

O C A L O N E D Z I E D Z I C T W O A R C H E O L O G I C Z N E 2

MUZEUM OKRĘGOWE IM. LEONA WYCZÓŁKOWSKIEGO W BYDGOSZCZY
WYDAWNICTWO I PRACOWNIA ARCHEOLOGICZNA PROFIL-ARCHEO

JOLANTA SZAŁKOWSKA-ŁOŚ
JÓZEF ŁOŚ

**ZAKRZEWSKA OSADA
CMENTARZYSKA KULTURY POMORSKIEJ
I WIELBARSKIEJ NA POJEZIERZU KRAJEŃSKIM**

ANALIZY SPECJALISTYCZNE:

Andrzej Florkowski, Małgorzata Grupa, Bartosz Kajmowicz,
Tomasz Koczorski, Paweł Kucypera, Daniel Makowiecki
Krzysztof Rybka, Andrzej Sikorski, Jarosław Strobin

BYDGOSZCZ-PĘKOWICE 2013

Wydawca:

Muzeum Okręgowe im. Leona Wyczółkowskiego w Bydgoszczy
ul. Gdańska 4
85-006 Bydgoszcz
muzeum@muzeum.bydgoszcz.pl

Dofinansowano ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego

Wydawca wykonawczy:

Wydawnictwo i Pracownia Archeologiczna PROFIL-ARCHEO
Magdalena Dziegielewska
ul. Jurajska 23, 32-087 Pętkowice
www.pracowniaprofil.pl
e-mail: profil@pracowniaprofil.pl

OICALONE DZIEDZICTWO ARCHEOLOGICZNE, TOM 2

Redakcja serii: Karol Dziegielewski

Redakcja tomu: Magdalena Dziegielewska, Jolanta Szałkowska-Łoś

Recenzja: dr Henryk Machajewski, prof. dr hab. Jacek Woźny

Okładka: Popielnica twarzowa z grobu 2 oraz zapinka z grobu 112
Projekt okładki: Magdalena Dziegielewska, Beata Kulesza-Damaziak

Fotografie: Józef Łoś, Wojciech Woźniak

Tablice: Barbara Kowalewska (rysarkow@wp.pl)

Tłumaczenia angielskie: Piotr Godlewski

Layout: Magdalena Dziegielewska

Skład i łamanie: Magdalena Dziegielewska

Korekta: Joanna Religa, Aeddan Shaw

Nakład 300 egz.

ISSN 2084-0071

ISBN 978-83-63572-28-0 (Muzeum Okręgowe w Bydgoszczy)

ISBN 978-83-931345-7-1 (PROFIL-ARCHEO)

**Ministerstwo
Kultury
i Dziedzictwa
Narodowego.**



MUZEUM OKRĘGOWE
im. Leona Wyczółkowskiego w Bydgoszczy
Instytucja Kultury Miasta Bydgoszczy



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



10. Analiza próbek pobranych w trakcie badań w Zakrzewskiej Osadzie

Małgorzata Grupa

Czasami najtrudniejszym krokiem w badaniach archeologicznych jest pobranie reprezentatywnej próbki materiałów do analiz. Szczególnie jest to utrudnione w przypadku materiałów organicznych (Goffer 2007, 10).

W większości materiały organiczne, zwłaszcza te pochodzenia biogenego, są znacznie skromniejsze niż te pochodzenia nieorganicznego, taki jak: kamień, ceramika lub szkło. To dlatego, że substancje organiczne są bardzo podatne na procesy, które prowadzą do ich rozkładu. Największy na to wpływ mają zmienne warunki glebowe, tzn. ciepło-zimno, sucho-wilgotno. Do tego należy dodać działalność drobnoustrojów wraz z enzymami, które rozkładają większość miękkich tkanek, doprowadzając do tego, że obiekt wykonany z materiałów organicznych – tkanina, skóra, drewno – w bardzo krótkim czasie przestaje istnieć. Wszystkie te zjawiska zachodzą w glebie, która jest głównym „magazynem” depozytów archeologicznych.

Procesy korozyjne zachodzące w glebie zależą od współdziałania wielu czynników. Gleba wyróżnia się złożonym charakterem swojej budowy i współdziałania z innymi czynnikami środowiskowymi. Nie ma dwu identycznych gleb; w rozmaitych glebach spotyka się skrajnie różny skład, budowę i aktywność korozyjną (Korozja 1966, 272). Takie czynniki klimatyczne, jak różne opady, temperatura, ruchy powietrza, nasłonecznienie, mogą wywołać poważne zmiany własności gleby, co bezpośrednio odbija się na szybkości zmian w strukturze wewnętrznej znajdujących się w niej obiektów. Rodzaj panujących warunków zależy od zwięzłości gleby i zawartej w niej wody lub tylko wilgoci. Wiele własności danej gleby jest określonych przez wzajemny stosunek zawartości trzech mineralnych frakcji: piaszczystej, pyłowej i ilastej. Obok cząstek mineralnych gleba zawiera również substancje organiczne, wodę, gazy oraz organizmy żywe, jest więc oczywiste, że samo tylko uziarnienie nie określa jej własności w sposób wyczerpujący. W praktyce większość spotykanych gleb nie składa się z oddzielnych, indywidualnych cząstek, a raczej z pewnych zespołów tych cząstek zlepionych substancją organiczną lub koloidami nieorganicznymi. Dzięki takiej agregacji gleba ma

strukturę gruzełkową, ułatwiającą przenikanie wilgoci i powietrza. Ułatwia to również aktywność biologiczną w glebie (Korozja 1966, 275–276). Materiały organiczne zachowują się w różnych warunkach przez setki lat. Znajdowane są zarówno w lodzie, bagnach, na pustyniach, w oceanach, jak i w nawarstwieniach miast późnośredniowiecznych (Jenssen 1987; Spindler 1994; van Driel-Murray 2000; 2002; Grupa 2012, 253–265). Wspólnym czynnikiem łączącym wszystkie wymienione przypadki jest środowisko. Jak widać, bardzo odmienne – działały w nim różne czynniki: obniżona wilgotność, obniżona temperatura. We wszystkich przebieg destruktacji był zredukowany przez zbyt małą albo za dużą ilość wody w ich strukturze lub też obniżoną lub podwyższoną temperaturę. Jeśli już znalazły się one w określonych warunkach, to najważniejszym z czynników była ich stabilizacja bez gwałtownych wahań.

Zabytki wykonane z surowców organicznych trafiając do depozytu ziemnego, w pierwszej kolejności narażone są na kwasową i zasadową hydrolizę, atak grzybów i innych mikroorganizmów¹. Większość z nich ulega całkowitemu rozkładowi, pozostawiając po sobie czasami brunatne warstewki w jasnym piasku, ponieważ w trakcie procesów gnilnych uzyskują właśnie takie zabarwienie (Goffer 2007, 10; obserwacje własne autorki). Jeśli środowisko jest stabilne, archeolog ma szansę na wydobywanie zabytków wykonanych z różnego rodzaju surowców: skóry, drewna, poroża i tkanin (zazwyczaj jest to jedwab lub rzadziej wełna, len i konopie rozkładają się w bardzo szybkim tempie, jeśli są nasączone dziegciem mają szansę przetrwania). Nasuwa się stwierdzenie, że im większe zniszczenia wewnątrz struktury zabytku,

¹ Aktywność biologiczna prowadzi do zmniejszenia zawartości tlenu i zastąpienia go gazowymi produktami przemiany materii, np. dwutlenkiem węgla. Większość działalności biologicznej odbywa się na głębokościach nie większych niż 15 cm, tzn. właśnie w strefie, gdzie dyfuzja powinna być najszybsza. Czynniki intensyfikujące oddychanie bakterii, np. obecność większych ilości dobrze rozłożonej materii organicznej, lub czynniki zmniejszające szybkość dyfuzji będą sprzyjały powstaniu w glebie warunków beztlenowych (Korozja 1966, 278).

tym intensywniej przedmioty poddane były hydrolizie lub utlenianiu w miejscu zalegania, w związku z czym zawierają też w swoim wnętrzu większą ilość wody. Uwodnienie poszczególnych surowców zależy od długości i podatności łańcuchów polimerowych kolagenu, keratyny czy celulozy oraz wiązań wodorowych. I to właśnie zawarta w nich woda utrzymuje kształt komórek a co za tym idzie całego zabytku.

Największym szkiem dla zabytków organicznych, jest ich wydobywanie na powierzchnię i kontakt ze światłem i warunkami atmosferycznymi (Grupa 2000, 211). Po wydobywaniu zaczynają się rozkładać w przyspieszonym tempie, bo wpływ na to mają mikroorganizmy, dostęp tlenu, światło, wiatr, zanieczyszczenia, zmieniona wilgotność i zazwyczaj niewłaściwe przechowywanie. Przesuszenie prowadzi do nieodwracalnych zmian w strukturze i kształcie zabytków. Dlatego najważniejsze jest ich właściwe zabezpieczenie w trakcie przechowywania. Trudno stworzyć, szczególnie w terenie, warunki beztlenowe, ale użycie grubych folii ogranicza dostępność tlenu. Należy też zadbać o niską temperaturę, która zawsze spowalnia procesy rozkładu, i odizolować od światła, zarówno sztucznego, jak i słonecznego. Oczywiście w tym momencie należy zauważyć, że najważniejszym rozwiązaniem jest jak najszybsze dostarczenie zabytków do pracowni konserwacji. Takie same zasady powinny obowiązywać przy pobieraniu próbek do analiz.

Większość informacji na temat materiałów archeologicznych wynika w chwili obecnej z fizycznych metod analitycznych. Uzyskujemy informacje na temat wielkości obiektu, materiału z jakiego został wykonany, a czasami można jeszcze opisać ślady powstałe w czasie obróbki. Bardziej szczegółowych informacji dostarczają badania mikroskopowe, które wskazują na gatunek drewna, rodzaj włókna czy skóry. Często są głównym źródłem informacji o pobranym materiale, ponieważ w terenie trudno jest ustalić czy przebarwienia w glebie, pojedyncze włókna lub ziarna pochodzą z materiałów przetworzonych przez człowieka. Różnego rodzaju mikroskopy są prawdopodobnie najczęściej używanym narzędziem naukowym w aktualnych opracowaniach analitycznych (Ryder, Gabra-Sanders 1985; 1987; Goodway 1987; Goodhew *et al.*, 2000; Eastaugh *et al.*, 2005; Grupa 2012).

Badania te wymagają dość dużej znajomości różnego rodzaju surowców i ich stopniowego rozkładu, sposobu ich przetwarzania przez człowieka. Szczególnie ważne jest to przy analizie różnego rodzaju zabytków tekstylnych². W wielu przypadkach

² Bardzo często włókna roślinne zostają rozpoznane na podstawie badań porównawczych nad rodzajami łyka wykorzystywanego do splatania powrozów oraz wiedzy na temat rozkładu drewna i jego przekształceń w trakcie zalegania w glebie. Dotyczy to przede wszystkim miękkich gatunków drewna: brzozy, wierzby, lipy czy leszczyny.

zabytki organiczne zachowują się dzięki sprzyjającym warunkom wytworzonym przez zabytki metalowe. Zależy to od wielu czynników. Na przykład pod brązową misą, przy sprzyjających warunkach glebowych, może wytworzyć się takie mikrośrodowisko, gdzie będzie utrzymywana stała wilgotność, a co za tym idzie zabytki znajdujące się pod nią mają większe szanse przetrwania³.

Do pracowni dostarczono próby pobrane na stanowisku Zakrzewska Osada, gm. Więcbork, stan 1. Były to próby gleby z brunatnymi przebarwieniami, węgle drzewne oraz fragmenty przesuszonego drewna zabarwionego zielonymi produktami korozji.

W pierwszej kolejności sprawdzono próbki piasku z brunatnymi przebarwieniami, które powstały w trakcie rozkładu korzeni przybyszowych różnych gatunków roślin⁴. Część z nich tworzyła przepłot, który sugerował splot tkaniny. Jednak zaobserwowane zjawisko powstało niezależnie od pracy wytwórczej człowieka i zapewne po zakończeniu jego działalności w rejonie badań.

Fragmenty drewna przebarwione na zielono z obiektu 250 (grób 137) uzyskały barwę w wyniku bezpośredniego kontaktu z zabytkiem brązowym (ryc. 1, 2). Metalowy zabytek uległ całkowitemu rozkładowi, a ślad po nim pozostał w strukturze drewna na powierzchni znajdowały się zmineralizowane drobinki.

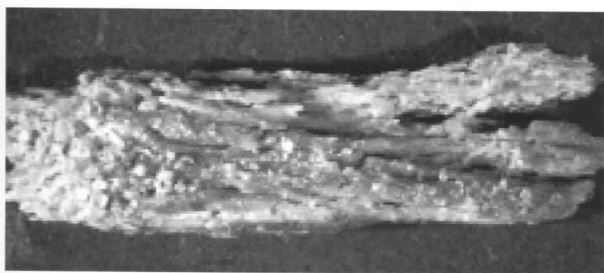
Przedmioty, które nazywamy brązowymi, w rzeczywistości są stopami miedzi z cyną z niewielką domieszką innych pierwiastków. Wszystkie metale w naturze w zasadzie nie występują jako czysty minerał – najczęściej spotykane są w postaci rud znacznie zanieczyszczonych innymi pierwiastkami.

Materiały obejmujące przesuszone struktury organiczne służą do analiz porównawczych przeobrażonych włókien roślinnych. Jednak ustalenie gatunku czy jest to len czy konopie zazwyczaj jest niemożliwe.

³ Taka sytuacja zaistniała na stanowisku w Kałdusie (stan. 4, grób 60). Pochowany mężczyzna miał na stopach ułożoną misę brązową, pod którą odkryto fragmenty tkaniny wykonanej z włókna roślinnego (być może był to fragment całunu) i fragmenty obuwi skórzanego. Dodatkowo wewnątrz misy znajdowały się wełniane i lniane lub konopne tkaniny, które przesuszone były żelaznymi produktami korozji, pochodzącymi z żelaznych okuć cebrzyka. Włókna tkanin w większości zmieniły swoje naturalne właściwości, tzn. stały się sztywne, kruche, barwa ich zbliżyła się do nawarstwień korozyjnych pochodzących z misy (brąz-zieleń) i okuć cebrzyka (żelazo-żółtorzawe zabarwienie). Włókna roślinnych tkanin były tak zniszczone, że trudno było ustalić w jakimkolwiek miejscu pierwotną grubość przędzy, dlatego określenie „luźny splot” odnosi się do obecnego stanu ich zachowania, który cechują liczne wolne przestrzenie pomiędzy niemi wątku i osnowy (Grupa 2007, 274, 275).

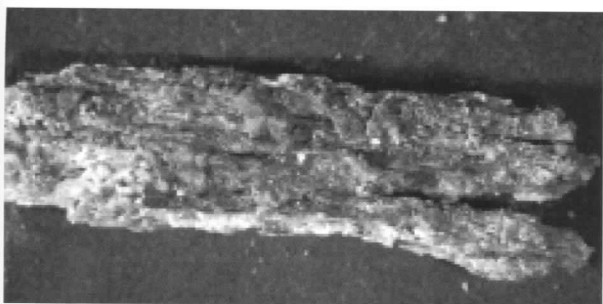
⁴ Analizy materiałów przeprowadzono pod stereoskopowym mikroskopem, gdzie uzyskiwano 10–80-krotne powiększenia (Discovery, V8 Zeiss), a także pod mikroskopem optycznym o 300–500-krotnym powiększeniu (AXIO Scope, A1).

W procesie wytwórczym cząstki te pozostają często w stopie. Ich charakterystyczny układ procentowy jak i jakościowy może być świadectwem pochodzenia wykorzystanych rud oraz procesu ich przetwarzania (Rodgers 2004, 107).



Ryc. 1. Fragmenty przeobrażonego drewna z obiektu 250 (grób 137) zabarwionego produktami korozji z brązowego zabytku, powiększenie 10× (fot. D. Grupa)

Fig. 1. Fragments of transformed wood from feature 250 (grave 137) coloured by corrosion products from a bronze artefact, magnification 10× (photo by D. Grupa)



Ryc. 2. Fragmenty przeobrażonego drewna z obiektu 250 (grób 137) zabarwionego produktami korozji z brązowego zabytku, z drobinami gleby, powiększenie 10×, ujęcie z drugiej strony (fot. D. Grupa)

Fig. 2. Fragments of transformed wood from feature 250 (grave 137) coloured by corrosion products from a bronze artefact, with grains of soil, magnification 10×, view from the opposite side (photo by D. Grupa)

Korozja to proces stopniowej destrukcji metali lub ich stopów zachodzący w środowisku naturalnym, zarówno w powietrzu, w ziemi, jak i w wodzie. Produkty procesu to związki chemiczne, które powstały w wyniku oddziaływania na metal tlenu, siarki i innych jonów. Prawie wszystkie zabytki metalowe wystawione na działanie środowiska naturalnego prędzej czy później zostają pokryte produktami korozji. Najczęściej są to tlenki metali, siarczki i węglany. Jeżeli warstwa ta jest w miarę jednolita to może stworzyć wokół obiektu powłokę ochronną i pozostały rdzeń metalowy zabezpieczyć przed dalszym, intensywnym rozkładem. Szybkość tego procesu uzależniona jest od rodzaju zanieczyszczenia środowiska naturalnego i procesów fizyko-chemicznych w nim zachodzących. Brązowy zabytek pokryty był zmineralizowanymi cząsteczkami gleby. Jest to

wynik działania siarki i tlenu wchodzącego w skład wody gruntowej, a tym samym gleby. Produkty te w pierwszej kolejności osłabiają powierzchnię obiektu a następnie penetrują wewnętrzną strukturę stopu. Pojawienie się ogniw korozyjnych może być wywołane różnicami stężeń tlenu lub różnicami pH, czy stężenia soli (Korozja 1966, 274–275). Do tego należy dodać reakcje korozyjne gleby oraz działalność grzybów i bakterii (korozja mikrobiologiczna), które przyspieszają procesy korozyjne w glebie. Charakterystyczną cechą gleby jest jej niejednorodność. W związku z tym różnice w składzie i strukturze mogą spowodować różne oddziaływania środowiska na różne części powierzchni metalu, wywołując na granicy faz metal-gleba w różnych miejscach pojawienie się potencjałów elektrodowych. W rezultacie dany obszar powierzchni metalu staje się w przeważającym stopniu bądź anodą, bądź katodą i w konsekwencji zaczyna się przepływ ładunków poprzez metal i glebę.

Produkty korozji to zielone cząsteczki czytelne na drewnianych fragmentach świadczące o obecności miedzi w stopie. Miedź posiada wiele właściwości, które pozwalają jej przetrwać także w środowisku ziemnym. Jednak w tym przypadku grubość obiektu i rodzaj stopu nie wytrzymały próby czasu. Rudy miedzi na ogół zawierają inne metale, takie jak ołów, nikiel, cynk, złoto, srebro, platyna, arsen i antymon, a także inne minerały takie jak fosfor. Śladowe ilości tych zanieczyszczeń mogą być czasem wykorzystane do ujawnienia źródła miedzi rodzimej lub obszarów, na których historyczne rudy zostały wyodrębnione. Metale śladowe w stopie mają również wpływ na odporność na korozję przez znaczne spowalnianie przepływu elektronów (Rodgers 2004, 108–109).

Drewno to złożony materiał, który zasadniczo składa się z trzech głównych składników: celulozy, hemicelulozy i ligniny. Celuloza to główny składnik drewna, jest twardą włóknistą materią, która tworzy ściany komórki. Hemiceluloza jest podstawą, na której celuloza buduje strukturę drzewa, a lignina przenikająca przez międzykomórkowe strefy scala strukturę zbudowaną z celulozy i hemicelulozy, tworząc materiał zwanym drzewem. Własności fizyczne drewna określone są przez naturę drzewa, jak również przez warunki środowiska, w którym rośnie. W zależności czy jest to drewno miękkie czy twarde, zmiany w rozkładzie głównych składników przebiegają w różnym tempie. Strukturalny skład drewna w warunkach beztlenowych ulega powolnemu rozkładowi w następującej kolejności: hemiceluloza, celuloza, pektyny, rodniki siringowe ligniny i na końcu strukturalne partie ligniny zawierające ugrupowania p-hydroksyfenolowe i wanilinowe. Intensywność rozkładu zależy od pH środowiska i temperatury otoczenia. W miejsce rozłożonych składników drewna wnika woda i powoli wypełnia komórkę utrzymując jej pierwotny kształt. Drewno archeologiczne zatrzymuje w swym wnętrzu więcej wody niż wynosi jego

całkowita masa po wysuszeniu. Dlatego po wydobyciu drewno jest bardzo miękkie a pierwotny kształt zachowuje tylko dzięki wypełniającej go wodzie. Według podziału Christiansena wszystkie konserwowane zabytki należały do grupy bardzo miękkich (tzn. z bardzo małą zawartością celulozy), a ich współczynnik wilgotności (MC) wynosił 750–1000%. Jest to najwyższy stopień destrukcji drewna, dlatego też trzeba zachować jak największą ostrożność zarówno w trakcie przechowywania, jak i konserwacji. Przy wadliwym zabezpieczeniu drewna po wydobyciu woda w szybkim tempie odparowuje, a komórki skleją się, w wyniku czego przedmiot kurczy się i ulega nieodwracalnym odkształceniom. W trakcie schnięcia pozostała lignina załamuje się, pozostawiając jedynie *granule*, a brak połączenia pomiędzy warstwami S1-S3 skutkuje załamaniem się całej konstrukcji zabytku. Skurcz tkanki drzewnej najsilniej występuje w kierunku poprzecznym.

Jednak nieco inaczej musiał przebiegać rozkład drewna w przypadku omawianego elementu z grobu 137, ponieważ jego struktura nie była całkowicie przesiąknięta wodą, sprawiała wrażenie jednolitej, scalonej masy przypominającej plastik. Być może żywica zawarta w drewnie weszła w reakcje chemiczne z produktami korozji metalu, doprowadzając do całkowitego przeobrażenia struktury drewna.

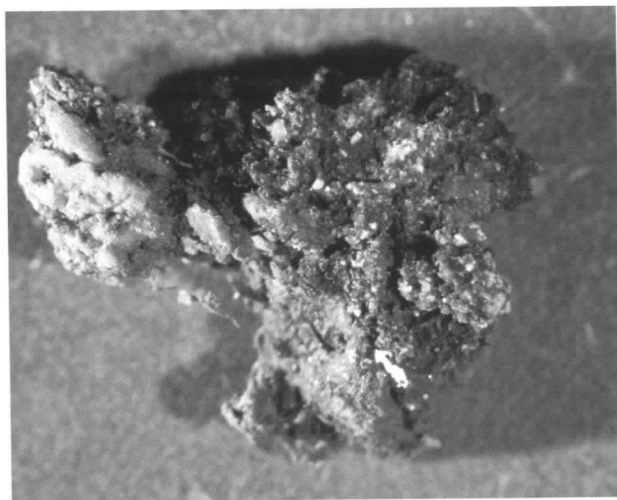
Zmineralizowane próbki z obiektu 255 (kurhan I, grób 1) to wynik przeobrażeń glebowych piasku i materiałów organicznych znajdujących się w obiekcie oraz produktów korozji zabytków wykonanych z brązu (ryc. 3). Dokonano oceny organoleptycznej i mikroskopowej. Wg klasyfikacji uziarnienia gleb i utworów mineralnych z 2008 roku wg Polskiego Towarzystwa

Gleboznawczego, ustalono, że jest to frakcja piaskowa, piasek średni ($0,25 < d \leq 0,50$ mm); grupa granulometryczna: piaski, podgrupa granulometryczna: piasek luźny. Nie brudzi palców, nie jest mączysty. Dominującym składnikiem jest kwarc, zarejestrowano pojedyncze ziarna skaleni.

W próbce znajdował się także fragment drewna długości 4,5 cm. Niestety proces destrukcji jaki nastąpił w trakcie zalegania w ziemi uniemożliwił jakąkolwiek identyfikację jego gatunku (ryc. 4).

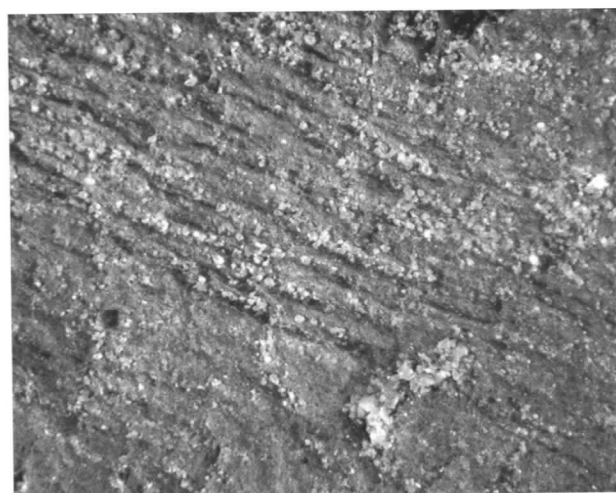
W obiektach nr 259 (grób 25) i 269 (grób 136) znajdowały się fragmenty różnej wielkości spalonego drewna. Z analizy dendrologicznej wynika, że jest to spalone lub wyprażone drewno brzozy (ryc. 5, 6). Dokonano oceny organoleptycznej i mikroskopowej piasku znajdującego się w obiekcie. Ustalono, że jest to frakcja piaskowa, zarówno piasek gruby ($0,5 < d \leq 1,0$ mm), średni, jak i drobny; grupa granulometryczna: piaski, podgrupa granulometryczna: piasek luźny. Ze względu na procentową zawartość części szkieletowych, utwór ten jest najprawdopodobniej słabo szkieletowy (zawiera ponad 5 do 15% części szkieletowych). Nie brudzi palców, nie jest mączysty. Dominującym składnikiem jest kwarc, zarejestrowano pojedyncze ziarna skaleni.

Z powyższych analiz wynika, że zarówno działalność człowieka poprzedzająca zdeponowanie obiektów w glebie (przepalenie drewna, umieszczenie zabytków metalowych w obrębie obiektu) jak i czynniki fizyko-chemiczne, zachodzące w piasku, miały wpływ na przeobrażenia struktur zabytków organicznych i metalowych znajdujących się w grobach w Zakrzewskiej Osadzie.



Ryc. 3. Próbką z obiektu 255 (kurhan I, grób 1) z widocznymi produktami korozji z zabytku brązowego, powiększenie 10× (fot. D. Grupa)

Fig. 3. Sample from feature 255 (barrow I, grave 1) with products of corrosion from a bronze artefact, magnification 10× (photo by D. Grupa)



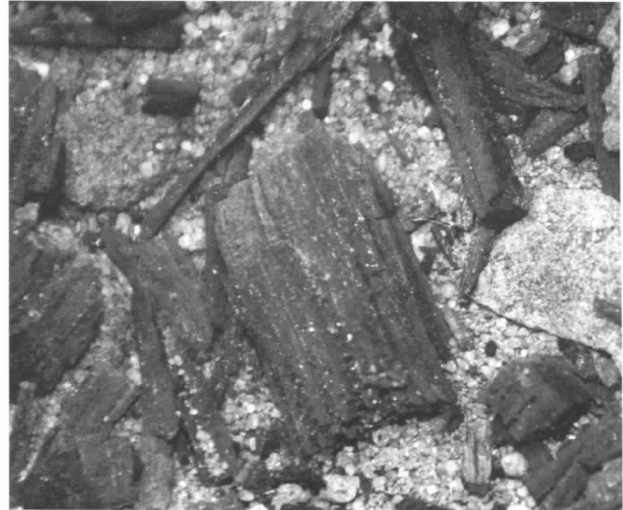
Ryc. 4. Próbką z powierzchni zmineralizowanego drewna z obiektu 255 (kurhan I, grób 1), powiększenie 10× (fot. D. Grupa)

Fig. 4. Sample taken from the surface of mineralised wood from feature 255 (barrow I, grave 1), magnification 10× (photo by D. Grupa)



Ryc. 5. Węgle drzewne z obiektu 259 (grób 25)
(fot. D. Grupa)

Fig. 5. Charcoal from feature 259 (grave 25)
(photo by D. Grupa)



Ryc. 6. Węgle drzewne z obiektu 269 (grób 136)
(fot. D. Grupa)

Fig. 6. Charcoal from feature 269 (grave 136)
(photo by D. Grupa)