

## **WYNIKI BADAŃ KURHANU NR V. BABI DÓŁ – BORCZ, POWIAT KARTUZY.**

### **Results of investigation of barrow no V. Babi Dół – Borcz, District Kartuzy.**

Magdalena Mączyńska\*, Maciej Pawlikowski\*\*, Ireneusz Jakubczyk\*-, Przemysław Harasim\*, Magdalena Babicz\*\*\*, Mateusz Sęk\*\*\*, Piotr Synowiec\*\*\*

*\*/ Instytut Archeologii, Uniwersytet Łódzki*

*\*\*/ Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków*

*\*\*\*/ Studenckie Koło Naukowe Geologów, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków*

### **Streszczenie**

W roku 2013 wykonano badania archeologiczne, geologiczne, mineralogiczno-petrograficzne i geochemiczne kurhanu nr V, znajdującego się na cmentarzysku kultury wielbarskiej w Babim Dole – Borczu, powiat Kartuzy. Badania obejmowały prace eksploracyjne kurhanu i jego najbliższego otoczenia, badania geologiczne profili wytypowanych obiektów, zarówno naturalnych, jak i pochodzenia antropogenicznego, badania mineralogiczno-petrograficzne skał wykorzystanych do konstrukcji kurhanu, badania geochemiczne orsztyków występujących w otoczeniu grobów z otoczenia kurhanu. Badania te miały na celu rekonstrukcje faz budowy kurhanu, prześledzenie zjawisk im towarzyszących, jak też rozpoznanie wybranych zjawisk, które zachodziły w stanowisku po dokonaniu pochówków.

**Słowa kluczowe:** kultura wielbarska, Babi Dół – Borcz, Kurhan nr V

### **Abstract**

Archaeological as well as geological and mineralogical investigation of Wielbark culture barrow at the site Babi Dół-Borcz, District Kartuzy were performed. The examination of geological profiles of natural and anthropogenic origin were studied. Moreover examination of products of corrosion of bronze objects, secondary products of alternation of bones, petrography of stone cover was done. Additionally chemical investigation showed sorption of Cu, Zn, P and other by secondary iron concentrations present in local sands. Obtained results suggest preparation of barrow before death of person buried at examined barrow.

**Key words:** Wielbark culture, Babi Dół – Borcz, barrow no V

**Badania częściowo finansowane z funduszy statutowych AGH nr 11.11.140.319**

## **Wstęp**

Historia badań stanowiska i istotność tego stanowiska dla poznania kultury wielbarskiej

Cmentarzysko z kurhanami i kręgami kamiennymi w Babim Dole-Borczu jest jednym z niewielu systematycznie badanych nekropoli na Pomorzu z pierwszych wieków po Chr., na których zachowały się konstrukcje w postaci kurhanów z jądrem kamiennym, przykrytym płaszczem ziemnym, a także kręgi z wielkich głazów eratycznych, stanowiące najprawdopodobniej miejsca zgromadzeń ludności użytkującej cmentarzysko. Stanowisko w Babim Dole-Borczu, badane od 1978 r., składa się z pięciu kurhanów i trzech kręgów kamiennych oraz strefy grobów płaskich, ciałopalnych i szkieletowych, nie zaznaczonych obecnie na powierzchni ziemi. Przebadane kurhany na cmentarzysku zawierały centralne groby pojedyncze lub kilka w jednym kurhanie. Kurhan V zawierał szkieletowy grób położony w centrum kurhanu, drugi w sąsiedztwie i ciałopalny jamowy, wkopany w płaszcz kamienny kurhanu już po jego usypaniu. W przebadanych grobach znajdowały się zapinki brązowe, służące do spinania odzieży, na podstawie których wiek kurhanu można ustalić na połowę – drugą połowę II w. po Chr.

Spośród cmentarzysk kultury wielbarskiej na Pomorzu z kurhanami i kręgami kamiennymi do naszych czasów zachowały się tylko nieliczne, położone w lesie; inne uległy rozoraniu. Stąd też ich znaczenie dla badań nad pierwszymi wiekami po Chr. na Pomorzu jest wyjątkowe.

Wieloletnim badaniom archeologicznym prowadzonym w Babim Dole (Mączyńska 1995, Mączyńska, Urbaniak 2007) towarzyszą badania prowadzone we współpracy ze specjalistami tzw. nauk pomocniczych (Mączyńska et al. 2006, Pawlikowski 2007a, b, Pawlikowski et al. 2010, i in.).

## **Materiał i metody badań mineralogiczno-petrograficznych i geochemicznych**

Badaniami objęto geologiczne elementy kurhanu. Wykonano szczegółowe badania mineralogiczno-petrograficzne elementów płaszcza i wieńca kamiennego kurhanu, produktów korozji fibul, mineralizacji miedzią kości, jak i koncentracji żelazowych znajdujących się w obrębie kurhanu i jego otoczeniu.

W badaniach stosowano następujące metody: mikroskopię polaryzacyjną, mikroskopię skaningową połączoną z analizami chemicznymi EDS oraz atomową spektroskopię absorpcyjną (ASA).

## **Wyniki badań**

### **A. Profile geologiczne elementów konstrukcyjnych kurhanu pod kątem jego struktury**

Badania te obejmowały profilowanie i pomiary struktury kurhanu. Wynika z nich,

że średnica kurhanu wynosi 12-13 m, a zachowana do dzisiaj wysokość około 1,5-2 m. Piasek znajdujący się nad komorą grobową ma taką samą strukturę jak w innych miejscach kurhanu, co sugeruje, że zasypanie grobu było równoczesne z formowaniem kurhanu (Fot. 1, A). Innymi słowy, struktura piasku występującego pod płaszczem kamiennym nie wskazuje na to, by najpierw wykonano kurhan, w którym następnie uformowano grób. Dowodzi to, że wykopano grób i pochowano zmarłego, a następnie utworzono kurhan zasypując grób i formując dolną jego partię. Następnie usypany niewielki i płaski stożek piaskowy otoczono wieńcem kamiennym, którego wewnątrz wypełniono kamieniami tworzącymi płaszcz kamienny. Z kolei płaszcz kamienny pokryto warstwą piasku sypiąc go w ten sposób, że najwięcej nasypało w części centralnej (nad grobem) zaś mniej w pobliżu wieńca (nie zasypując go). Tym sposobem uformowano stożek piaszczysty z niewidocznym (znajdującym się pod warstwą piasku) płaszczem kamiennym, który otaczał wieńiec z kamieni. Płaszcz kamienny został w późniejszych czasach „przebity” podczas wkopania weń grobu ciałopalnego (obiekt 2, fot. 1, B), jak też podczas wykopania wkopu rabunkowego do centralnego grobu szkieletowego (Fot. 1, C)

Profile geologiczne (fot. w dalszej części) sugerują, że piasek do utworzenia piaskowej części kurhanu mógł być pozyskiwany z bezpośredniego otoczenia kurhanu (Fot. 1, D). Obliczenia sugerują, że do pokrycia płaszcza kamiennego użyto około 99,5 m<sup>3</sup> piasku. Schemat struktury kurhanu pokazuje rys. 1.

### Wieniec kurhanu

Wieniec kurhanu został zbudowany w pierwszej kolejności – przed ułożeniem kamiennego płaszcza. Świadczą o tym elementy płaszcza leżące częściowo na kamieniach wieńca (Fot. 2). Oznacza to, że najpierw wytyczono koło, na zarysie którego ułożono duże kamienie wieńca, a następnie uformowano płaszcz kurhanu.



A



B



**C**



**D**

Fot. 1 A – profil przekroju kurhanu między ćwiartkami A i C widziany od strony ćwiartki C. Widoczna jednorodna struktura piasku pod i nad płaszczem kamiennym oraz część obiektu 1 B – obiekt 2 (grób ciałopalny z dużą ilością węgla) wkopany w kurhan między ćwiartkami A i C, widziany od strony ćwiartki A. C - zniszczenia kamiennego płaszcza przez wkop rabunkowy do grobu 1 w centralnej części kurhanu. D - profil brzeżnej partii kurhanu między ćwiartkami A i C (od strony ćwiartki C).

Obserwacje struktury wieńca dowodzą, że kamienie wykorzystane do jego budowy są znacznie większe, niż kamienie wykorzystane do budowy płaszcza. Przy jego układaniu kamienie selekcjonowano w ten sposób, by były wypukłe z jednej strony (od góry), a z drugiej (do dołu) - płaskie (Fot 3 A). W pojedynczych przypadkach kamienie rozbijano tak, aby miały płaską dolną część. Ułożenie takich kamieni gwarantowało stabilność kręgu i estetyczny wygląd jego górnej części.

Podczas prac budowlanych starano się utrzymywać górną krawędź kręgu na jednym poziomie. Dokonywano tego poprzez posadowienie dolnej części kamieni wieńca na różnym poziomie. Raz więc podkopywano piasek, a raz go podsypywano pod kamienie.

Kamienie wieńca układano głównie dłuższą osią równoległą do zarysu okręgu. Tylko w jednym miejscu wieńca (ćwiartka A, część zachodnia, Fot. 3, B) znajduje się kamień o innym ułożeniu – prostopadłym do kręgu wieńca (Fot. 3 C). Na sąsiadujących z nim kamieniach wieńca stwierdzono występowanie znaków. Na lewym kamieniu (patrząc z zewnątrz wieńca) obserwowano dwa tendencyjne pęknięcia o kierunku zgodnym z okręgiem wieńca (Fot. 3, C') zaś kamień prawy miał trzy odbicia w postaci kreski prostopadłych do kręgu (Fot. 3, C''). Do tych śladów należy podejść z wielką ostrożnością. Nie wiadomo czy znaki te były związane z konstrukcją kamiennego wieńca, czy oznaczały miejsce wejścia do wnętrza wieńca, którym np. wchodziło układając płaszcz.



Fot. 2 Kamień z płaszcza kamiennego leżący na kamieniach wieńca ( ćwiartka B).



A

B



C1



C



C2

Fot. 3 A – głazy wieńca kamiennego – ćwiartka A. Widoczne płaskie dolne powierzchnie kamieni oraz ich posadowienie na różnych głębokościach w celu uzyskania górnej krawędzi wieńca na stałym poziomie. B – Wieniec w ćwiartce A. Widoczny kamień o ułożeniu prostopadłym do kręgu (strzałka). C – ten sam kamień widziany z bliska. C1 – znaki na lewym kamieniu – strzałki (patrzac z zewnątrz kręgu), C2- znaki na prawym kamieniu – strzałki (patrzac z zewnątrz kręgu).

Interesujące jest, że pod kamieniami wieńca piasek jest nieco bardziej brunatny. Ponieważ powierzchnia tego piasku jest równoległa (przygotowywana) z momentem położenia kamieni wieńca, pobrano z niej próbki do badań mineralogiczno-petrograficznych, w celu sprawdzenia ewentualnej obecności mikroartefaktów. Wyniki tych badań zawarto w dalszej części pracy.

Pomiary odległości między kamieniami wieńca dowodzą, że nie przystawiano ich bezpośrednio do siebie, a utrzymując odstęp. Wynosi on obecnie 1-3 cm przy średniej około 2 cm.

### **Kamienny płaszcz kurhanu**

Na podstawie badań kamieni z dwóch ćwiartek płaszczka można stwierdzić, że buduje go 3400 kamieni (Fot. 4, A, B). Kamienny płaszcz kurhanu nie jest jednorodny pod względem wielkości budujących go kamieni. Skład ziarnowy kamieni zawarto w dalszej części opracowania, jednak nawet bez pomiarów widać, że centralna część płaszczka znajdująca się nad komorą grobową zawiera największe kamienie. Miało to zapewne na celu zabezpieczenie pochówku przed grabieżą.



**A**



**B**



**C**



**D**

Fot. 4 A – fotografia płaszczka kamiennego w ćwiartce C, B – wielkie kamienie z centralnej części kurhanu znajdującej się nad komorą grobową. C – płaszcz kamienny w ćwiartce B. Widoczna koncentracja drobnych kamieni. D – stos kamieni z usuniętego płaszczka z ćwiartki A

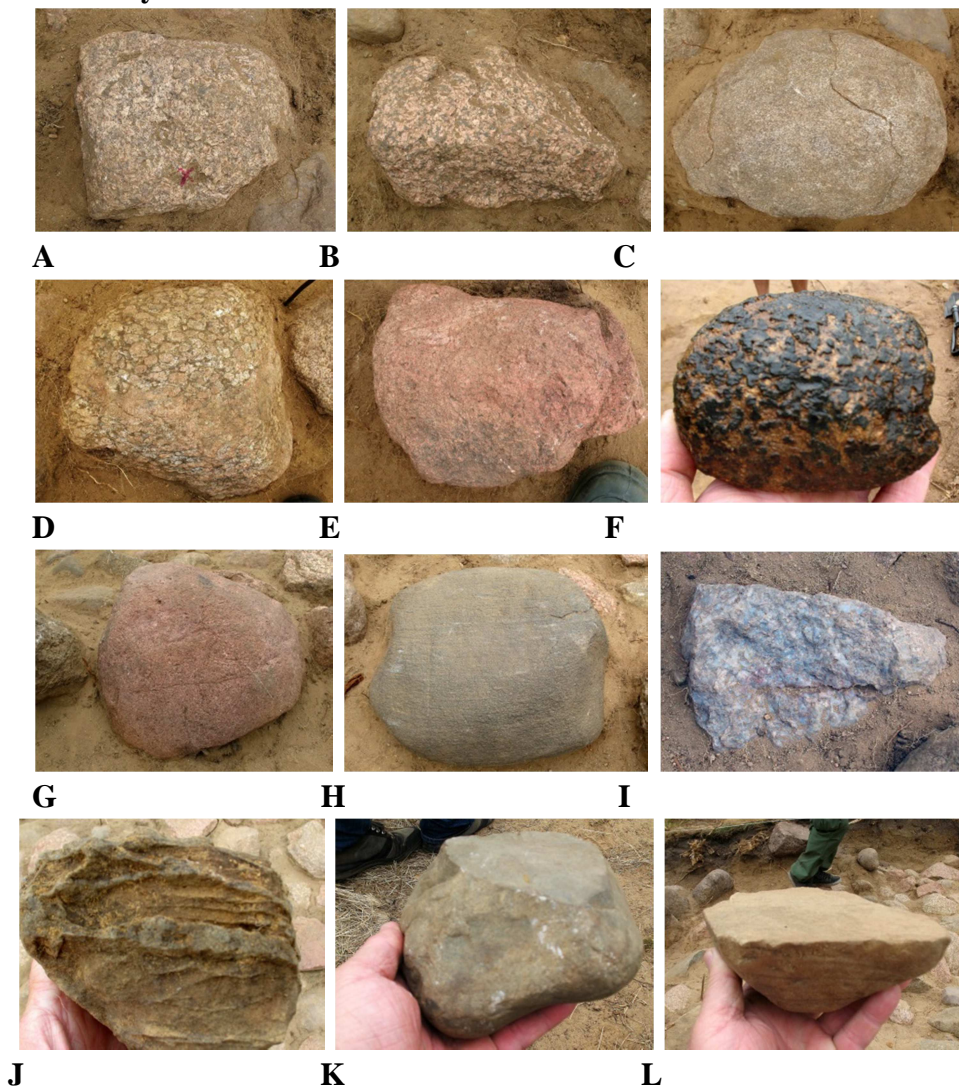
Ciężar kamieni pochodzących z jednej ćwiartki płaszczka został obliczony na ponad 15 ton (Fot. 4 C), zatem masa całego płaszczka kamiennego znajdującego się w kole o promieniu 12,5 metra wynosi około 60 ton (licząc razem z wieńcem). Zebranie takiej ilości kamieni przy ówczesnym poziomie transportu wymagało poważnego wysiłku. Znając częstość występowania tej wielkości kamieni w okolicznych piaskach i żwirach polodowcowych można przypuszczać, że kamienie zbierano w promieniu kilku do kilkunastu kilometrów od kurhanu.

Płaszcz kamienny jest w kilku miejscach „przekopany”. W kurhan wkopany jest grób (obiekt 2). Przebija go również wkop rabunkowy zlokalizowany między ćwiartkami A i B, który stromo biegnie w dół w kierunku komory grobowej centralnego grobu 1. Grób 3, szkieletowy, położony na wschód od pochówku centralnego, w górnej części miał również ślady wkopu rabunkowego.

## Badania mineralogiczno-petrograficzne

### 1. Makroskopowa charakterystyka skał z kurhanu

#### A. Skały naturalne



Fot. 5 A – różowy, średniokrystaliczny granitoid; B – różowy grubokrystaliczny granitoid; C – szary, drobnokrystaliczny granitoid; D – skandynawski granitoid typu

rapakiwi; E – różowy porfir bezkwarcowy; F – bazaltoid z charakterystyczną ospą wietrzeniową; G – bordowy, gruboblastyczny kwarcyt; H – drobnoblastyczny amfibolit; I – fragment żyły niebieskiego kwarcu; J – drobnoblastyczny gnejs; K – drobnoblastyczny amfibolit; L – drobnoblastyczny kwarcyt

## B. Skąły obrabiane

### a. technika odłupkowa

Obok różnej wielkości kamieni o naturalnych obłych kształtach w materiale kamiennym płaszczu znajdują się kamienie obrabiane technika odłupkową, w tym także narzędzia zniszczone poprzez odbijanie. Są to zarówno kamienie o nieznanym



A



B



C



D





**E**

Fot. 6 A - kwarcyt o powierzchni obrabianej technika odłupkową, B – podstawka rozcieracza wykonana z piaskowca o krawędziach odbitych techniką odłupkową, C – podstawka rozcieracza wykonana z wiśniowego kwarcytu o brzegach zniszczonych przez odbicia, D – podstawka rozcieracza zniszczona poprzez odbicia krawędzi. E – mała kwarcytowa stela odkryta w materiale kamiennym płaszczu (ćwiartka B) o powierzchni obrobionej techniką odłupkową.

przeznaczeniu, jak też fragmenty porozbijanych i poobijanych podstawek rozcieraczy (Fot. A-D). W kamiennym materiale płaszczu rozpoznano także małą kamienną stelę obrabianą techniką odłupkową (Fot. E). Wskazuje to, że do budowy płaszczu wykorzystywano nie tylko kamienie naturalne, lecz także zniszczone narzędzia i kamienne przedmioty.

### **b. technika szlifowania**

W kamiennym materiale płaszczu rozpoznano także przedmioty kamienne obrabiane techniką szlifowania. Są to zarówno piaskowcowe podstawki rozcieraczy (Fot. A), jak i same rozcieracze, wykonane najczęściej z twardych skał magmowych reprezentujących granity lub granitognejsy (Fot. B). Większość tych przedmiotów jest jednak porozbijana (Fot. C, D).



**A**



**B**



**C**



**D**

Fot. 7 A – Podstawka rozcieracza wykonana z piaskowca, B – rozcieracz wykonany z czerwonego granitu, C, D – zniszczone podstawki rozcieraczy.

## **2. Klasyfikacja petrograficzna i granulometryczna skał użytych do budowy**

Analiza petrograficzna kurhanu objęła w całości ćwiartki A i C łącznie z otaczającym je wieńcem, a także fragment kamiennego, prostokątnego bruku z ćwiartki B. Łącznie przebadanych zostało ponad 2000 skał narzutowych, co stanowi reprezentatywną grupę i stwarza możliwość wyciągnięcia wniosków o doborze materiału skalnego do budowy całego obiektu megalitycznego.

### **a. Klasyfikacja petrograficzna skał płaszczu i wieńca kurhanu**

W celu przeprowadzenia analizy petrograficznej kamieni kurhanu, dokonano podziału na następujące klasy petrograficzne, wydzielone na podstawie obserwacji makroskopowych:

#### 1. Granitoidy:

1a – szaro-różowy, średniokrystaliczny

1b – różowy, grubokrystaliczny

1c – jasnoszary, średniokrystaliczny

1d – maficzny, średniokrystaliczny

1e – różowy, drobnokrystaliczny

#### 2. Gnejsy:

2a – drobnoblastyczny

2b – średnio- i gruboblastyczny

#### 3. Kwarcyty:

3a – gruboblastyczny

3b – drobnoblastyczny

4. Porfiry:

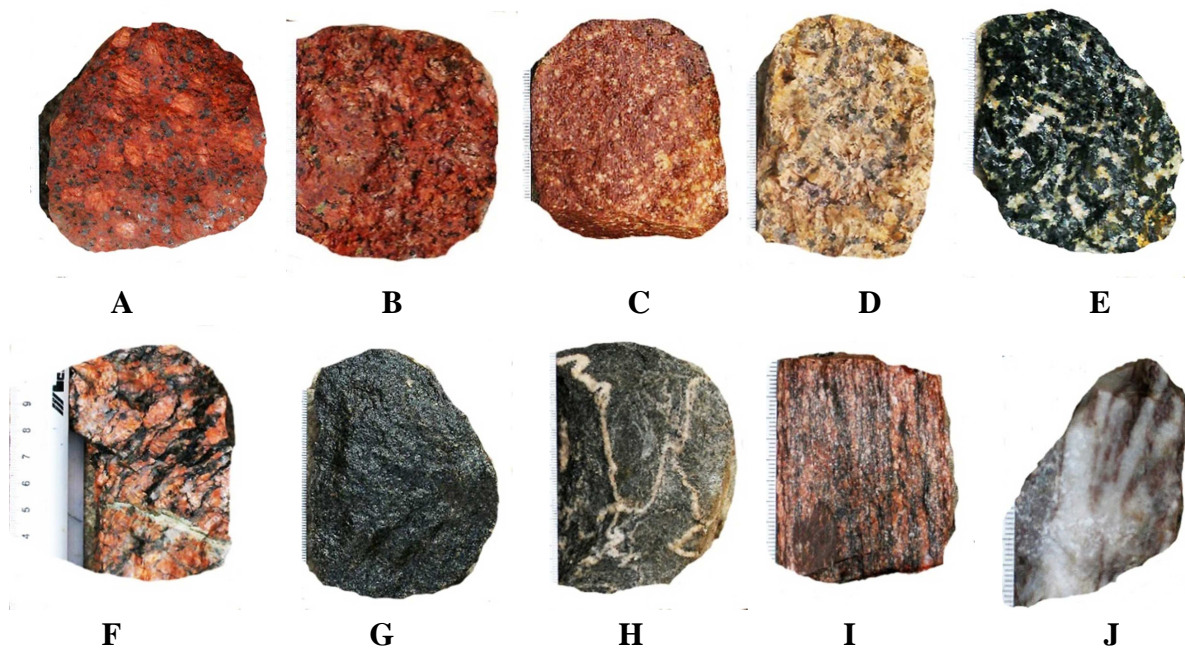
4a – kwarcowy

4b – bezkwarcowy

5. Amfibolity:

6. Melafiry i bazalty

Podział ten został sporządzony na podstawie wstępnej identyfikacji typów skał, poprzez makroskopowe określenie barwy, tekstury i struktury oraz przybliżonego składu mineralnego. Jest on reprezentowany jedynie przez skały magmowe i metamorficzne, co wynika z występowania eratyków lodowcowych na tym obszarze.

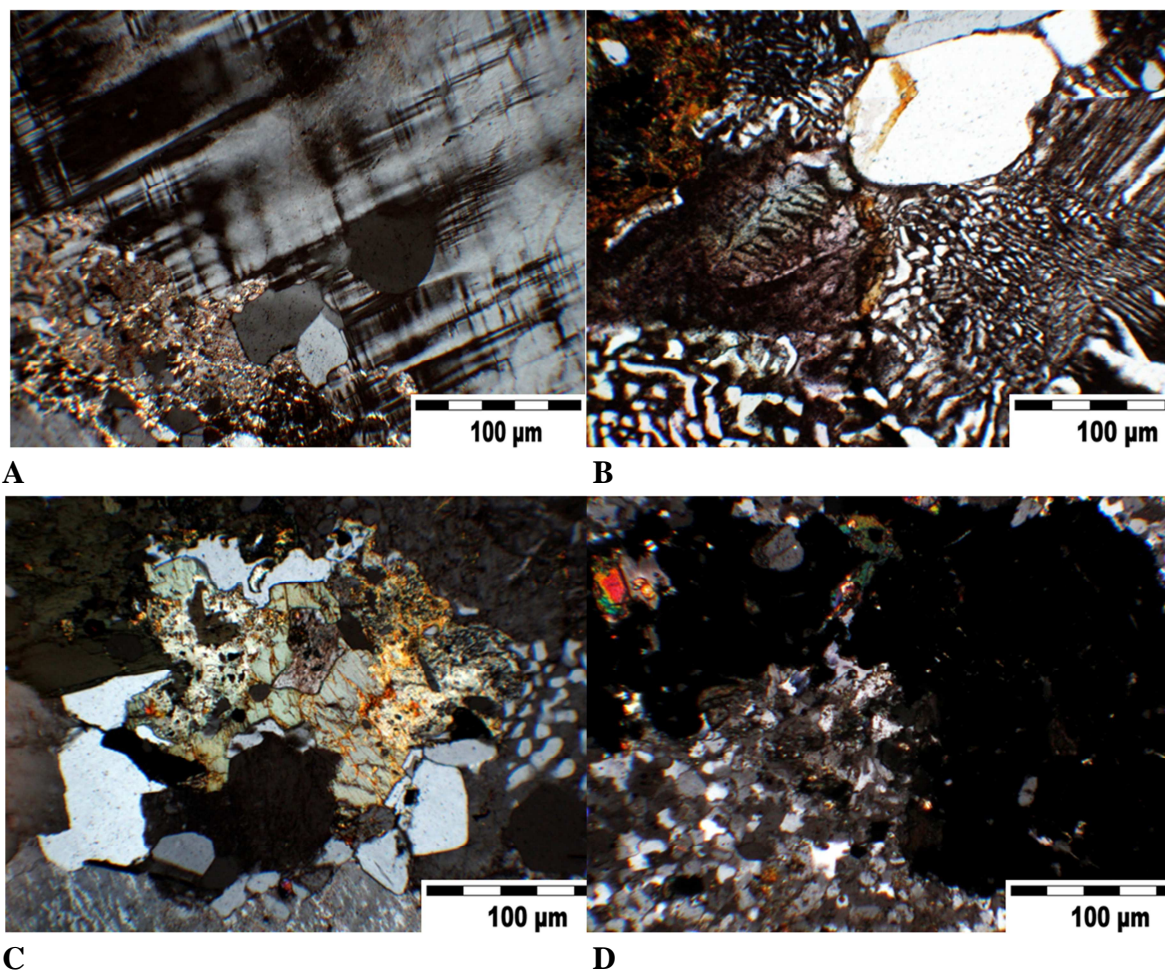


Fot. 8 A – różowy, grubokrystaliczny granitoid; B – różowy, średniokrystaliczny granitoid z epidotem; C – porfir bezkwarcowy; D – szaro-różowy, średniokrystaliczny granitoid; E – gruboblastyczny amfibolit; F – gnejs; G – drobnoblastyczny amfibolit; H – gnejs z budinami; I – gnejs; J – marmur

#### **b. Wyniki badań mikroskopowych**

Badania mikroskopowe w świetle spolaryzowanym przechodzącym wykonano w Zakładzie Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH na mikroskopach firmy Motic.

Wykonano preparaty z charakterystycznych próbek skalnych pobranych z kamiennego płaszczu kurhanu nr V.



Fot. 9 Fotografie mikroskopowe – mikroskop polaryzacyjny, światło przechodzące, skrzyżowane nikole, powiększenie 100x – A - mikroklin w granicie skandynawskim wraz z wtórnymi minerałami węglanowymi; B – granit typu pismowego, przerosty skalenia z kwarcem; C – granit, widoczne przerosty kwarcu ze skaleniem, kwarcy, różnobarwne zwierzęte biotyty; D - czarne ziarna minerałów kruszcowych w kwarcycie, czerwony kryształ prawdopodobnie minerału ciężkiego

### c. Badania granulometryczne skał płaszczu kurhanu

Wyniki badań granulometrycznych przeprowadzonych na elementach kamiennych ćwiartek A i C płaszczu kurhanu zestawiono w zbiorczej tabeli. Udział poszczególnych wydzielonych skał klas petrograficznych przedstawia wykres.

Tab. 1 Udział procentowy poszczególnych klas petrograficznych w płaszczu kurhanu nr V.

Klasa petrograficzna	Częstość występowania skał płaszczu kurhanu [%]
1a - szaro-różowy, średniokrystaliczny granitoid	17,96

1b - różowy, grubokrystaliczny granitoid	31,93
1c - jasnoszary, średniokrystaliczny granitoid	3,06
1d - maficzny, średniokrystaliczny granitoid	2,15
1e - różowy, drobnokrystaliczny granitoid	2,10
2a - drobnoblastyczny gnejs	10,80
2b - średnio- i gruboblastyczny gnejs	10,52
3a - gruboblastyczny kwarcyt	1,73
3b - drobnoblastyczny kwarcyt	12,77
4a - porfir kwarcowy	2,02
4b - porfir bezkwarcowy	1,20
5 - amfibolit	3,27
6 - melafir i bazalt	0,07

### Częstość występowania klas petrograficznych w płaszczu kurhanu

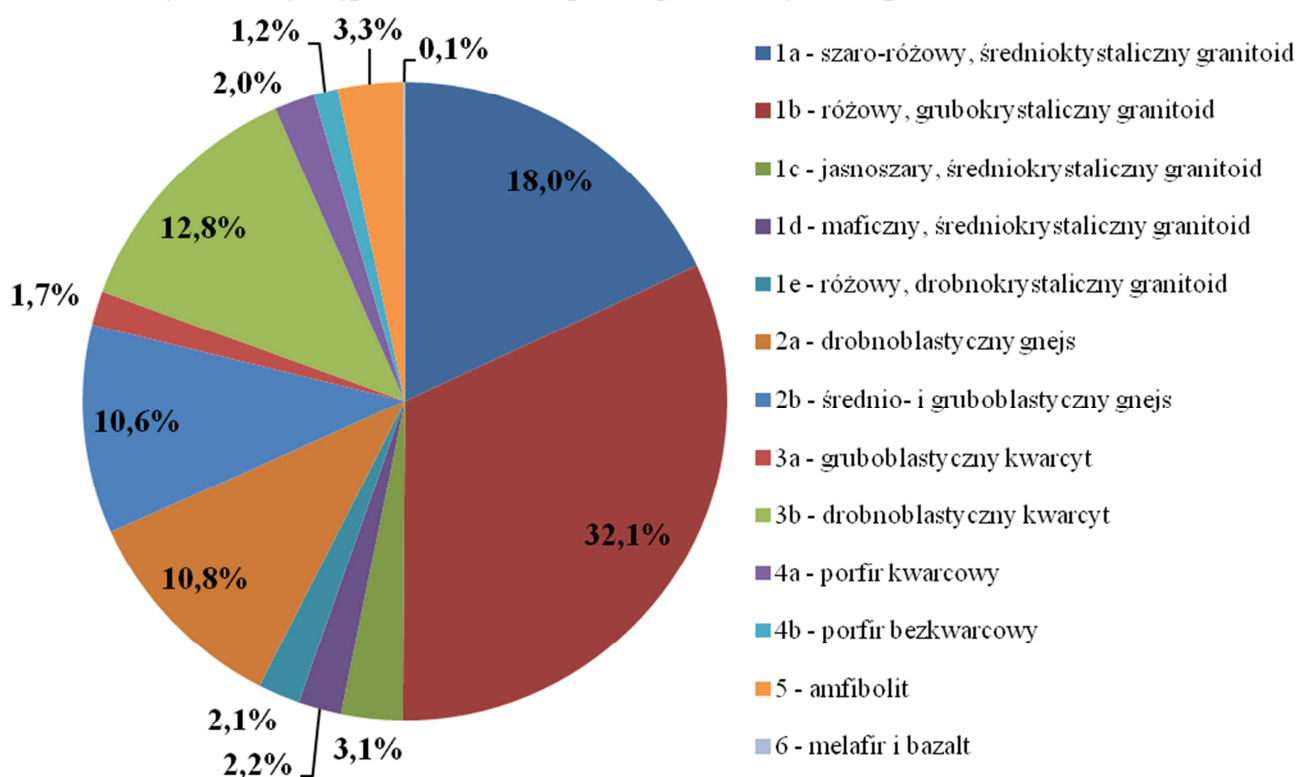


Fig. 1 Częstość występowania klas petrograficznych w płaszczu kurhanu.

Dodatkowo, podczas badań terenowych każdą z badanych skał płaszczu kurhanu zmierzono w trzech wzajemnie prostopadłych wymiarach, a wyniki wykorzystano do stworzenia tzw. diagramu Zingg (Fig.2). Przedstawia on przybliżony kształt ziaren, które będąc bryłami trójwymiarowymi, można opisać na podstawie stosunków ich osi – średniej (b) do najdłuższej (a) i najkrótszej (c) do średniej. Zingg w oparciu o tę zależność zaproponował podział kształtu otoczek na dyskoidalne, kuliste, elipsoidalne i wrzecionowate. Analiza otrzymanych wyników pokazała, iż w płaszczu kurhanu w znacznej mierze przeważają skały o kształcie kulistym i dyskoidalnym. Może to świadczyć o celowym doborze takich kamieni do budowy płaszczu kurhanu, właśnie ze względu na ich kształt. Ponadto zauważono

interesujące zjawisko o niewyjaśnionej genezie, na wykonanym diagramie Zingga - w środkowej części uwidaczniają się centra o promieniście rozchodzących się wartościach.

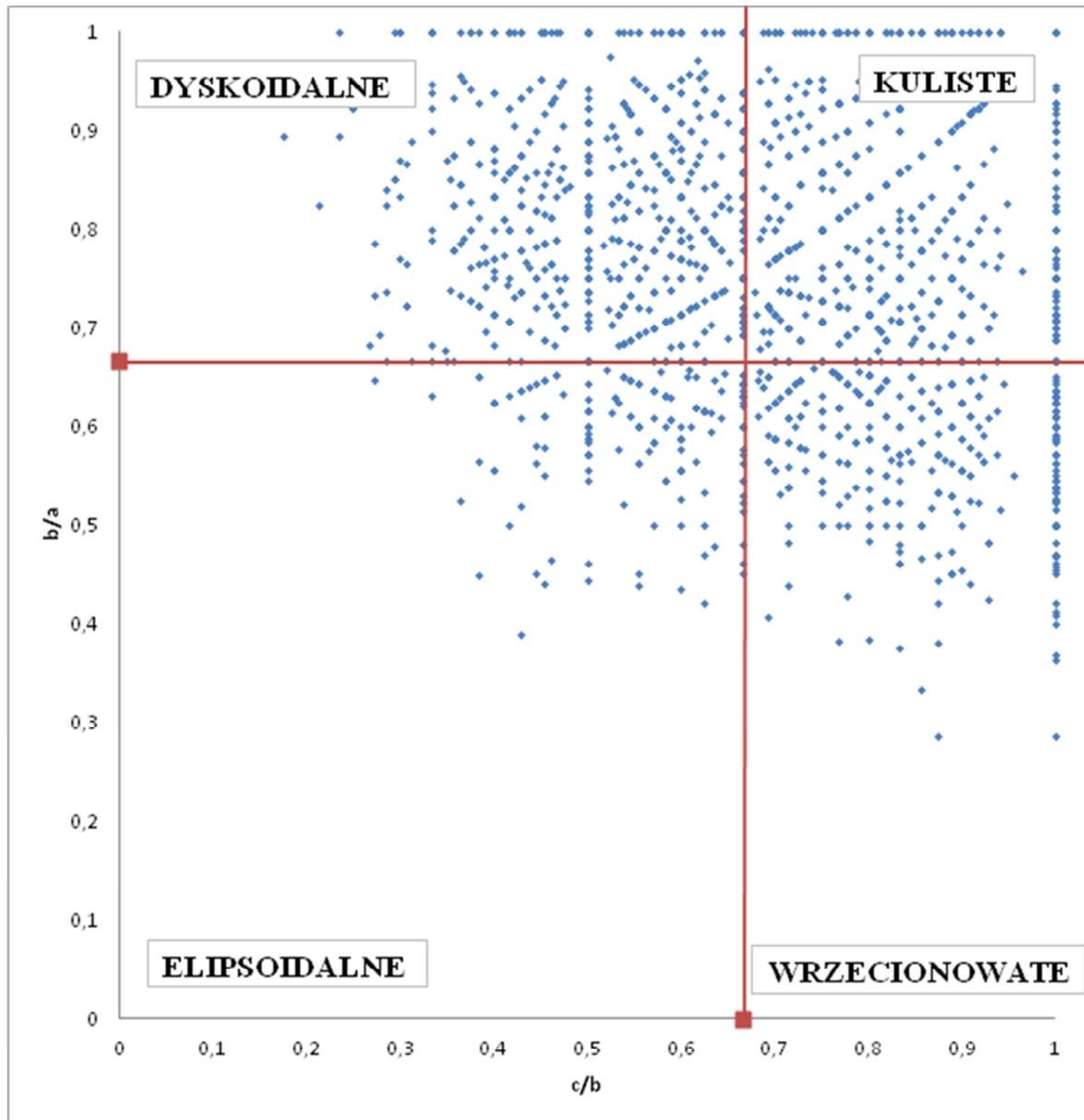


Fig. 2 Klasyfikacja skał płaszcza kurhanu na podstawie osiowych wskaźników ich kształtu, tzw. diagram Zingga; a, b, c – wymiary trzech prostopadłych do siebie osi

#### d. Badania skał wieńca kurhanu

Wyniki badań przeprowadzonych na elementach kamiennych ćwiartek A i C wieńca kurhanu zestawiono w zbiorczej tabeli. Udział poszczególnych wydzielonych skał klas petrograficznych przedstawia wykres.

Tab. 2 Udział procentowy poszczególnych klas petrograficznych w wieńcu kurhanu nr V.

Klasa petrograficzna	Częstość występowania
----------------------	-----------------------

	skał wieńca kurhanu [%]
1a - szaro-różowy, średniokrystaliczny granitoid	16,2%
1b - różowy, grubokrystaliczny granitoid	5,4%
1c - jasnoszary, średniokrystaliczny granitoid	35,1%
1e - różowy, drobnokrystaliczny granitoid	5,4%
2a - drobnoblastyczny gnejs	8,1%
2b - średnio- i gruboblastyczny gnejs	16,2%
4a - porfir kwarcowy	2,7%
4b - porfir bezkwarcowy	2,7%
5 - amfibolit	8,1%

### Częstość występowania klas petrograficznych w wieńcu kurhanu

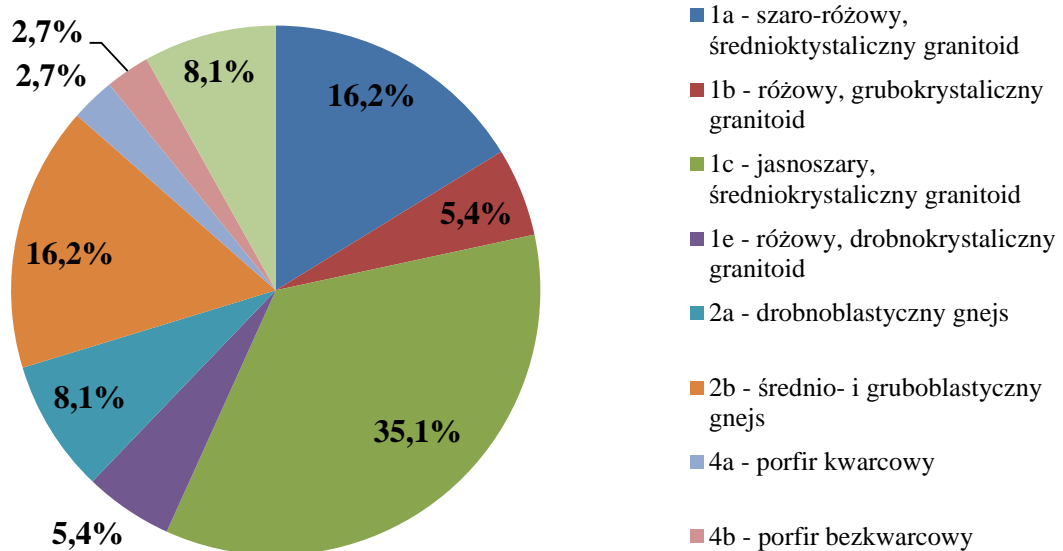


Fig. 3 Częstość występowania klas petrograficznych w wieńcu kurhanu

#### e. Badania lokalnych elementów płaszczka kurhanu znajdujących się nad grobem (obiekt nr 1)

Szczegółowym badaniom został poddany materiał pochodzący znad obiektu nr 1, znajdującego się w obrębie ćwiartki B kurhanu nr V. Wyniki badań granulometrycznych skał użytych do budowy pokrywy obiektu, jak i udział skał poszczególnych klas analogicznie przedstawiono w formie tabeli i wykresu.

Tab. 3 Udział procentowy poszczególnych klas petrograficznych lokalnych elementów kurhanu nr V (ćwiartka B)

Klasa petrograficzna	Częstość występowania skał lokalnych elementów kurhanu [%]
1a - szaro-różowy, średniokrystaliczny granitoid	11,0%
1b - różowy, grubokrystaliczny granitoid	6,0%
1c - jasnoszary, średniokrystaliczny granitoid	6,0%
1d - maficzny, średniokrystaliczny granitoid	0,0%
1e - różowy, drobnokrystaliczny granitoid	3,3%
2a - drobnoblastyczny gnejs	15,4%
2b - średnio- i gruboblastyczny gnejs	30,2%
3a - gruboblastyczny kwarcyt	3,8%
3b - drobnoblastyczny kwarcyt	15,4%
4a - porfir kwarcowy	1,6%
4b - porfir bezkwarcowy	2,7%
5 - amfibolit	4,4%

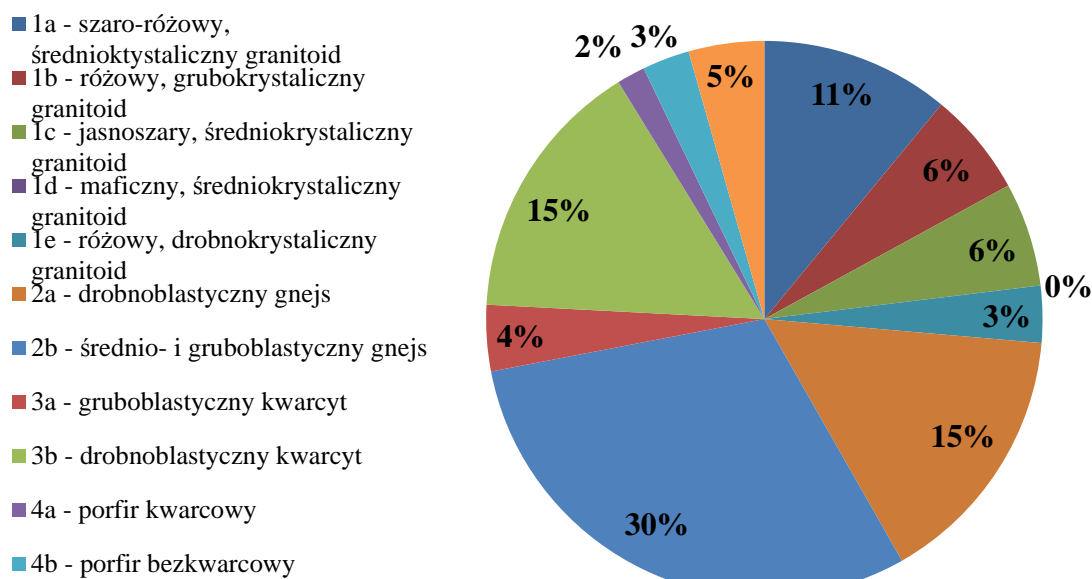


Fig. 4 Częstość występowania klas petrograficznych lokalnych elementów płaszcz kurhanu (ćwiartka B)





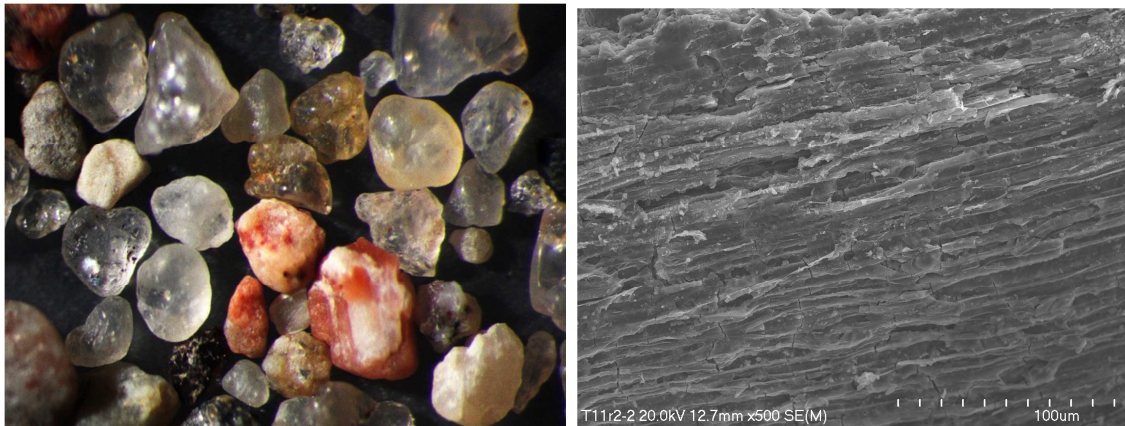
Fot. 10 Fragment kamiennego bruku w ćwiartce B nad obiektem nr 1.

### **3. Badania materiału znajdującego się pod kamieniami wieńca**

Badania skoncentrowano na drobnych frakcjach odsianych z materiału pobranego spod kamieni wieńca. W badaniach wydzielono na sitach frakcję ziarnową o ziarnach 2,5 - 1,0 mm. W obserwacjach tej frakcji stosowano lupę binokularną i mikroskop skaningowy. Otrzymane wyniki zaprezentowano w tabelkach i na wykresach.

Obserwacje wskazują, że głównym składnikiem frakcji jest kwarc, któremu towarzyszą niewielkie ilości skaleni, pojedyncze blaszki mik i okruch koncentracji żelazistych (Fot. 11 A).

Wśród ziarn kwarcu dominują ziarna naturalne, białe lub przezroczyste. Rzadziej napotyka się ziarna pokryte tlenkami żelaza (żółte) i przepalone ziarna kwarcu (Tab. 4). Obok wymienionych składników mineralnych w badanym materiale obserwowano drobne węgielki drzewne (Fot. 11 B). Oznacza to, że podczas formowania kurhanu lub przed jego formowaniem w tym rejonie palono ogniska. Na powstałych wówczas pojedynczych węgielkach położono kamienie wieńca.



**A**

**B**

Fot. 11 A – Materiał występujący pod kamieniami wieńca. Frakcja 2,5-1,0 mm. Mikroskopowy obraz naturalnych ziaren kwarcu (szare i przezroczyste), ziaren pokrytych tlenkami żelaza (żółte), ziaren przepalonych (szare słabo przezroczyste). Towarzyszą im skalenie (różowe) Lupa binokularna, powiększenie 20 x). B – mikroskopowy obraz tkanki zwęglonego drewna z pod kamienia wieńca kurhanu (ćwiartka A). Mikroskop skaningowy, powiększenie wg. skali.

Tab. 4 Skład mineralny frakcji 2,5-1,0 mm wydzielonej z piasku występującego spod kamieniami wieńca

ćwiartka A	Udział [%]
kwarc biały	63,4
kwarc przezroczysty	21,8
kwarc żółty	7
kwarc przepalony	1,8
skalenie	3,6
miki	0,8
węgielki	1,6

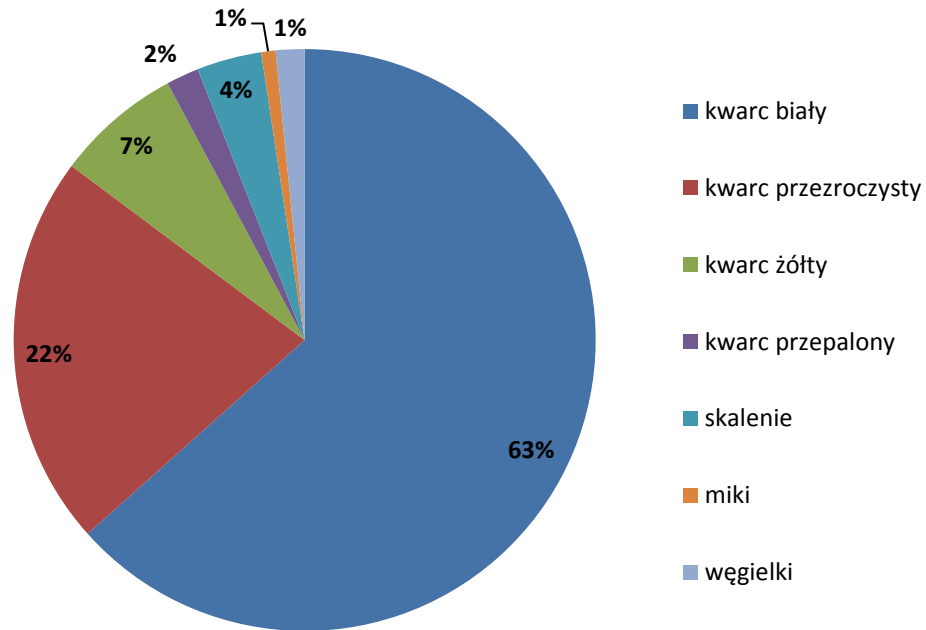


Fig. 5 Wykres zawartości składników mineralnych we frakcji 2,5-1,0 mm wydzielonej z piasku znajdującego się pod kamieniami wieńca kurhanu V – ćwiartka A.

#### 4. Badania geochemiczne

##### a. Badania patyny z brązowych elementów z grobu nr 141, ciałopalnego, odkrytego w bezpośrednim sąsiedztwie kurhanu V

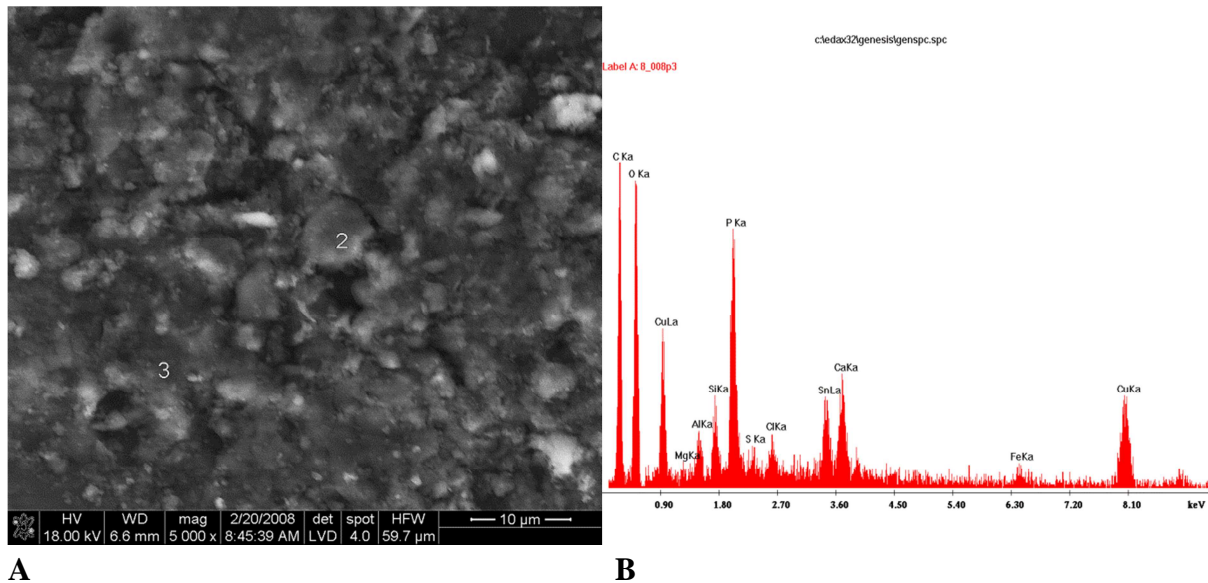
Prace wykopaliskowe pozwoliły odkryć w grobie 141 przedmioty z brązu, wśród których znajdowała się zapinka o mocno skorodowanej powierzchni pokrytej minerałami wtórnymi (Fot. 12 ). Wykonano analizy w celu rozpoznania rodzaju brązu.

Badaniami objęto mikroziarna powstałe podczas oczyszczania zapinki brązowej. Mikroziarna te obserwowano przy pomocy mikroskopu skaningowego wykonując równocześnie analizy chemiczne metoda EDS z wykorzystaniem przystawki znajdującej się w mikroskopie.



Fot. 12 Przedmioty z brązu w miejscu odkrycia - grób 141. Z prawej strony widoczna fibula, której mikrofragmenty przeznaczone do badań.

Badania chemiczne i fazowe wielu punktów skorodowanej powierzchni zapinki (Fot. A) wykazały głównie obecność słabo krystalicznych fosforanów miedzi, które można zaliczyć do grupy turkusów miedziowych. W turkusach znajdujących się w produktach korozji zapinki, miedź pochodzi z brązu (z zapinki) zaś fosfor ze zdekomponowanych kości ludzkich. Oznacza to, że rozpoznane turkusy mają częściowo pochodzenie antropogeniczne. Rozpoznanym pierwiastkom towarzyszą niewielkie ilości węgla oraz śladowe ilości Ca, Si i Al. (Fot. B)



Fot. 13 A – Obraz skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) skorodowanej powierzchni zapinki. Zielone numery wskazują miejsca wykonania analiz chemicznych metodą EDS. B – widmo EDS z produktów korozji analizowanych w punkcie 2.

Pozostałe analizy wykonane wykazały zbliżony skład pierwiastkowy produktów korozji zapinki.

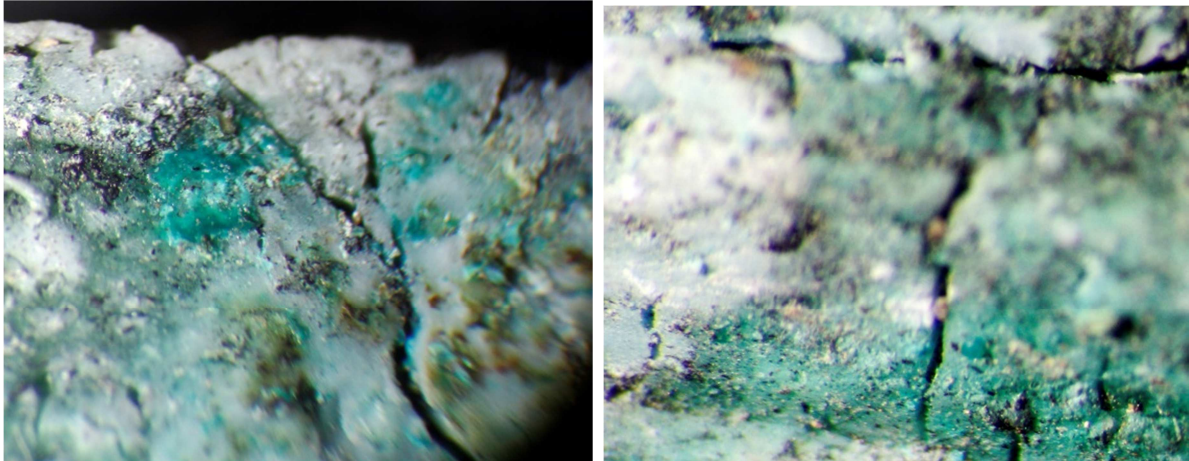
Wcześniejsze badania produktów korozji zapinek dowodzą, że w trakcie procesu korodowania z pierwotnego brązu, z którego wykonano fibule, pierwiastki usuwane są selektywnie. W pierwszej kolejności usuwane są cyna, cynk, ołów i np. srebro, tak że skład chemiczny produktów korozji nie oddaje pierwotnego składu chemicznego brązu użytego do wykonania różnego rodzaju przedmiotów (Pawlikowski, et al., 2010). W związku z tym, wyników chemicznych badań skorodowanych przedmiotów brązowych nie można interpretować jako składu chemicznego pierwotnego brązu.

#### **b. Badania mineralizacji miedzią spalonych kości z grobu nr 141**

Badania koncentrowano na mineralogicznych produktach procesów wtórnych, w szczególności na zjawisku wtórnej mineralizacji kości związkami pochodzącymi z korozji brązowych zapinek, które odkryto w tym grobie.

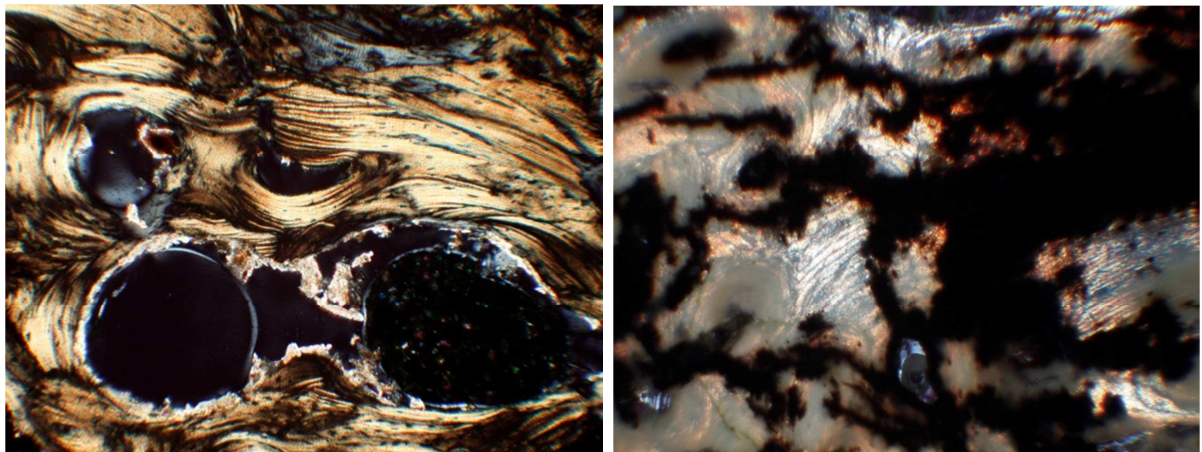
W badaniach wykorzystano mikroskopię do przechodzącego światła spolaryzowanego, a także mikroskop skaningowy z przystawką do analiz chemicznych prowadzonych metodą EDS.

Już obserwacje pod lupą binokularną pozwoliły zaobserwować, że małe fragmenty kości (grób ciałopalny) pokryte są zielonkavo-błękitnym nalotem (Fot. 14 A, B). Właśnie te fragmenty poddano badaniom.



**A** **B**  
Fot. 14 A, B – fosforany miedzi (turkusy) utworzone wtórnie na kościach z grobu 141 oraz miedzi ze skorodowanych fibul. Powiększenie 2 x.

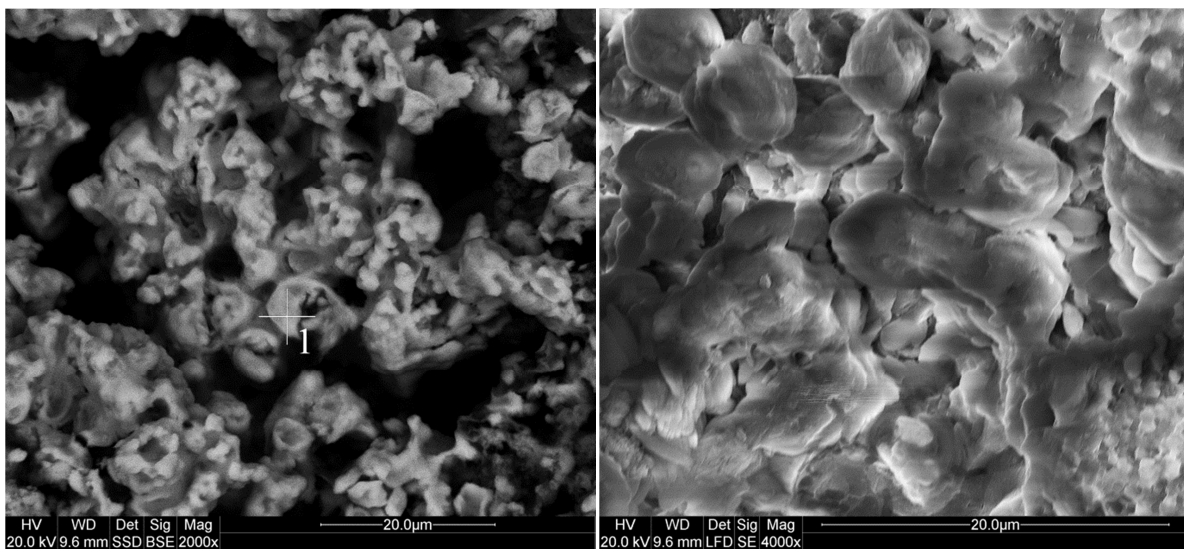
Obserwacje prowadzone przy pomocy mikroskopu polaryzacyjnego pozwoliły stwierdzić, że beleczki kostne przepalonych kości wykazują zmiany termiczne. Dotyczy to zwłaszcza włókien kolagenowych zmineralizowanych hydroksyapatytem. Wygrzanie kości do wysokiej temperatury spowodowało zmianę właściwości optycznych włókien kolagenowych. Zmiany te manifestują się zarówno zmianą kierunków wygaszania światła spolaryzowanego, jak też zmianą barw interferencyjnych z szarych na beżowe (Fot. 15 A). Może to być związane z obecnością śladowych ilości utlenionego żelaza do  $Fe^{3+}$ , co sugerują wyniki analiz chemicznych EDS. Jest to wysoce prawdopodobne, ponieważ kości znajdowały się długo w osadzie zawierającym orsztyny, czyli horyzonty zawierające  $Fe^{3+}$ . Pogląd ten potwierdzają także obserwacje innych fragmentów kości, w których obecne są niewielkie ilości związków żelaza w formie żyłek, smug i impregnacji (Fot. 15 B).



**A** **B**

Fot. 15 Mikroskopowy obraz kości objętych wtórną mineralizacją miedziową. A – widoczne, zmienione struktury kolagenu beleczek kostnych obserwowane jako skręcenie płaszczyzny polaryzacji światła. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 80 x. B – kość z grobu 141 objęta wtórną mineralizacją związkami miedzi i żelaza. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 160 x.

Innych interesujących danych dostarczyły badania wykonane z pomocą mikroskopu skaningowego z przystawką do analiz chemicznych EDS. Obserwacje morfologii niebieskich nalotów występujących na powierzchni kości wykazały, że są one słabo krystaliczne i posiadają formy charakterystyczne dla powierzchniowych nalotów fosforanowych (Fot. 16 A, B). Obserwacje te zostały potwierdzone analizami chemicznymi wykonanymi metodą EDS.

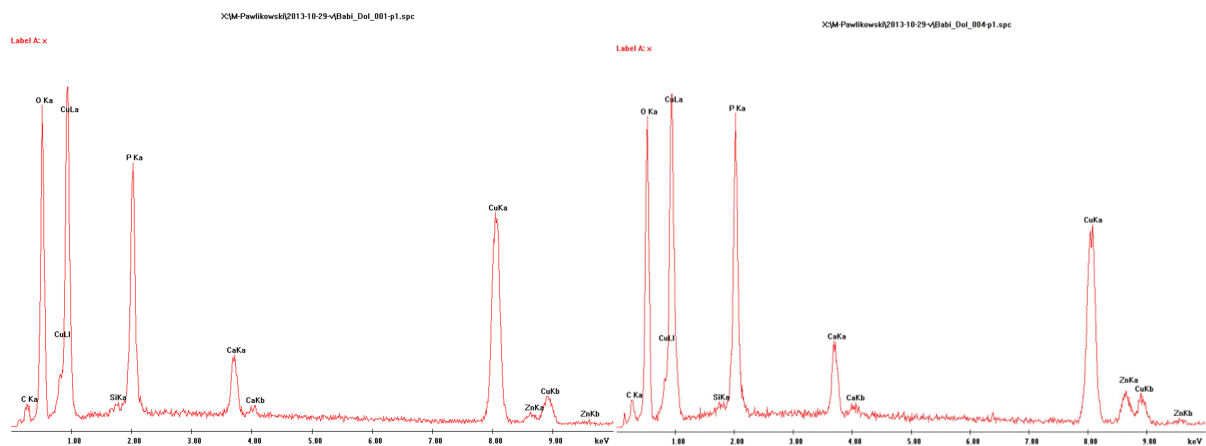


**A**

**B**

Fot. 16 A, B- obrazy mikroskopowe fosforanów miedzi (turkusów) utworzonych na powierzchni kości z grobu 141. SEM, powiększenie wg skali.

Z analiz tych wynika, że głównymi składnikami zielonkavo-błękitnych nalotów są fosfor, miedź i tlen (Fig. 6 A, B). Miedź pochodzi z zabytków brązowych znajdujących się w grobie, podobnie jak śladowe ilości cynku sugerujące, że wyroby brązowe, zwłaszcza zapinka, wykonane zostały z brązu cynkowego, który został w trakcie korozji wyprowadzony z brązu i wszedł w reakcje ze znajdującym się w pobliżu fragmentem kości.



**A** **B**  
 Fig. 6 A, B - widma EDS fosforanów miedzi (turkusów) utworzonych na powierzchni kości. Cu, Zn pochodzą z korodujących, znajdujących się w pobliżu kości, zabytków brązowych, P i Ca pochodzą z przepalonych kości.

### c. Badania geochemiczne orsztyków z otoczenia grobu nr 141

W związku z sorpcyjnymi właściwościami uwodnionych tlenków żelaza (Rzepa et al. 2005), podobnymi do właściwości sorpcyjnych węgla (Pawlikowski, Słowiczek 2013), została podjęta próba sprawdzenia, czy żelaziste orsztyny znajdujące się w kurhanie V ewentualnie zaabsorbowały jony, które mogą być pochodzenia antropogenicznego. Do badań pobrano, z obszaru ćwiartki A kurhanu, cztery próbki horyzontów orsztynowych. Ich lokalizacje w stosunku do centrum kurhanu pokazuje Fig. 7.

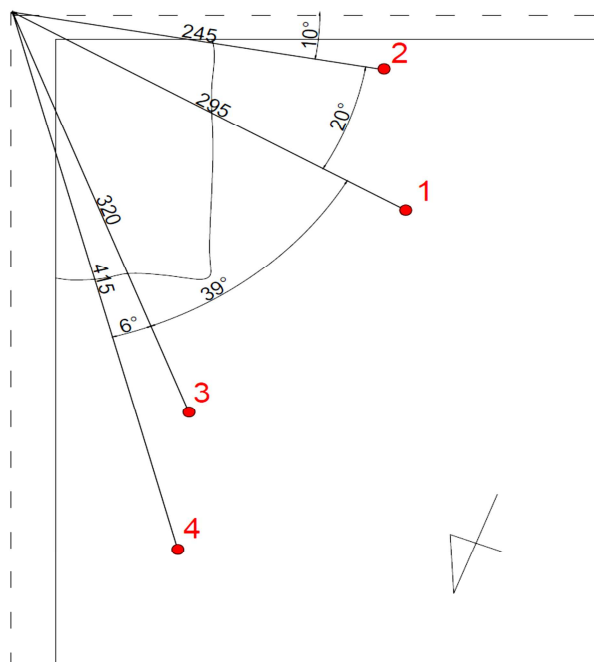


Fig. 7 Miejsca opróbowania orsztyków w ćwiartce A w pobliżu grobu 142.

Orszyny tworzą na tym obszarze nieregularne formy, w których minerały żelaza występują samodzielnie (Fot. 17 A, B ) lub współwystępują z okruchami węgla (Fot. 17 C, D)



**A**



**B**



**C**



**D**

Fot. 17 A, B – Miejsca pobrania próbek 1, 2 z orsztyńów żelazowych bez domieszek innych składników. Poziom 100 cm, ćwiartka A. Lokalizacje próbek pokazuje Fig. 7.

C, D - Miejsca pobrania próbek 3, 4 z orsztyynu zawierającego domieszkę węgla. Poziom 100 cm, ćwiartka A. Lokalizacje próbek pokazuje Fig. 7.

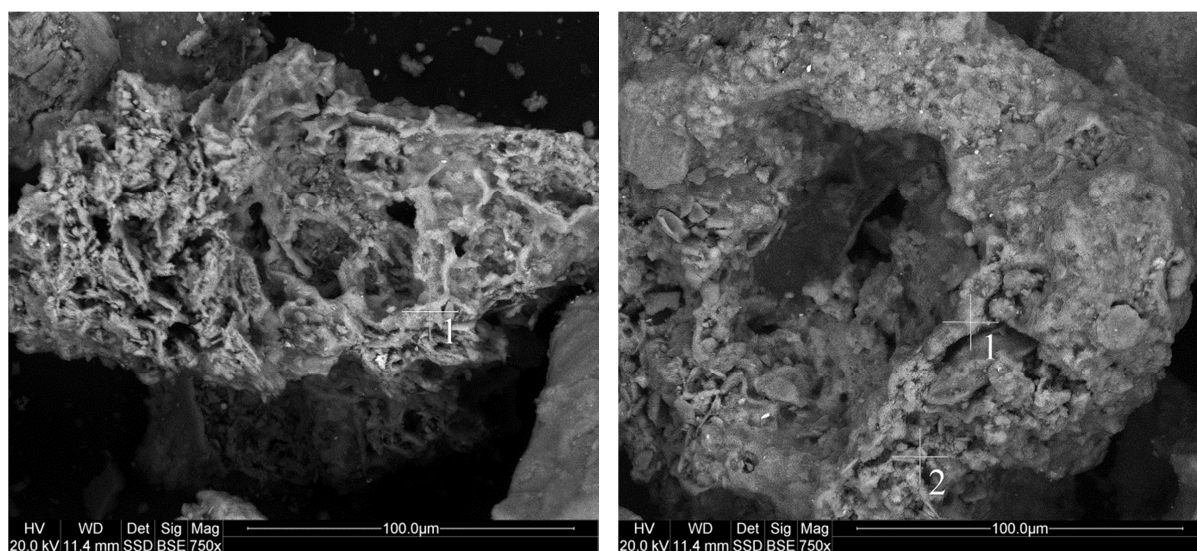
Obserwacje wskazują, że badane orsztyny nie są czysto chemicznego pochodzenia, to znaczy nie wiążą się z odparowaniem wody z powierzchni wilgoci gruntowej. W tym przypadku powstają bowiem horyzonty orsztynowe o układach mniej więcej równoległych

Sposób występowania orsztyńów oraz ich struktura i skład mineralny (związki żelaza + węgiel) wskazują, że genetycznie są one związane z aktywnością korzeni drzew i krzewów, a w szczególności z pobieraniem przez korzenie wody. Proces pobierania wody związany jest z jej filtrowaniem i kondensacją rozpuszczonych w wodzie związków na powierzchni korzenia. Proces zasysania wody przez korzenie, który prowadzi do strącania się orsztyńów, może prowadzić także do koncentrowania się w tego typu orsztynach innych kationów znajdujących się w wodzie. Po ustaniu procesów życiowych roślin i zaniku korzeni obserwuje się wspomniane formy orsztynowe takie, jak pokazano na powyższych fotografiach.



W celu sprawdzenia jakie metale, oprócz żelaza, zostały zaabsorbowane przez odkryte orszyny, badaniom poddano próbki (1 i 4). Wykonano je przy pomocy mikroskopu skaningowego z przystawką do analiz chemicznych metodą EDS.

Obserwacje morfologii orszynów wykazały, że ich struktura jest mocno porowata, a związki żelaza tworzą samodzielne koncentracje (Fot. 18 A), bądź otoczki na ziarnach kwarcu (Fot. 18 B).



**A**

**B**

Fot. 18 Mikroskopowy obraz morfologii tlenków i uwodnionych tlenków żelaza z horyzontów orszynowych pobranych z ćwiartki A. A - orszyn z próbki 1 w formie ziarnistej koncentracji, B – orszyn z próbki 4, powłoczka związków żelaza, która odpadła od ziarna kwarcu. Powiększenia wg skali.

Analizy chemiczne orszynowych koncentracji związków żelaza dowodzą, że obok Fe, Mn, O, Si, Al, zawierają one Cu, Ti, Zn, P (Fig. 8, 9). Występowanie tych pierwiastków, zwłaszcza Cu, Zn, i Ti związane jest bez wątpienia ze znajdującymi się an cmentarzysku zabytkami, które wykonano z brązu. Podczas korozji brązów, uwolnione pierwiastki migrując wraz z wodami gruntowymi, zostały zaabsorbowane przez strącające się na korzeniach związki żelaza.

Obecność śladowych ilości fosforu również jest związana z cmentarzyskiem oraz dekompozycją kości pochowanych tu ludzi. Fosfor uwolniony z kości w procesie chemicznej ich destrukcji, został zaabsorbowany przez wodorotlenki żelaza, podobnie jak metale uwolnione z brązów.

Label A: x

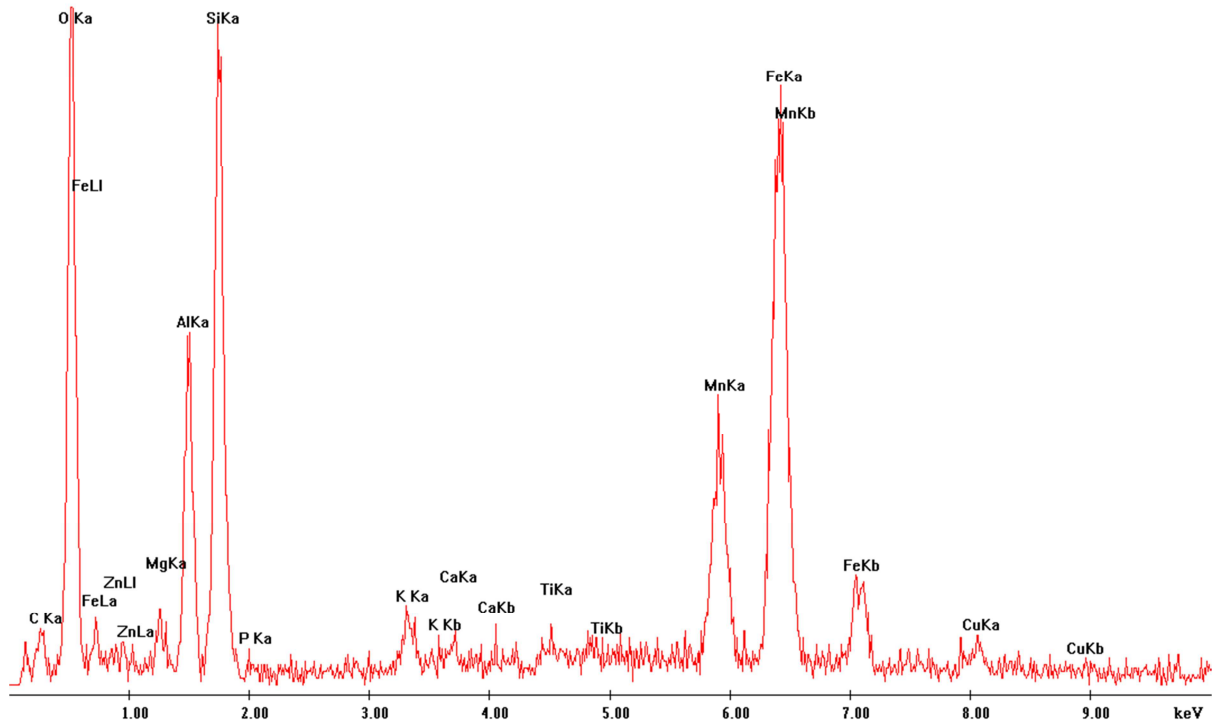


Fig. 8 Widmo EDS orsztynu z okolicy grobu 142. Widoczne domieszki zaabsorbowanych

X:\M-Pawlikowski\2013-10-29-\1Babi\_Dol-2\_004-p1.spc

Label A: x

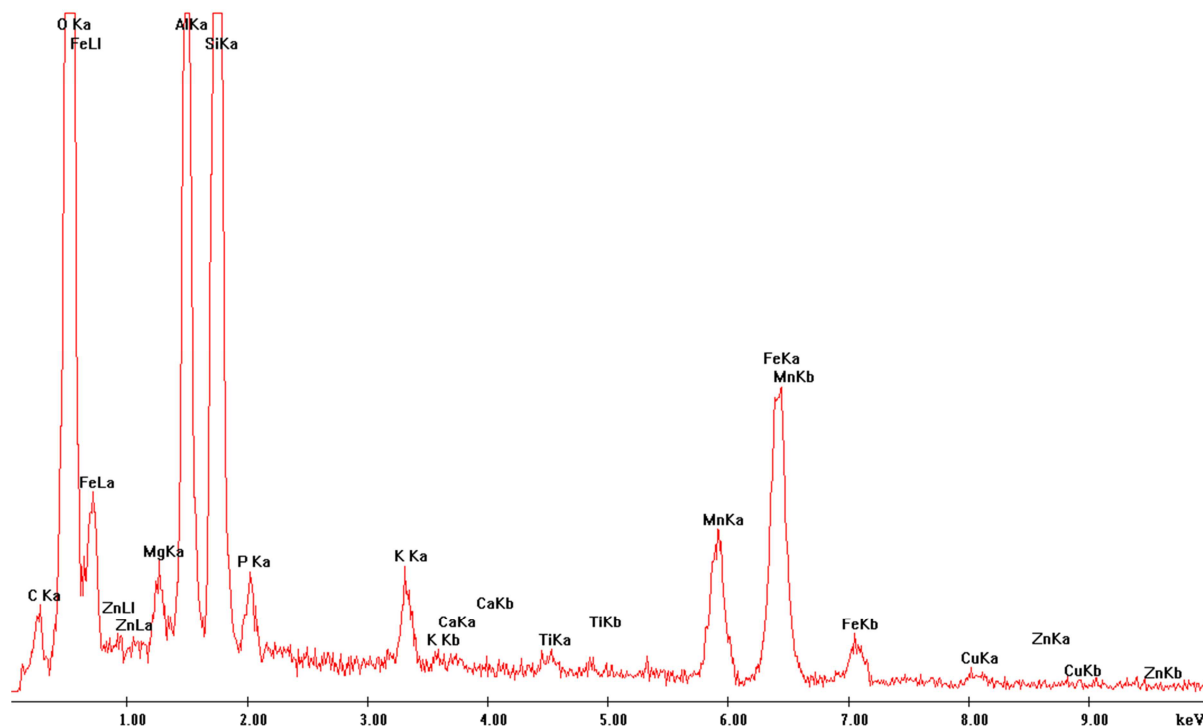


Fig. 9 Widmo EDS orsztynu z okolicy grobu 142. Widoczne domieszki zaabsorbowanych P, Cu, Ti, Zn.

## Wnioski

Badania dowodzą, że:

- podczas tworzenia kurhanu, najpierw wykonano wieniec, a następnie płaszcz kamienny
- kamienie wieńca układano tak, by ich górna krawędź była na jednym poziomie, co wymagało posadowienia ich na różnej głębokości. Jedne kamienie wieńca wkopywano, inne podsypywano
- kamienie wieńca dobierano tak, by ich dolna powierzchnia była płaska. W przeciwnym razie, odbijano dolną część kamienia, uzyskując powierzchnie płaską.
- w wieńcu dominują granitoidy i gnejsy
- z wielką ostrożnością można zaproponować dyskusyjny pogląd, że istniało tylko jedno wejście przez otaczający krąg kamienny (wieniec) na obszar płaszcz kamienny. Wejście to było w miejscu wyraźnie odmiennego ułożenia kamienia w wieńcu.
- płaszcz kamienny kurhanu wykonano używając kamieni o przeciętnej średnicy 13cm
- rozpoznano proces korodowania brązów i stwierdzono, że powoduje on powstawanie produktów korozji reprezentowanych przez fosforany miedzi, strukturalnie podobne do

turkusów. Występująca w nich miedź pochodzi z brązów, zaś fosfor z dekomponowanych kości.

- rozpoznano proces wtórnej mineralizacji kości związkami miedzi, której źródłem są zabytki z brązu, znajdujące w grobach cmentarzyska.

- stwierdzono, że występujące w stanowisku orsztyny mogą kumulować pierwiastki uwolnione w procesach destrukcji metali i kości (znajdujących się w stanowisku).

- chemiczne analizy tych orsztyń wykazują obecność Cu, Pb, Zn, Sn i in. jak też fosforu. Pierwiastki te mogą być wskaźnikowe dla występowania zabytków metalowych i kości, a także pomóc w ich lokalizacji oraz identyfikacji stanowiska.

- otrzymane dane, w tym udokumentowany badaniami ogrom prac, które włożono w budowę kurhanu, sugerują, że był on przygotowany jeszcze za życia osoby, którą w nim pochowano. Przygotowanie kurhanu, zwłaszcza zebranie kamieni z ogromnego obszaru, wymagało bowiem przy ówczesnym poziomie transportu, wielomiesięcznej, wytężonej pracy.

## Literatura

Mączyńska, M., 1995 Babi Dół-Borcz. Woiwidschaft Gdańsk, Gemeinde Somonino, Fundstelle 2. Recherches Archeologiques de 1991 et 1992, 46-50.

Mączyńska, M., Urbaniak, A. 2007 Babi Dół-Borcz, powiat Kartuzy, stanowisko 2. Badania cmentarzyska z okresu rzymskiego w latach 1993-2003, „Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Archaeologica” 25, 23-54.

Mączyńska, M., Pawlikowski, M., Żychowski, J. 2006 Wyniki badań mineralogicznych i chemicznych grobu 104 i jego otoczenia. Cmentarzysko kultury wielbarskiej. Babi Dół Borcz, powiat Kartuzy, „Pomorania Antiqua” 21, 249-262.

Pawlikowski, M. 2007a Wyniki badań mineralogicznych osadów z cmentarzyska z okresu rzymskiego w Babim Dole-Borczu, pow. Kartuzy, stanowisko 2, „Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Archaeologica” 25, 61-72.

Pawlikowski, M. 2007b Badania mineralogiczne stel z cmentarza w Babim Dole-Borczu, pow. Kartuzy, stanowisko 2, „Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Archaeologica” 25, 53-59.

Pawlikowski, M., Błaszczak, M., Urbaniak, A., 2010 Badania mineralogiczne zjawiska korozji przedmiotów z brązu, stanowisko Babi Dół-Borcz, Powiat Kartuzy, „Terra Barbarica, Monumenta Archaeologica Barbarica, Series Gemina, Tomus II” Łódź-Warszawa, 731-743.

Pawlikowski M., Słowioczek E., 2013 Właściwości sorpcyjne węgla ze stanowiska Archeologicznego tel el Farcha . Delta Nilu. Egipt, w świetle badań mineralogiczno-petrograficznych. Sorbenty mineralne, 327-337.

Rzepa G., Bajda T., Ratajczak T., Kłojzy-Kaczmarczyk B., Mazurek J., 2005 Możliwości wykorzystania rud darniowych jako sorbentów metali ciężkich. Materiały: II Kongres Inżynierii Środowiska, T. 1, Lublin : PAN, 909–917.

