne inkluzje cyny (Ryc. 36), która była środkiem mączącym to szkło (zob. wyżej); na Ryc. 37 widoczny jest wysoki pik tego minerału.

Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych występujących w szkle omawianych okazów prawie nie wykazują analogii między sobą, tylko proporcja CaO/Al_2O_3 kształtuje się podobnie w szkle egzemplarzy nry inw. 121/05 i 203/05 (Tabela 32).

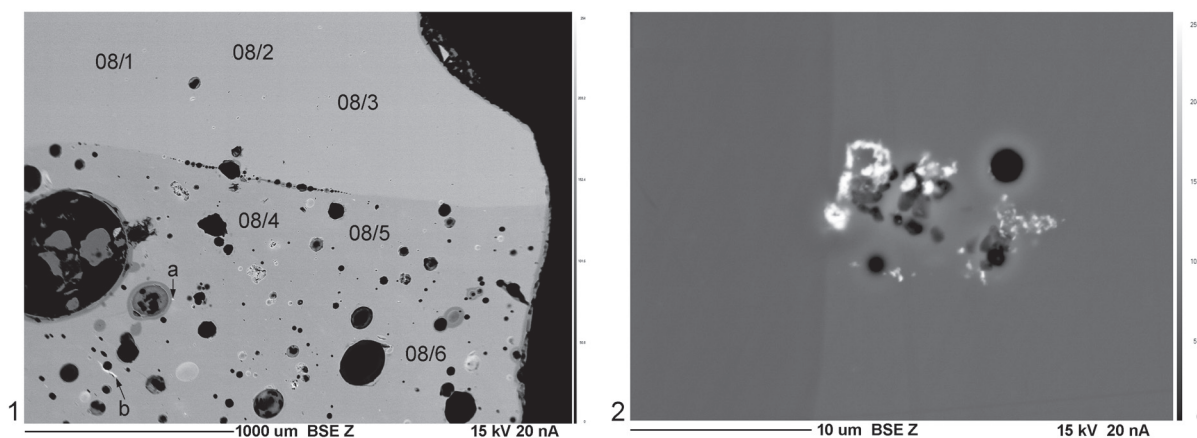
Omawiane 4 paciorki ujawnione na cmentarzysku w Dziekanowicach stanowią, ze względu na ich kształt i technikę formowania, znaleziska unikatowe. Odznaczają się wysokim poziomem wykonania (regularnością formy, dobrym wykończeniem krawędzi przyotworowych). Typy chemiczne szkła, które reprezentują, należą do sporadycznie występujących.

Paciorki o podobnym kształcie, ale mniej „wysmukłe” niż okazy z Dziekanowic, spotykane są na terenie Nubii (technika ich wykonania określana jest jako „rod-formed”), datowane są na lata 100-400 i „early Christian intrusive” i produkowane ze szkła sodowego (THEN-OBLUSKA, WAGNER 2019:202, 234), a więc innego rodzaju niż paciorki odkryte w Dziekanowicach.

Obecny stan wiedzy o tych rzadko spotykanych okazach jest tak bardzo niezadowolający, że nie można obecnie podejmować prób określenia miejsca ich wytwarzania oraz chronologii.

2.1.5. Paciorki, których techniki wykonania nie można określić

Stanowią najliczniejszą grupę wśród paciorków z cmentarzyska w Dziekanowicach. Są to na ogół okazy o bardzo złym stanie zachowania szkła. Z tego względu niewidoczna jest pierwotna jego struktu-



Ryc. 39. Obrazy BSE szkła paciorka nr 146/97. 1 – ogólny widok dwóch warstw szkła (na górze warstwa barwy czerwonej, na dole – białej); 2 – inkluzja złożona z Sb i Ca; a – zob. Ryc. 39:2; b – wollastonit (CaSiO_3). Cyfry na obrazie 1 oznaczają miejsca analiz (zob. Tabela 36:20-25). Fot. P. Jokubauskas, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 39. Backscattered electron microscope (BSE) images of glass of bead inv. no. 146/97. 1 – general view of two glass layers (red at the top, white at the bottom); 2 – inclusion consisting of Sb and Ca; a – see Fig. 39:2; b – wollastonite (CaSiO_3). The numbers in Fig. 39:1 mark the spots where analyses were performed (see Table 36:20-25). Photo P. Jokubauskas, digital elaboration by T. Purowski

ra, m.in. pozostałości i ślady techniki wykonania oraz wady masy szklanej, na których podstawie określany jest sposób ich wytwarzania. Często nie można też ustalić pierwotnej przezroczystości i barwy szkła, gdyż jest ono skorodowane, odszklone (obecnie ma barwę białoszarą lub białą). Wiele z nich zachowało się w postaci małych ułamków, a nawet „piasku”. W tych przypadkach nie było możliwe nawet odtworzenie ich formy. Wykaz tych zabytków znajduje się w Tabeli 1, w rubryce 9.

Tylko kilka okazów udało się powiązać – na podstawie przesłanek pośrednich – z określonymi grupami techniczno-formalnymi tych ozdób i zostały one omówione wyżej, w ramach wydzielonych przez nas tych grup.

Wśród paciorków, których stan ich tworzywa był stosunkowo dobry, wybrano jeden aby zbadać skład chemiczny tego tworzywa. Jest to paciorek nr inw. 146/97, znaleziony w warstwie II₂ (XI w.), zachowany fragmentarycznie. Zbudowany jest z dwóch warstw szkła: zewnętrznej ze szkła wyraźnie przejrzystego *czerwonego*, i wewnętrznej – ze szkła opakowego *białego*. Elementy struktury szkła obu części paciorka są niewidoczne, nie można więc określić sposobu jego wykonania. Z powodu ułamkowego stanu zachowania tego okazu nie można też odtworzyć pierwotnego jego kształtu (Ryc. 1:146/97; Purowski w tym tomie, Tabela oraz Ryc. 16:146/97).

Metodą EPMA zbadano skład chemiczny szkła obu warstw. Wynik analizy świadczy, że zostały one zrobione ze szkła sodowego odmiany 1, wytopionego na sodzie mineralnej i reprezentują typ $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (Tabela 33:1, 2). W szkłe warstwy zewnętrznej zawartość tlenku glinu Al_2O_3 jest bardzo bliska jego ilości wynoszącej >2%, która ma wpływ na własności szkła i w takim przypadku jest on wprowadzany do nazwy typu tego ostatniego. W omawianym szkłe, jego stężenie wynosi 1,966% (Tabela 33:1) i ze względów formalnych nie uwzględniamy go w nazwie typu szkła.

Natomiast powstają trudności interpretacyjne przy próbie określenia barwnika tego szkła. Było nim prawdopodobnie kilka składników, a więc: niewielkie ilości tlenku żelaza Fe_2O_3 (0,604%) i wzmacniającego jego barwiące działanie tlenku tytanu TiO_2 (0,094%), ale głównym był tlenek manganu (1,841%), który barwi szkło na kolor fioletowy, a w połączeniu z niewielką ilością Fe_2O_3 , przy wytopie szkła w atmosferze utleniającej, nadaje mu odcień brunatnawy (NOWOTNY 1969:56, 58). Ponieważ szkło zewnętrznej warstwy paciorka nr inw. 146/97 nie ma czystej barwy czerwonej, jest lekko brunatnawe, to wydaje się, że można przyjąć, iż to wymienione składniki spowodowały takie jego zabarwienie. W składzie tego szkła

Tabela 33. Wyniki analizy wykonanej metodą EPMA składu chemicznego szkła przedmiotów z Dziekanowice
Table 33. Results of the EPMA chemical composition analysis of glass of artefacts from Dziekanowice

Przedmiot	paciorek	paciorek	pierścionek
Nr inw.	146/97	146/97	236/95
Rycina	1:146/97	1:146/97	1:236/95
Nr warstwy/grobu	w-wa II ₂	w-wa II ₂	99/95
Datowanie warstwy/ grobu	XI w.	XI w.	XI-XII w.
Próbka	warstwa zewnętrzna	warstwa wewnętrzna	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste czerwone	opakowe białe	wyraźnie przejrzyste jasnożółte
Technika wykonania	nie można określić	nie można określić	nie można określić
Typ chemiczny szkła	Na ₂ O•CaO•SiO ₂	Na ₂ O•CaO•SiO ₂	PbO•SiO ₂
Nr analizy	08/1-3	08/4-6	04/1-3
L.p.	1	2	3
Składniki (w % wagowych)			
SiO ₂	66,819	68,826	23,184
Na ₂ O	19,690	19,791	<
K ₂ O	0,583	0,421	<
CaO	6,555	7,298	<
MgO	0,817	0,703	<
Al ₂ O ₃	1,966	1,757	0,108
Fe ₂ O ₃	0,604	0,426	<
MnO	1,841	<	<
Sb ₂ O ₃	0,634	0,746	<
PbO	<	<	75,329
CoO	<	<	<
CuO	<	<	<
BaO	<	<	<
TiO ₂	0,094	0,078	<
SnO	<	<	<
NiO	<	<	<
ZnO	<	<	<
As ₂ O ₃	<	<	<
P ₂ O ₅	0,107	0,086	<
SrO	0,300	0,264	<
ZrO ₂	<	<	<
SO ₃	0,354	0,283	<
Cl	1,198	1,13	<

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody.

występują również niewielkie ilości tlenku antymonu Sb₂O₃ (0,634%) i siarki SO₃ (0,354%) (Tabela 33:1). Z kolei te związki, w połączeniu z węglem jako reduktorem, powodują powstanie tzw. rubinu antymonowego. Co prawda technologia ta została wynaleziona na początku XX w. (NOWOTNY 1969:160-161), ale oczywiście mogła być stosowana (może w innej wersji) dużo wcześniej, i następnie ulec zapomnieniu. Ze względu na bardzo małą zawartość Sb₂O₃ i SO₃ w omawianym szkłe, składniki te, jeśli miały wpływ na jego zabarwienie, to niewielki i ewentualnie tylko nieco wspomagały barwiące działanie manganu.

Tabela 34. Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych w szkle paciorka nr inw. 146/97 z Dziekanowic, zrobionego ze szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$

Table 34. Proportions and totals of principal glass-forming components in glass of bead 146/97 from Dziekanowice of glass of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ type

Rycina	1:146/97	1:146/97
Nr inw.	146/97	146/97
Nr warstwy	w-wa II ₂	w-wa II ₂
Datowanie warstwy	XI w.	XI w.
Próbka	warstwa zewnętrzna	warstwa wewnętrzna
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste czerwone	opakowe białe
Metoda analityczna	EPMA	EPMA
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 33:1	tabela 33:2
L.p.	1	2
Składniki		
$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	33,77	47,01
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	•20,27	•20,21
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$	76,76	79,01
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	•3,79	•3,91
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$	69,39	71,01
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	•3,42	•3,51
CaO/MgO	8,02	10,38
$\text{CaO}+\text{MgO}$	7,37	8,00
$(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{CaO}+\text{MgO})$	2,75	2,53
$\text{SiO}_2/(\text{CaO}+\text{MgO})$	9,06	8,60
Al_2O_3	1,97	1,76
$\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$	3,33	4,15
$\text{K}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) \times 100\%$	2,88	2,08
$\text{MgO}/(\text{CaO}+\text{MgO}) \times 100\%$	11,08	8,79

Uwaga: symbolem • oznaczono wyniki podobne. Przy analogiach bardziej odległych umieszczono symbol podkreślony

Białe opakowe szkło warstwy wewnętrznej zawdzięcza taką barwę związkom antymonu i wapnia. Świadczy o tym zarówno wynik analizy tego szkła (Sb_2O_3 wystąpił w nim w niewielkiej ilości – 0,746%; Tabela 33:2), jak i obraz BSE, na którym widać inkluzję złożoną z antymonu i wapnia (Ryc. 39). Przyпуска się, że technologia barwienia i mącenia szkła sodowego związkami wapnia i antymonu była stosowana w okresie od XV w. p.n.e. do około III w. n.e. i później do VII w. (ale wówczas jeśli antymon był stosowany do tych celów, to w połączeniu z cyną). We wczesnym średniowieczu, to cyna pełniła rolę środka zmętniającego szkło (DEKÓWNA, PUROWSKI 2012:70-72, gdzie przegląd poglądów na ten temat i literatury). W opakowym białym szkle, paciorka nr inw. 146/97 z Dziekanowic obecności cyny nie odnotowano (Tabela 33:2).

Proporcje i sumy głównych składników szklotwórczych występujących w szkle obu warstw tego paciorka kształtują się podobnie tylko w odniesieniu do sumy składników alkalicznych ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) oraz niektórych elementów receptury: relacji składników piasku wapniowego i pozbawionego domieszki wapnia i magnezu, do sumy alkaliów (Tabela 34:1, 2; $[\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3]/[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]$; $[\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3]/[\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}]$). Relacje innych składników nie wykazują bliskich podobieństw. Być może szkło użyte do wyrobu obu części paciorka zostało wytopione z różnych zestawów, do których wykorzystano piasek pochodzący z różnych źródeł. Ponieważ różnice między tymi wskaźnikami

nie są duże, można przypuszczać, że są one wynikiem tylko niejednorodności szkła omawianego okazu.

Szkła typu $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, z którego są zrobione oba elementy paciorka nr inw. 146/97, występują głównie w pradziejach i w okresie rzymskim (zajmują wówczas drugie miejsce pod względem liczebności), we wczesnym średniowieczu, w Europie – do mniej więcej VIII/IX w.; na Wschodzie znacznie dłużej (DEKÓWNA 1980:11, 55).

Paciorek nr inw. 146/97 jest najpewniej starszy (znacznie?) niż kontekst archeologiczny, w którym został znaleziony.

Przedstawione wyżej dane wskazują, że technologia wytopu i barwienia szkła obu warstw jest charakterystyczna dla wyrobów ośrodków bliskowschodnich. Unikatowość cech formalnych (dwie warstwy szkła, jedna opakowa biała, druga wyraźnie przejrzysta czerwona) oraz nieznaną jego pierwotnej formy i budowy całego paciorka, uniemożliwiają poszukiwanie analogii do niego w tym zakresie. Z wymienionych względów sprawę pochodzenia i chronologii tego unikatowego okazu musimy pozostawić otwartą.

2.2. Inne przedmioty

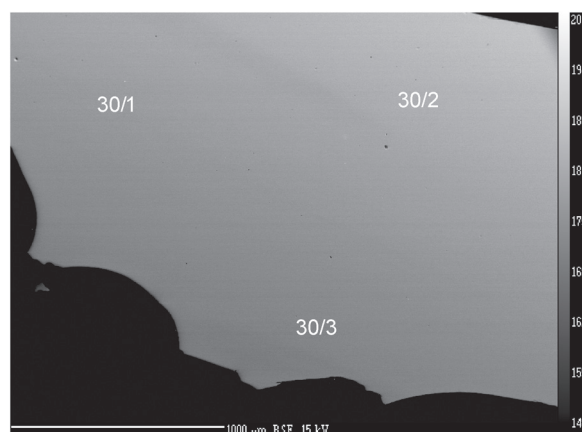
Na cmentarzysku w Dziekanowicach występują jeszcze dwa przedmioty reprezentujące inne kategorie wyrobów szklanych. Są to: wstawka do pierścionka z mosiądzu oraz pierścionek szklany.

2.2.1. Wstawka

Oznaczona jest nrem inw. 70/13. Została znaleziona w grobie 47/13 (XIII w.). Ma kształt zbliżony do wycinka elipsoidy (Ryc. 2:70/13; Purowski w tym tomie, Ryc. 15:70/13), wykonana jest sposobem odlewania ze szkła wyraźnie przejrzystego *niebieskiego*, zdobiona na powierzchni wypukłej czterema plamkami z opakowego białego szkła, z których jedna ma kształt elipsoidalny, a trzy – nieregularny.

Osnowa zrobiona jest ze szkła sodowego pierwszej odmiany (wytopionego z zestawu zawierającego sodę mineralną), barwionego tlenkiem żelaza Fe_2O_3 , kobaltu CoO , i niewielkim dodatkiem tlenku manganu MnO , natomiast szkła ornamentu (plamki) nieprzezroczystość i biały kolor nadał tlenek antymonu Sb_2O_5 (antymonian wapnia?)¹⁷. Szkło jest dobrze wytopione, nie zawiera inkluzji (Ryc. 40).

Technologia wytopu szkła i jego barwienia wskazują wyraźnie, że wstawkę tę wykonano w jakiejś pracowni bliskowschodniej (bizantyńskiej?) i że jej chronologia jest znacznie wcześniejsza niż grobu, w którym ją znaleziono. Należałoby ją datować prawdopodobnie na jakiś okres między VIII a X w. Ważne byłoby określenie miejsca wyrobu i chronologii pierścienia z mosiądzu, w którym została ona osadzona. Jeśli okazałoby się, że datowanie pierścienia z mosiądzu odpowiada datowaniu grobu, to trzeba byłoby wziąć pod uwagę możliwość, że wstawka jest częścią starszego pierścionka, z którego została przełożona do tego, w którym ją znaleziono, ale nie wiadomo, w wyniku jakich okoliczności.



Ryc. 40. Obraz BSE szkła osnowy wstawki pierścionka z mosiądzu nr 70/13. Fot. B. Marciniak-Maliszewska, oprac. komputerowe T. Purowski

Fig. 40. Backscattered electron microscope (BSE) image of glass of the body of the inset of brass ring inv. no. 70/13. Photo B. Marciniak-Maliszewska, digital elaboration by T. Purowski

¹⁷ Dokumentacja znajduje się w Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy.

Tabela 35. Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych w szkle pierścionka nr inw. 236/95 z Dziekanowic

Table 35. Proportions and differences of principal glass-forming components in glass of ring 236/95 from Dziekanowice

Rycina	1:236/95
Nr grobu	99/95
Datowanie grobu	XI-XII w.
Próbka	osnowa
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnożółte
Typ chemiczny szkła	PbO•SiO₂
Metoda analityczna	EPMA
Źródło informacji o wynikach analizy, które posłużyły za podstawę obliczeń	tabela 33:3
L.p.	1
Składniki	
PbO/SiO ₂	3,25
100%-PbO	23,29
PbO/(100%-PbO)	3,23

2.2.2. Pierścionek szklany

Terminem tym określiliśmy przedmiot nr inw. 236/95 odkryty w grobie 99/95 (XI-XII w.). Zgodnie z definicją zaproponowaną przez Jerzego Olczaka (2000:312) pierścionek „jest to kółko z różnie uformowanym i różnie też zdobionym oczkiem, rzadziej zdobione jest kółko” (tu – część pierścionka M.D.).

Pierścionek nr inw. 236/95 ma kształt lekko elipsoidalny, a pałeczka, z której go zrobiono, na części obwodu stopniowo grubieje, osiągając największą grubość w jednym miejscu (Ryc. 1:236/95; Purowski w tym tomie, Ryc. 2:236/95). Ta właśnie część stanowi element ozdobny w tym pierścionku, substytut oczka, określający funkcję tego przedmiotu (pierścionek).

Sposób wykonania takich przedmiotów odtworzył J. Olczak, który stwierdził, że były one formowane czterema sposobami: 1. przez zagięcie rozmiękczonej szklanej pałeczki wokół kołeczka drewnianego lub metalowego, następnie złączenie oraz stopienie obu jej końców; 2. przez kilkakrotne nawinięcie wąskiego pasma lub nitki rozmiękczonego szkła wokół kołeczka; i wtopienie końca pasma/nitki w powierzchnię kółka; 3. za pomocą różna; 4. w formach kamiennych lub glinianych (OLCZAK 2000:312).

Na podstawie obserwacji struktury szkła nie udało się zauważyć śladów złączenia końców pałeczki, lecz ze względu na fakt, że jest ona dość cienka (jej grubość minimalna wynosi 0,15 cm, a w miejscu największego zgrubienia – 0,35 cm; teraz jej powierzchnia jest zniszczona wskutek korozji, pierwotnie była ona grubsza), jej końce mogły zostać dobrze zatopione. Skłonni jesteśmy przyjąć, że pierścionek ten został zrobiony pierwszym lub drugim sposobem.

Pierścionek z Dziekanowic wykonany jest ze szkła wyraźnie przejrzystego *jasnożółtego* wysokoolowiowego, drugiej odmiany, bezalkalicznego, typu PbO•SiO₂ (Tabela 33:3). Jego skład jest wyjątkowo „czysty”, prawie nie ma domieszek; występuje w nim tylko niewielka ilość glinu Al₂O₃ (0,108%), stanowiącego domieszkę piasku. Jasnożółte zabarwienie nadał mu tlenek ołowiu.

Proporcje i różnice głównych składników szklotwórczych w nim występujących nie wykazują na ogół podobieństwa do takich wskaźników charakteryzujących paciorki ze szkła ołowiowo-krzemowego z Dziekanowic (Tabele 35; 10; 19) lub są zbliżone tylko w zakresie elementu receptury (PbO/[100%-PbO]; Tabela 23:2, 4 – szkło ornamentu).

Kilka fragmentów kółek z przezroczystego żółtego szkła wysokoolowiowego bezalkalicznego wystąpiło na Ostrówku w Opolu, gdzie są datowane na okres od 4 ćwierci X w. do 2 połowy XII w. W szkle tych okazów znajdują się domieszki różnych składników (PANKIEWICZ i in. 2017:110, 111, 113, 114, 117, 120, 121, 122).

Kwestie dotyczące szkieł tego typu chemicznego były poruszane wyżej. Wiadomo, że szkła takie były wyrabiane lub przetwarzane na różnych obszarach. Ze względu na wyjątkową „czystość” składu szkła pierścionka z Dziekanowic, trudno się wypowiadać na temat jego pochodzenia.

3. UWAGI KOŃCOWE

Jak wspomiano we *Wstępie*, z licznego zbioru wyrobów szklanych, składającego się z ponad 500 przedmiotów, odkrytych na cmentarzysku w Dziekanowicach, tylko część nadawała się do badań. Wiele zachowało się w bardzo złym stanie (zob. Tabela 1, rubryka 9, oraz Purowski w tym tomie, Tabela) uniemożliwiającym określenie sposobu ich wykonania, często przezroczystości i barwy szkła, a nawet kształtu.

Te, które można było objąć badaniami, dostarczyły w wielu przypadkach interesujących, nierzadko zaskakujących wyników. Dotyczy to zwłaszcza okazów, których skład szkła został zanalizowany. Dzięki możliwości wykonania analiz fizykochemicznych, w tym zdjęć BSE, uzyskano ważne dane z zakresu technologii wytopu i barwienia szkła, techniki wykonania i pochodzenia badanych przedmiotów, które w sposób istotny powiększyły podstawę wnioskowania.

Mimo, iż badaniami tymi objęto tylko 37 okazów, to w stosunku do wielu innych wczesnośredniowiecznych zespołów szkieł, pochodzących ze stanowisk archeologicznych z terenu Polski, jest to liczba znaczna.

Podkreślić warto następujące kwestie ujawnione dzięki tym badaniom:

1. Wiele paciorków zostało wykonanych według receptury i zasad technologicznych mających tradycje antyczne, we wczesnym średniowieczu stosowanych na Bliskim Wschodzie, w tym ostatnim okresie – w bizantyńskich ośrodkach centralnych oraz (niektóre z tych okazów) – w ich filiach zakładanych na innych obszarach. Dotyczy to wyrobów produkowanych ze szkła sodowego, wytapianego na sodzie mineralnej, typów $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ oraz $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (Tabele 2; 7; 11; 12; 16; 24; 33). Szkło tego typu było wytwarzane głównie do X w., później – sporadycznie. Na cmentarzysku w Dziekanowicach przedmioty z takiego szkła znalazły się w grobach datowanych najczęściej na XI-XII w. Szczególnie zwraca uwagę fakt pojawienia się w grobie z XIII w. wstawki do pierścionka z mosiądzu. Biorąc pod uwagę skład jej szkła i technologię jego wyrobu można stwierdzić, że bez wątplenia jest ona produktem znacznie wcześniejszym.
2. W omawianym zbiorze wystąpiły okazy zrobione ze szkła ołowiowego alkalicznego i bezalkalicznego typów: $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ (Tabele 13; 27; 28) i $\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$ (Tabele 9; 18; 22). Reprezentują one typy chemiczne szkieł ołowiowych, wokół których od dłuższego czasu toczy się w literaturze przedmiotu dyskusja na temat ich pochodzenia. Wyniki analiz znalezisk z Dziekanowic mogą dostarczyć dodatkowych danych do tej dyskusji.
3. Wyniki badań porównawczych dotyczących technologii wytopu szkła paciorków z Dziekanowic ukazują zbieżności głównie w zakresie elementów receptury, natomiast prawie nie ma podobieństw odnośnie do składu surowców użytych do produkcji tych szkieł.
4. W części zbioru szkieł z Dziekanowic przebadanych metodami fizykochemicznymi brak jest szkieł potasowych, które były wytapiane w Europie Zachodniej i Środkowej mniej więcej od X w.
5. Zwraca uwagę obecność w zbiorze paciorków z cmentarzyska w Dziekanowicach kilku okazów luksusowych: w kształcie sześcianu i graniastoslupa, zdobionych rombami wykonanymi ze sproszkowanego srebra, a także paciorków innych form, z metalową wkładką (srebrną lub złotą).

6. Ujawniono tu 4 okazy (nry inw. 121/05, 142/05, 196/05 i 203/05) w kształcie dwóch ostrosłupów połączonych podstawami, których sposób wykonania nie jest jasny. Nie jest wykluczone, że były zrobione metodą wycinania z kawałka szkła. Okazy produkowane tym sposobem występują (rzadko) na Wschodzie, w Polsce nie były odnotowywane. Kwestie dotyczące techniki wykonania takich paciorków, ich chronologii i pochodzenia trzeba pozostawić otwartą, do czasu pojawienia się większej liczby znalezisk.

Wyniki badań ozdób szklanych odkrytych na cmentarzysku w Dziekanowicach stanowią dobrą podstawę do studiów nad okazami typów (formalnych, technologicznych) tu reprezentowanych i są cennym materiałem porównawczym w badaniach nad ozdobami szklanymi odkrywanych na innych stanowiskach.

Tabela 36. Dziekanowice, stan. 22. Wyniki analiz punktowych szkieł wykonanych metodą EPMA

Table 36. Dziekanowice, site 22. Results of the point EPMA analysis of glasses

Przedmiot	Paciorek			Paciorek			Paciorek		
Nr inw.	82/92			160/94			26/95		
Miejsce odkrycia	grób 20/92			grób 47/94			grób 5/95		
Datowanie obiektu	XI w.			XI/XII w.			XI-XII w.		
Próbka	osnowa			osnowa			osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	slabo przejrzyste niebieskie			wyraźnie przejrzyste niebieskie			opakowe czerwone		
Nr analizy	01/1	01/2	01/3	02/1	02/2	02/3	03/1	03/2	03/3
L.p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	70,815	70,244	67,869	65,98	67,974	67,62	33,17	33,465	33,169
Na ₂ O	15,191	15,402	15,578	17,755	17,728	17,903	0,148	0,137	0,158
K ₂ O	0,893	0,906	0,865	1,257	1,243	1,252	8,375	8,302	8,364
CaO	7,766	7,671	7,19	6,900	6,871	6,915	<	<	<
MgO	0,602	0,592	0,549	1,571	1,551	1,539	<	<	<
Al ₂ O ₃	2,373	2,295	2,227	1,799	1,763	1,802	0,396	0,391	0,401
Fe ₂ O ₃	0,443	0,901	0,774	1,439	1,488	1,480	4,746	4,718	4,750
MnO	1,101	1,191	1,170	0,466	0,415	0,451	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	0,127	0,155	0,175
PbO	<	<	<	<	<	<	51,379	51,232	51,234
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	0,117	0,215	<	0,278	0,288	0,287	1,949	1,875	1,931
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	0,283	0,284	0,233	0,181	0,244	0,182	0,264	0,258	0,281
SrO	0,213	0,176	0,210	0,220	0,233	0,249	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	0,107	0,102	0,141	0,189	0,218	0,256	<	<	<
Cl	1,010	0,994	0,973	0,822	0,826	0,812	0,161	0,120	0,160

Przedmiot	Pierścionek			Paciorek			Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią		Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią	
Nr inw.	236/95			15/96			206:13/96		206:13/96	
Miejsce odkrycia	grób 99/95			poziom 1 obiektu VIII/95			grób 69/96		grób 69/96	
Datowanie obiektu	XI-XII w.			X/XI w.			X/XI w.		X/XI w.	
Próbka	osnowa			osnowa			osnowa, warstwa wewnętrzna (szkło zdrowe)		osnowa, warstwa wewnętrzna (szkło skorodowane)	
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnożółte			słabo przejrzyste niebieskie			wyraźnie przejrzyste jasnozielone		wyraźnie przejrzyste jasnozielone	
Nr analizy	04/1	04/2	04/3	05/1	05/2	05/3	07/1	07/2	07/3	07/4
L.p.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Składniki (w % wagowych)										
SiO ₂	22,686	22,305	24,561	68,305	67,354	66,570	58,258	57,877	62,338	62,461
Na ₂ O	<	<	<	18,850	19,057	18,954	0,085	0,101	<	<
K ₂ O	<	<	<	0,552	0,560	0,513	15,174	15,155	0,819	0,461
CaO	<	<	<	5,987	5,963	7,143	<	<	<	<
MgO	<	<	<	1,004	1,006	1,070	<	<	<	<
Al ₂ O ₃	0,105	0,114	0,104	2,437	2,371	2,399	0,377	0,409	0,402	0,411
Fe ₂ O ₃	<	<	<	1,609	1,715	1,715	0,199	0,264	0,190	0,235
MnO	<	<	<	0,749	0,708	0,733	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	0,228	0,273	<	<
PbO	76,063	74,984	74,939	<	<	<	27,022	26,969	29,089	28,985
CoO	<	<	<	0,180	0,171	0,195	<	<	<	<
CuO	<	<	<	0,283	0,24	0,236	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	0,156	0,143	0,159	0,100	0,110	0,109	0,123
SnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₃	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	0,101	0,101	0,100	0,126	0,079	<	<
SrO	<	<	<	0,227	0,213	0,200	0,193	0,184	0,204	0,221
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	0,247	0,224	0,219	<	<	<	<
Cl	<	<	<	1,228	1,27	1,026	<	<	<	<

Przedmiot	Paciorek ze szkła dwuwarstwowego			Paciorek ze szkła dwuwarstwowego			Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią		
Nr inw.	146/97			146/97			172:3/97		
Miejsce odkrycia	w-wa II ₂			w-wa II ₂			grób 55/97		
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.			XI w.		
Próbka	osnowa, warstwa zewnętrzna			osnowa, warstwa wewnętrzna			osnowa, warstwa wewnętrzna		
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste czerwone			opakowe białe			częściowo słabo, a częściowo wyraźnie przejrzyste, bezbarwne		
Nr analizy	08/1	08/2	08/3	08/4	08/5	08/6	09/1	09/2	09/3
L.p.	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	66,997	66,267	67,194	68,849	68,152	69,476	63,268	63,995	61,274
Na ₂ O	19,389	19,765	19,915	19,815	19,875	19,683	16,549	16,364	15,827
K ₂ O	0,556	0,581	0,611	0,405	0,422	0,437	3,575	3,559	3,369
CaO	6,558	6,547	6,561	6,912	7,628	7,354	5,838	6,151	6,878
MgO	0,823	0,808	0,821	0,680	0,730	0,698	4,640	4,606	5,227
Al ₂ O ₃	2,000	1,943	1,955	1,709	1,790	1,772	2,802	2,803	3,016
Fe ₂ O ₃	0,615	0,598	0,600	0,419	0,414	0,445	1,028	0,962	1,007
MnO	1,857	1,884	1,783	<	<	<	1,799	1,880	2,242
Sb ₂ O ₅	0,644	0,641	0,617	0,763	0,722	0,754	0,086	0,109	0,092
PbO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<	<	<	0,103	0,115	0,089
TiO ₂	0,098	0,097	0,086	0,083	0,084	0,067	0,115	0,102	0,118
SnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	0,090	0,123	0,108	0,103	0,083	0,073	0,249	0,211	0,342
SrO	0,333	0,290	0,278	0,283	0,249	0,259	0,187	0,201	0,192
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	0,372	0,316	0,373	0,254	0,292	0,303	0,277	0,276	0,277
Cl	1,189	1,188	1,217	1,285	0,821	1,284	0,719	0,709	0,694

Przedmiot	Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią			Paciorek			Paciorek		
Nr inw.	172:3/97			203/98			34/99		
Miejsce odkrycia	grób 55/97			grób 54/98			grób 22/99		
Datowanie obiektu	XI w.			XI-XII w.			XI w.		
Próbka	osnowa, warstwa zewnętrzna			osnowa, warstwa wewnętrzna			osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	częściowo słabo, a częściowo wyraźnie przejrzyste, bezbarwne			wyraźnie przejrzyste jasnozielone			bardzo słabo przejrzyste czarne		
Nr analizy	09/4	09/5	09/6	10/1	10/2	10/3	11/1	11/2	11/3
L.p.	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	62,081	61,824	61,407	69,710	69,887	69,459	29,028	29,008	29,017
Na ₂ O	16,648	16,634	16,824	15,185	15,182	15,170	0,209	0,247	0,209
K ₂ O	3,895	3,929	3,94	0,431	0,445	0,447	<	<	<
CaO	5,714	5,701	5,635	8,388	8,380	8,373	<	<	<
MgO	4,786	4,782	4,809	0,575	0,553	0,585	<	<	<
Al ₂ O ₃	3,215	3,208	3,25	2,897	2,854	2,860	0,358	0,264	0,250
Fe ₂ O ₃	0,916	0,929	0,98	0,525	0,538	0,598	2,548	2,419	2,448
MnO	2,635	2,681	2,669	1,493	1,355	1,532	<	<	<
Sb ₂ O ₅	0,127	0,115	0,120	<	<	<	<	<	<
PbO	<	<	<	<	<	<	65,196	66,751	66,584
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BaO	0,054	0,060	0,109	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	0,084	0,101	0,103	0,087	0,083	0,074	<	0,166	<
SnO	<	<	<	<	<	<	0,398	0,425	0,438
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	0,297	0,248	0,302	0,128	0,164	0,160	<	<	<
SrO	0,176	0,175	0,167	0,201	0,186	0,194	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	0,275	0,322	0,243	0,076	0,121	0,135	<	<	<
Cl	0,773	0,749	0,760	1,277	1,251	1,244	<	<	0,154

Przedmiot	Paciorek			Paciorek	Paciorek	Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią		Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią	
Nr inw.	34/99			34/99	34/99	54/99		54/99	
Miejsce odkrycia	grób 22/99			grób 22/99	grób 22/99	grób 31/99		grób 31/99	
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.	XI w.	XI w.		XI w.	
Próbka	ornament (warstwa „jasnoszara”)			ornament (warstwa „czarna”)	ornament (warstwa „ciemnoszara”)	osnowa, warstwa wewnętrzna		osnowa, warstwa wewnętrzna (skorodowana)	
Przezroczystość i barwa szkła	słabo przezjrzyste żółtawe?			słabo przezjrzyste żółtawe?	słabo przezjrzyste żółtawe?	wyraźnie przezjrzyste jasnozielone		wyraźnie przezjrzyste jasnozielone	
Nr analizy	11/4	11/5	11/6	11/7	11/8	12a/1	12a/2	12a/3	12a/4
L.p.	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	20,103	21,072	20,993	16,399	7,715	59,935	59,605	64,915	64,774
Na ₂ O	<	<	<	<	<	<	<	<	<
K ₂ O	<	<	<	<	<	13,996	13,967	1,264	1,206
CaO	<	<	<	0,120	<	<	<	<	<
MgO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al ₂ O ₃	0,407	0,478	0,405	1,625	0,459	0,379	0,382	0,450	0,375
Fe ₂ O ₃	0,297	0,348	0,236	0,835	0,377	0,276	0,251	0,227	0,31
MnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	0,324	0,342	<	<
PbO	74,257	74,031	74,586	38,900	68,944	24,486	24,486	26,315	25,959
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	<	<	0,229	0,215	0,230	0,205
SnO	2,726	1,837	1,421	7,518	5,702	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	0,154	<	<	<	<	<
SrO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cl	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Przedmiot	Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią			Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią			Paciorek		
Nr inw.	54/99			54/99			59:72/99		
Miejsce odkrycia	grób 31/99			grób 31/99			grób 65/98		
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.			XI w.		
Próbka	osnowa, warstwa wewnętrzna			osnowa, warstwa wewnętrzna (skorodowana)			osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone			wyraźnie przejrzyste jasnozielone			słabo przejrzyste czarne		
Nr analizy	12b/1	12b/2	12b/3	12b/4	12b/5	12b/6	13/1	13/2	13/3
L.p.	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	60,466	59,786	60,492	64,502	64,61	65,298	30,297	30,652	30,624
Na ₂ O	<	<	<	<	<	<	0,282	0,488	0,362
K ₂ O	13,826	14,053	13,935	1,389	1,256	2,018	<	<	<
CaO	<	<	<	0,146	<	<	0,118	<	0,156
MgO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al ₂ O ₃	0,427	0,410	0,351	0,410	0,408	0,465	0,300	0,300	0,406
Fe ₂ O ₃	0,201	0,122	0,121	0,356	0,149	0,328	2,316	2,052	2,259
MnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	0,275	0,247	0,342	<	<	<	<	<	<
PbO	24,610	24,610	24,907	26,056	26,568	26,139	64,659	64,86	64,517
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	0,283	0,143	0,194	0,179	0,229	0,169	0,116	0,166	0,110
SnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SrO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cl	<	<	<	<	<	<	0,287	0,247	0,194

Przedmiot	Paciorek ze szkła dwuwarstwowego, z metalową folią			Paciorek				
Nr inw.	62/01			65/02				
Miejsce odkrycia	grób 28/01			grób 55/02				
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.				
Próbka	osnowa, warstwa zewnętrzna			osnowa				
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste jasnozielone			nieprzezroczyste jasnobrązowe				
Nr analizy	17/4	17/5	17/6	20/1	20/2	20/3	20/4	20/5
L.p.	65	66	67	68	69	70	71	72
Składniki (w % wagowych)								
SiO ₂	57,673	58,389	57,595	3,855	0,442	5,853	37,716	59,971
Na ₂ O	<	0,240	<	0,380	<	<	0,162	0,351
K ₂ O	15,319	15,266	15,03	<	<	<	<	0,398
CaO	1,779	1,899	1,883	6,934	7,549	5,419	1,360	1,396
MgO	0,188	0,196	0,176	<	<	<	<	0,324
Al ₂ O ₃	0,455	0,574	0,433	0,993	0,909	0,681	3,450	5,233
Fe ₂ O ₃	0,164	0,304	0,154	0,374	0,838	0,346	0,448	0,621
MnO	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	0,428	0,365	0,332	<	<	<	<	<
PbO	23,007	22,445	23,028	62,28	58,718	61,854	7,459	11,89
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	0,600	0,523	1,132	0,242	0,549
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	<	0,188	0,117	<	0,154
SnO	<	<	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	16,103	16,024	12,728	<	<
SrO	<	<	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<
Ag ₂ O	<	<	<	<	<	<	<	<
Au ₂ O ₃	<	<	<	<	0,629	0,339	<	0,121
SO ₃	<	<	<	<	<	<	<	<
Cl	<	<	<	1,419	0,913	0,967	<	<

Przedmiot	Paciorek			Paciorek			Paciorek		
Nr inw.	115/02			122/03			122/03		
Miejsce odkrycia	warstwa II ₁			warstwa II ₁			warstwa II ₁		
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.			XI w.		
Próbka	osnowa			osnowa			osnowa przy ornamentcie (przy warstwie metalicznej)		
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste niebieskie			wyraźnie przejrzyste niebieskie			wyraźnie przejrzyste żółtozielone		
Nr analizy	21/1	21/2	21/3	22/1	22/2	22/3	22/4	22/5	22/6
L.p.	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	66,252	66,406	66,312	67,432	67,628	67,382	67,03	67,004	66,948
Na ₂ O	17,973	17,652	20,06	18,905	19,081	18,033	16,856	18,023	16,633
K ₂ O	0,488	0,545	0,526	0,824	0,805	0,859	0,917	0,918	0,954
CaO	6,040	5,905	6,037	6,334	6,117	6,432	6,322	6,129	6,204
MgO	0,972	0,868	0,910	1,275	1,149	1,183	1,215	1,050	1,182
Al ₂ O ₃	2,564	2,465	2,384	2,220	2,087	2,061	2,190	2,063	2,085
Fe ₂ O ₃	1,837	1,825	2,136	1,853	1,605	1,367	1,648	1,641	1,861
MnO	1,074	1,067	0,833	0,484	0,364	0,561	0,444	0,504	0,559
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
PbO	0,346	0,414	0,372	<	<	<	<	<	<
CoO	0,268	0,189	0,219	<	<	<	<	<	<
CuO	0,395	0,401	0,123	0,469	0,483	0,512	0,450	0,380	0,350
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	0,168	0,198	0,120	0,130	0,112	0,127
SnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₃	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	<	0,341	<	0,441	<	<
SrO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ag ₂ O	<	<	<	<	<	<	0,909	0,498	1,712
Au ₂ O ₃	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	0,363	0,309	0,545	0,447	<	<	0,302	<	<
Cl	1,080	1,161	0,998	0,865	0,927	0,873	0,973	0,857	0,895

Przedmiot	Paciorek			Paciorek			Paciorek		
Nr inw.	84/05			84/05			86/05		
Miejsce odkrycia	grób 62/05			grób 62/05			grób 62/05		
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.			XI w.		
Próbka	osnowa			ornament			osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	słabo przejrzyste czarne			opakowe białe			nieprzezroczyste lub słabo przejrzyste jasnobrązowe		
Nr analizy	23/1	23/2	23/3	23/4	23/5	23/6	24/1	24/2	24/3
L.p.	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	29,741	29,636	29,447	1,017	0,786	0,926	29,233	29,633	29,542
Na ₂ O	<	<	<	<	<	0,442	<	<	<
K ₂ O	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CaO	<	<	<	0,463	0,439	0,407	<	<	<
MgO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Al ₂ O ₃	0,157	0,180	0,157	<	<	0,150	0,145	<	0,138
Fe ₂ O ₃	4,172	4,484	3,945	<	0,372	<	4,149	4,554	4,750
MnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
PbO	64,858	65,224	64,706	69,024	68,552	72,105	64,788	64,967	64,515
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SnO	<	<	<	5,783	5,925	4,177	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₃	<	<	<	11,293	11,299	11,796	<	<	<
SrO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ag ₂ O	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Au ₂ O ₃	<	<	<	0,650	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cl	<	<	<	1,426	1,710	1,660	<	<	<

Przedmiot	Paciorek					Paciorek		
Nr inw.	86/05					89/05		
Miejsce odkrycia	grób 62/05					grób 62/05		
Datowanie obiektu	XI w.					XI w.		
Próbka	ornament					osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	opakowe żółte					wyraźnie przejrzyste turkusowe		
Nr analizy	24/4	24/5	24/6	24/7	24/8	25/1	25/2	25/3
L.p.	91	92	93	94	95	96	97	98
Składniki (w % wagowych)								
SiO ₂	4,891	4,311	4,009	1,790	3,542	54,187	53,873	53,729
Na ₂ O	<	<	<	<	<	0,209	<	<
K ₂ O	<	<	<	<	<	15,709	15,719	16,114
CaO	0,225	0,287	0,366	1,029	0,669	0,909	0,967	0,842
MgO	<	<	<	<	<	<	0,112	<
Al ₂ O ₃	<	<	0,221	0,448	0,534	0,430	0,434	0,424
Fe ₂ O ₃	0,465	<	0,765	8,917	10,869	<	<	<
MnO	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	0,349	0,420	0,435
PbO	57,253	66,442	43,678	45,938	39,580	25,864	24,88	25,427
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	<	2,106	2,455	2,010
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	<	0,193	<	<	<
SnO	20,952	17,468	10,688	0,244	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	0,695	4,804	4,166	9,970	10,127	<	<	<
SrO	<	<	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<	<	<	<	<
Cl	<	0,434	0,290	<	0,197	<	<	<

Przedmiot	Paciorek			Paciorek			Paciorek		
Nr inw.	109/05			110/05			102/06		
Miejsce odkrycia	grób 62/05			grób 62/05			grób 96/06		
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.			XIII w.		
Próbka	osnowa			osnowa			osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste turkusowe			wyraźnie przejrzyste fioletowe			opakowe białe		
Nr analizy	26/1	26/2	26/3	27/1	27/2	27/3	28/1	28/2	28/3
L.p.	99	100	101	102	103	104	105	106	107
Składniki (w % wagowych)									
SiO ₂	53,039	52,352	52,509	53,684	53,432	53,363	69,47	70,057	69,885
Na ₂ O	<	0,238	<	<	<	<	16,585	16,914	16,993
K ₂ O	14,456	14,767	14,765	14,906	15,131	15,090	0,676	0,663	0,604
CaO	0,622	0,659	0,589	0,806	0,553	0,682	6,991	6,096	6,720
MgO	0,114	0,096	0,093	0,124	<	0,104	0,450	0,492	0,489
Al ₂ O ₃	0,585	0,658	0,651	0,649	0,662	0,679	2,315	2,103	2,283
Fe ₂ O ₃	<	<	<	<	0,311	<	<	0,470	0,353
MnO	<	<	<	0,945	0,865	1,023	0,653	0,600	0,649
Sb ₂ O ₅	0,352	0,387	0,340	0,403	0,328	0,447	1,104	0,429	2,071
PbO	26,89	27,185	26,861	27,458	27,796	27,580	<	<	<
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	2,112	2,083	2,070	<	<	<	<	<	<
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	0,247	0,264	0,282	0,340	0,301	0,237	<	<	<
SnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SrO	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<	<	<	<	0,347	0,335
Cl	<	<	0,110	<	<	<	0,909	1,113	0,743

Przedmiot	Paciorek			Paciorek		
Nr inw.	27:12/08			32/07		
Miejsce odkrycia	grób 51/08			grób 30/07		
Datowanie obiektu	X/XI w.			XI w.		
Próbka	osnowa			osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	wyraźnie przejrzyste czerwone			słabo przejrzyste niebieskie		
Nr analizy	29/1	29/2	29/3	35/1	35/2	35/3
L.p.	108	109	110	111	112	113
Składniki (w % wagowych)						
SiO ₂	67,013	67,468	67,111	67,321	67,773	67,433
Na ₂ O	19,597	18,671	18,996	16,836	16,787	16,949
K ₂ O	0,413	0,452	0,477	1,207	1,189	1,222
CaO	6,332	6,162	6,156	7,684	7,748	7,623
MgO	0,743	0,656	0,774	1,041	1,077	1,131
Al ₂ O ₃	2,173	2,178	2,171	2,128	2,171	2,157
Fe ₂ O ₃	1,148	1,313	0,992	1,349	1,285	1,285
MnO	1,622	1,454	1,537	0,174	0,238	0,328
Sb ₂ O ₅	0,245	0,270	0,283	1,046	1,089	1,043
PbO	<	<	<	<	<	<
CoO	<	<	<	<	0,107	<
CuO	<	<	<	0,261	0,160	0,204
BaO	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	0,108	0,129	0,135
SnO	<	<	<	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	<	0,500	0,420	0,457
SrO	<	<	<	0,273	0,303	0,342
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<
SO ₃	0,366	<	<	0,305	0,359	0,324
Cl	1,177	1,360	1,070	1,039	1,070	1,073

Przedmiot	Paciorek			Paciorek			Paciorek			
Nr inw.	172:68/99			172:103/99			172:103/99			
Miejsce odkrycia	grób 49/99			grób 49/99			grób 49/99			
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.			XI w.			
Próbka	osnowa			osnowa			osnowa (skorodowana powierzchnia zewnętrzna)			
Przezroczystość i barwa szkła	nieprzezroczyste czerwone			wyraźnie przejrzyste zielone			wyraźnie przejrzyste zielone			
Nr analizy	36/1	36/2	36/3	37/1	37/2	37/3	37/4	37/5	37/6	37/7
L.p.	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
Składniki (w % wagowych)										
SiO ₂	28,300	28,649	28,357	29,262	29,384	29,580	56,994	72,779	8,180	60,555
Na ₂ O	0,643	0,721	0,696	1,268	1,261	1,302	0,083	0,068	<	<
K ₂ O	0,647	0,661	0,666	0,096	0,098	0,096	0,053	<	<	<
CaO	0,110	0,113	0,116	0,094	0,066	0,082	0,264	0,244	3,369	0,209
MgO	0,095	0,061	0,069	<	<	<	<	<	<	<
Al ₂ O ₃	1,508	1,509	1,597	0,314	0,351	0,376	1,302	1,056	0,546	1,255
Fe ₂ O ₃	0,533	0,507	0,591	0,199	<	<	0,304	0,441	4,696	0,247
MnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
PbO	65,773	65,436	65,456	66,462	66,421	66,067	15,686	16,751	61,378	15,176
CoO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CuO	0,873	0,874	0,859	1,181	1,117	1,131	0,466	0,968	1,095	0,610
BaO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	0,098	0,083	0,099	0,076	0,124	0,083	0,277	0,298	<	0,291
SnO	0,373	0,409	0,400	<	0,112	0,136	0,299	0,258	0,289	0,285
NiO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	0,111	<	<	<	<	<	11,241	
SrO	<	<	<	<	<	<	0,149	0,207	<	0,170
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cl	0,447	0,429	0,385	0,531	0,591	0,607	0,255	<	1,304	<

Przedmiot	Paciorek			Paciorek	Paciorek		
Nr inw.	172:108/99			172:108/99	121/05		
Miejsce odkrycia	grób 49/99			grób 49/99	grób 81/05		
Datowanie obiektu	XI w.			XI w.	X/XI w.		
Próbka	osnowa			osnowa (skorodowana powierzchnia zewnętrzna)	osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	słabo przezjrzyste czarne			słabo przezjrzyste czarne	wyraźnie przezjrzyste zielone		
Nr analizy	38/1	38/2	38/3	38/4	39/01	39/02	39/03
L.p.	124	125	126	127	128	129	130
Składniki (w % wagowych)							
SiO ₂	21,92	21,427	21,465	26,99	34,447	34,783	34,65
Na ₂ O	0,200	0,185	0,224	0,169	4,802	4,909	4,732
K ₂ O	0,485	0,492	0,497	0,202	1,717	1,649	1,615
CaO	0,175	0,167	0,138	0,648	3,290	3,253	3,240
MgO	0,077	0,063	0,066	<	1,550	1,623	1,502
Al ₂ O ₃	1,116	1,183	1,089	3,492	1,945	1,937	2,003
Fe ₂ O ₃	2,833	2,856	2,799	7,759	0,598	0,508	0,573
MnO	<	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<
PbO	72,339	72,672	73,069	29,896	50,777	49,582	50,020
CoO	<	<	<	<	<	<	<
CuO	<	<	<	<	0,460	0,513	0,822
BaO	<	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	0,062		0,065	0,171	<	<	<
SnO	<	<	0,178	0,204	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅	<	<	0,108	3,559	0,157	0,177	0,130
SrO	0,160		<	<	0,119	0,143	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<	<
SO ₃	<	<	<	<	0,204	<	<
Cl	<	<	<	<	0,640	0,921	0,690

Przedmiot	Paciorek			Paciorek		
Nr inw.	142/05			203/05		
Miejsce odkrycia	grób 81/05			grób 106/05		
Datowanie obiektu	X/XI w.			X/XI w.		
Próbka	osnowa			osnowa		
Przezroczystość i barwa szkła	opakowe turkusowe			wyraźnie przejrzyste zielone		
Nr analizy	40/01	40/02	40/03	41/01	41/02	41/03
L.p.	131	132	133	134	135	136
Składniki (w % wagowych)						
SiO ₂	54,495	54,686	54,884	40,754	39,998	39,966
Na ₂ O	13,283	13,234	13,596	6,138	5,855	6,484
K ₂ O	2,813	2,702	2,875	1,696	1,583	1,634
CaO	4,232	4,288	4,308	4,768	4,793	4,584
MgO	3,999	4,038	4,087	2,279	2,271	2,378
Al ₂ O ₃	0,389	0,338	0,420	2,253	2,200	2,307
Fe ₂ O ₃	0,371	<	<	0,904	0,826	0,631
MnO	<	<	<	<	<	<
Sb ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<
PbO	15,009	15,657	14,622	39,288	40,755	39,504
CoO	<	<	<	<	<	<
CuO	0,522	0,762	0,651	0,885	1,025	0,980
BaO	<	<	<	<	<	<
TiO ₂	<	<	<	<	<	<
SnO	4,184	4,145	4,338	<	<	<
NiO	<	<	<	<	<	<
ZnO	<	<	<	<	<	<
As ₂ O ₅	<	<	<	<	<	<
P ₂ O ₅		0,160	<	0,175	0,197	0,144
SrO	<	<	<	<	<	<
ZrO ₂	<	<	<	<	<	<
SO ₃	0,185	0,210	<	<	<	<
Cl	1,070	1,009	0,965	0,719	0,734	0,723

„<” – poniżej poziomu wykrywalności metody; n.b. – nie badano.

GLASS JEWELLERY FROM THE DZIEKANOWICE CEMETERY

Summary

The collection of glass artefacts recovered from the Dziekanowice cemetery consists of over 500 specimens. The exact number cannot be given because many beads have been preserved in very poor condition, as a tiny fragment or 'sand', with glass heavily corroded (these are listed in Table 1, Section 9). Only in a few cases, both the item and the glass are in a good condition. The description of all the specimens is included in the *Catalogue ...* (Purowski this volume) following this article.

The group of analysed specimens consists mostly of beads but includes also one glass inset for a brass ring and one glass ring. The glass of 37 them was subjected to the chemical composition analysis (35 beads, the inset and the ring). The chemical composition analysis was conducted using mainly EPMA (Electron Probe Micro-Analysis) and LA-ICP-MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) methods. The glass of four specimens was analysed twice using both methods. Each sample was most often examined in three to six (exceptionally two) points using the former method, and in three points using the latter. In total, 182 analyses were performed using both methods. The EPMA analyses area were documented as BSE (Backscattered Electron microscope images; Figs. 4; 6; 7; 9-13; 15-23; 25; 27-33; 35; 36; 33-40). In four cases, the EDS method recorded the inclusion spectrum of a colorants or opacifiers (Figs. 14; 24; 37), and in three of a metallic layer (Fig. 8).

The results of the EPMA analyses are presented in two ways: 1. in Table 36 – results of point tests; 2. averaged results of the analyses (Tables 2; 4; 9; 11; 13; 16; 22; 24; 27; 30; 31; 33). The results of analyses performed using the LA-ICP-MS method, already averaged, are given in Tables 5; 7; 12; 18; 20; 25; 28. These averaged results formed the basis for the classification of the chemical composition of glass. It was carried out using the following numerical criteria: 3% Na₂O concentration, 1.3% K₂O amount and Na₂O : K₂O ratio = 13: 1, and Al₂O₃>2%, MgO>2%, PbO>3%. The lower limit of CaO for sodium glass is >3%. The criteria for distinguishing among lead glass variants and chemical types are: Na₂O if its share in glass is >2% and/or K₂O> 2% and Al₂O₃> 2%; in case of calcium and magnesium oxides, in alkaline lead glass the criteria are as follows: CaO> 2% and MgO> 2%, and in non-alkaline lead glass their sum is > 1.4% (DEKÓWNA, PUROWSKI 2016a).

The data provided the basis for the classification of kinds, and within them the variants and chemical types of glass. Two kinds of glass were registered in the collection from the Dziekanowice cemetery: soda and lead glass, and two varieties within each; in sodium glass – glass melted on: 1. mineral soda; 2. the ash of sodium-containing plants; and lead glass: 1. alkaline lead; 2. non-alkaline. The chemical types of glass identified among them were subjected to further research consisting in calculating the proportions, differences and totals of the principal glass-forming components. Calculated from the average results of analyses performed using both of the above methods, they constitute a premise for the reconstruction of recipes and technological procedures employed in the production of glass from which the analysed artefacts were made.

With only less than 7% of glass ornaments of the Dziekanowice collection subjected to chemical composition analysis, the chemical composition cannot be the basis for the systematisation of the collection, although it is still a valuable source of information in studies on the production technology and the origin of the ornaments. Thus, the technique of production provides the basis for the classification of ornaments.

Four main techniques for making beads were identified (Table 1), with two variants in the first two techniques: 1. the drawing technique – 1.1. single-layered tube (Fig. 1:18/00); 1.2. – two-layered tube (segmented beads with metal foil; Fig. 1:172:3/97); 2. the winding technique – 2.1. single-layered (Figs. 1:26/95, 203/98; 59:72/99, 11/01, 2:89/05, 102:06, 27:12/08, 195/94, 172:100/99, 120/02, 32/07,

172:68/99, 172:103/99, 172:108/99; 1:82/92, 15/96, 115/02; 2:109/05, 110/05; 1:84/05, 86/05; 160/94, 122/03; 2:161; 26/95; 2.2. two-layered (Figs. 1:206:13/96, 54/99, 62/01; 3); 3. sintering (Fig. 1:86/05 and 65/02); 4. cutting out of a piece of glass? (Figs. 2:121/05, 142/05, 203/05; 34). The beads, in the case of which the production technique (and in many cases also the form) cannot be determined, are grouped separately (Table 1, Column 9).

The beads are discussed in the order of the techniques listed above. The specimens belonging to the most numerous group, which consists of beads made using the winding technique are very diverse in terms of external characteristics. These were used as an additional ordering criterion for this assemblage. We adopted the following presentation scheme:

- 2.1.2.1. single-layered glass beads
 - 2.1.2.1.1. single-coloured beads
 - 2.1.2.1.1.1. one-piece beads
 - 2.1.2.1.1.1.1. undecorated
 - 2.1.2.1.1.1.2. decorated
 - 2.1.2.1.1.1.3. not to be defined
 - 2.1.2.1.1.1.4. no data
 - 2.1.2.1.1.2. multi-piece beads
 - 2.1.2.1.1.3. not to be defined
 - 2.1.2.1.1.4. no data
 - 2.1.2.1.2. multicoloured beads
 - 2.1.2.1.3. not to be defined
 - 2.1.2.1.4. no data
- 2.1.2.2. two-layered glass beads
 - 2.1.2.2.1. with metal foil
 - 2.1.2.2.2. not to be defined
 - 2.1.2.2.3. no data
- 2.1.2.3. not to be defined
- 2.1.2.4. no data

Within the above segments, the beads are presented according to the shape of the specimens and the colour of the glass in the order in which they are classified in *Principes...* (2002:124-126 and *Atlas des couleurs*). The specimens made by sintering and cutting from a piece of glass are discussed in the same order.

Within groups classified on the basis on the production technique, the specimens, which glass composition has been identified, are discussed in more detail, while other specimens are characterised briefly.

The results of the analysis of the glass jewellery from the Dziekanowice cemetery allow the following conclusions:

1. Many beads were made using recipes and technological principles of ancient tradition, in the Early Middle Ages employed in the Near East, in Byzantine centres and (some specimens) in their branches established in other areas. This applies to products made of sodium glass, melted on mineral soda of $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ and $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ types (Tables 2; 7; 11; 12; 16; 24; 33). These types of glass were mainly produced until the tenth century and occasionally later. At the cemetery in Dziekanowice, items made of such glass were found in graves dated most often between the eleventh and twelfth centuries. Particularly noteworthy is the glass inset mounted into a brass ring recovered from a thirteenth century grave. Considering the composition of its glass, it can be concluded that it is undoubtedly a product of a much earlier origin.

2. The collection contains specimens made of alkaline and non-alkaline lead glass of $\text{PbO}\cdot\text{K}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ (Tables 13; 27; 28) and $\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$ (Tables 9; 18; 22) types, the origin of which has been long debated in the subject literature. The results of the analysis of the finds from Dziekanowice may provide additional data for the discussion.

3. The results of comparative studies on the technology of melting glass beads from Dziekanowice show convergence mainly in terms of recipe components, while there are almost no similarities in the composition of the raw materials used to produce these types of glass.

4. No potassium glass melted in Western and Central Europe since around the tenth century was registered in the part of the glass collection from Dziekanowice analysed using physicochemical methods.

5. Noteworthy is the presence of several luxury specimens in the collection of beads from the Dziekanowice cemetery: a cube and a prism-shaped artefacts, decorated with rhombi made of powdered silver, and beads in other forms, with a metal inset (silver or gold).

6. How exactly four specimens (inv. nos 121/05, 142/05, 196/05 and 203/05), in the shape of two pyramids connected by bases, were made is unclear. Perhaps they were produced by cutting out of from a piece of glass. The specimens produced with the use of this technique are a rare occurrence in the East and have not been registered in Poland as of yet. The questions regarding the technique employed for their production, their chronology and origin will necessarily remain unanswered until more finds have been registered.

The results of the analyses of the glass ornaments excavated at the Dziekanowice cemetery provide a good basis for the studies on the specimens of the types (formal and technological) represented here and provide valuable comparative material for the study of glass ornaments recovered from other sites.