

*Maciej Pawlikowski*

**WYNIKI BADAŃ MINERALOGICZNYCH  
OBIEKTÓW Z CMENTARZYSKA Z OKRESU RZYMSKIEGO  
W BABIM DOLE-BORCZU, POW. KARTUZY, STANOWISKO 2  
Z BADAŃ W 2002 r.**

Analiza materiałów archeologicznych pochodzących z sezonu 2002 obejmowała dwie grupy zagadnień:

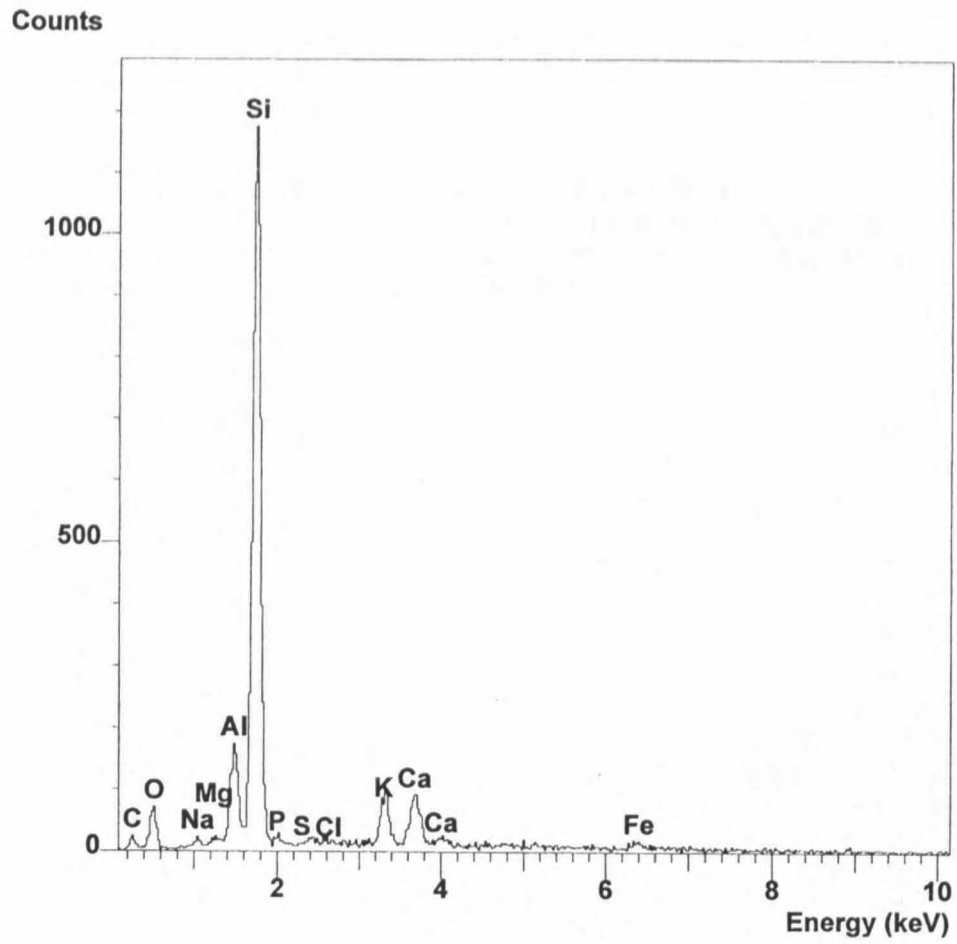
- 1) badania przepalonych kości z grobów jamowych 82 i 83,
- 2) badania drobnych frakcji z osadów pochodzących z południowo-wschodniej części obiektu 85 – miejsca obróbki steli.

Badania te realizowano, stosując następujące metody: mikroskopię cyfrową, mikroskopię polaryzacyjną, mikroskopię skaningową i analizy chemiczne metodą EDX. Preparaty przygotowywano klasycznie w formie szkiełek, tnąc wstępnie próbki na pile diamentowej, szlifując je i polerując. Obserwowane zjawiska dokumentowano fotograficznie. Wykonano mikro-fotografie badanego materiału oraz przeprowadzono interpretacje otrzymanych wyników badań.

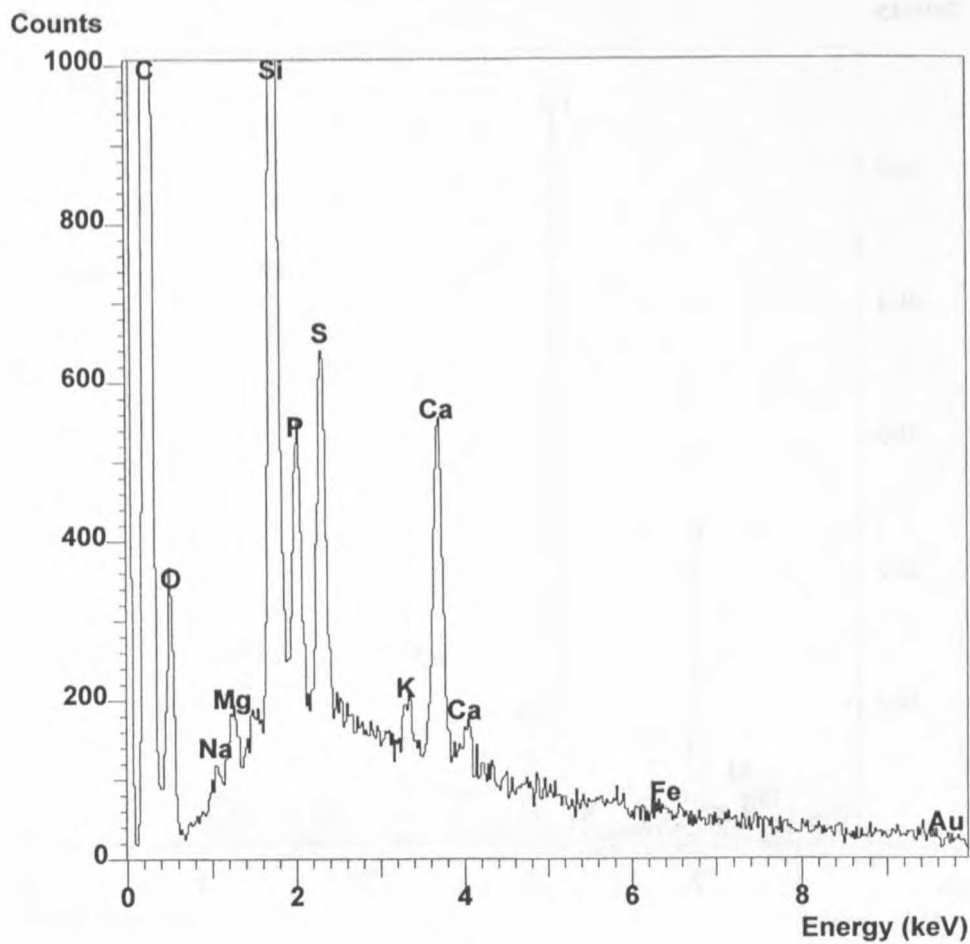
Groby jamowe 82 i 83 były niewielkimi i płytkimi zaciemnieniami o wymiarach  $38 \times 25$  i  $20 \times 20$  cm, zawierającymi drobne spalone kości. W grobie 83 znaleziono ponadto przęślik gliniany.

Z grobu 82 do badań laboratoryjnych pobrano małe fragmenty kości czaszki. Obserwacje wykonane za pomocą mikroskopu cyfrowego pozwoliły stwierdzić, że powierzchnia kości czaszki jest spękana, zarówno w wyniku oddziaływania wysokiej temperatury, jak i wód gruntowych. Gąbczasta część kości czaszki w porównaniu z kością współczesną jest mocno zmieniona, krucha i rozsypliwa (fot. 1). Belecзки kostne są także termicznie spękane, a ich wewnętrzna struktura jest często zatarta.

Badania chemiczne osadu z otoczenia grobu wykonane metoda EDX w mikroskopie skaningowym Jeol 540 wskazują, że osady występujące na poziomie grobu nie zawierają śladów fosforu ani wapnia, natomiast osady występujące pod kośćmi są dość wyraźnie w te pierwiastki wzbogacone (por. widma EDX, ryc. 1–2).

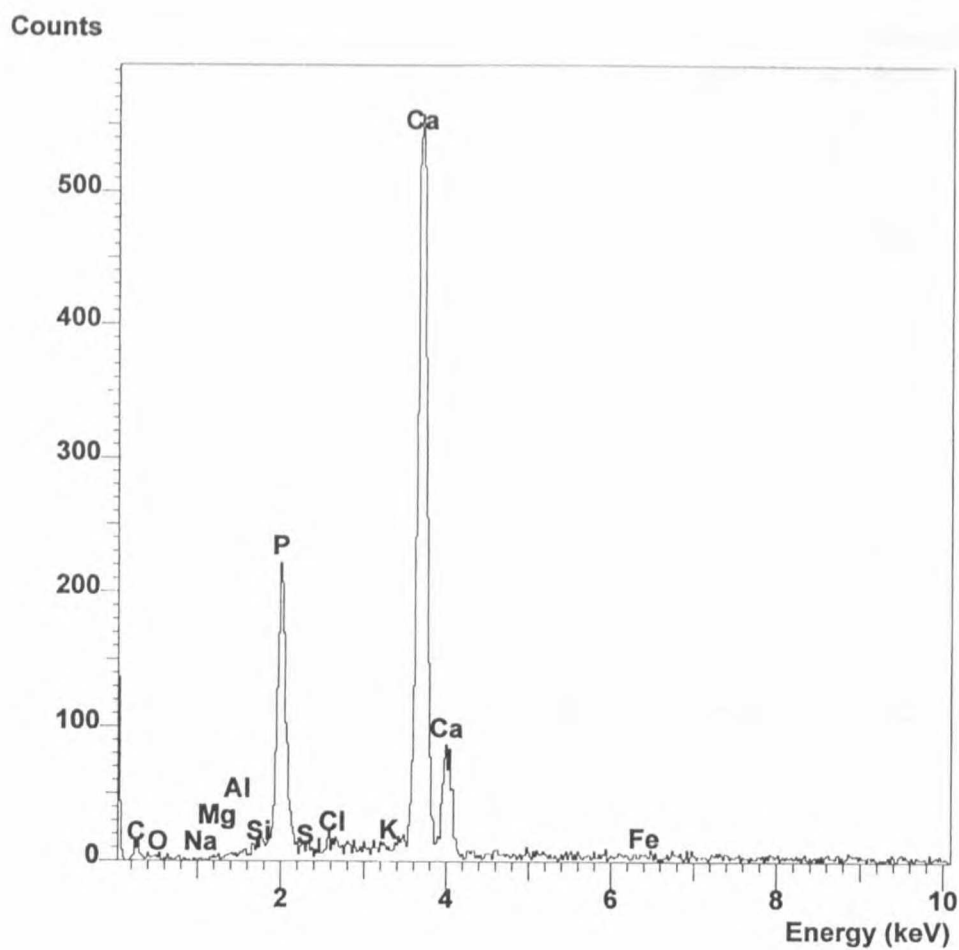


Ryc. 1. Widmo EDX osadu otaczającego grób 82  
Abb. 1. EDX-Spektrum des Sedimentes um das Grab 82

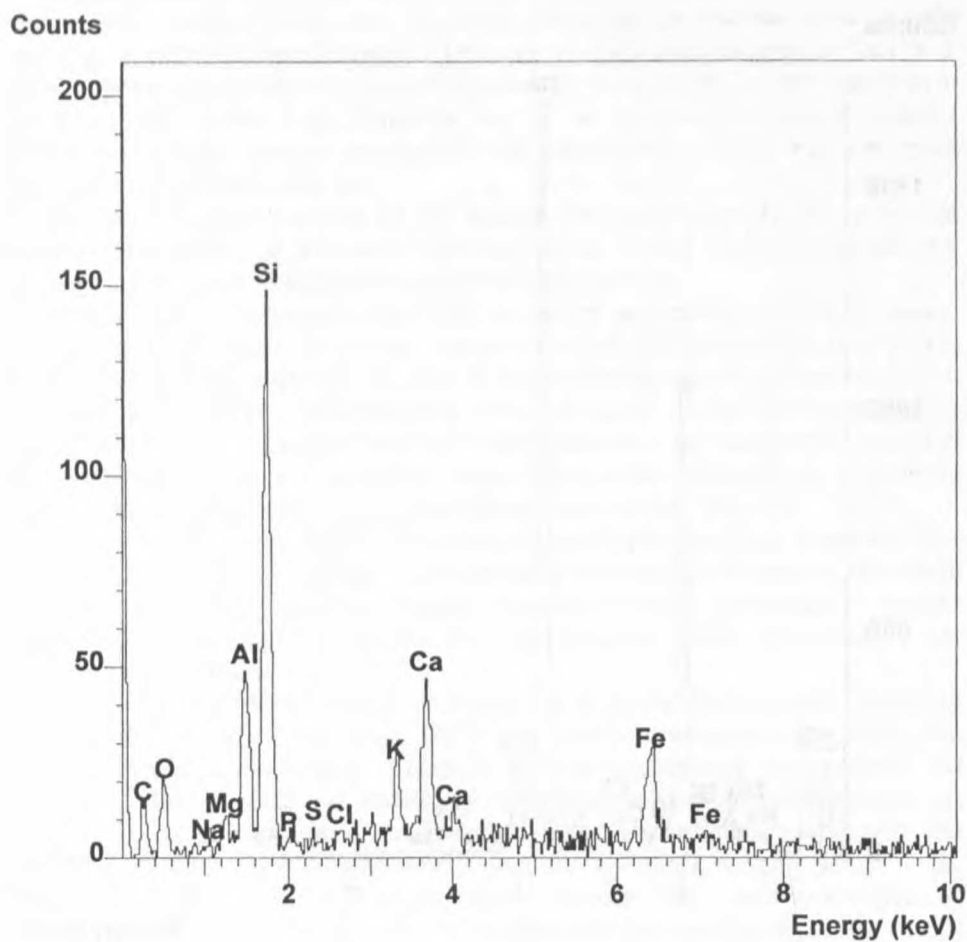


Ryc. 2. Widmo EDX osadu spod grobu 82. Wzbogacenie osadu w P i Ca sugeruje częściowe rozpuszczenie kości

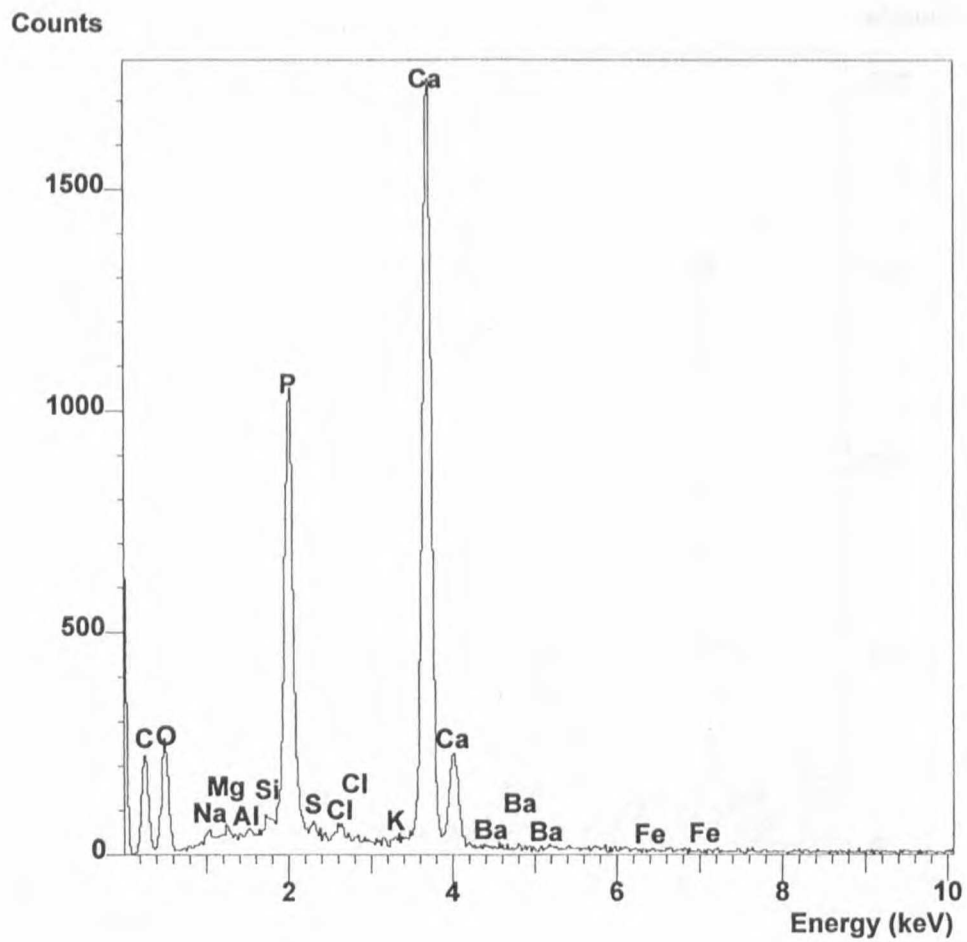
Abb. 2. EDX-Spektrum des Sedimentes unter dem Grab 82. Die Bereicherung des Sedimentes an P und Ca ist vermutlich durch die partielle Knochenauflösung verursacht worden



Ryc. 3. Widmo EDX kości czaszki z grobu 83. Proporcja P/CA sugeruje niepełną mineralizację kości, charakterystyczną dla kości do 16–18 roku życia  
Abb. 3. EDX-Spektrum der Schädelknochen aus dem Grab 83



Ryc. 4. Grób 83. Widmo EDX osadu z otoczenia grobu. Osad zbudowany z krzemianów i glinokrzemianów oraz minerałów żelaza (orsztyn). Widoczne w widmie niewielkie piki Ca i P dowodzą rozpuszczania kości i wnikania tych pierwiastków do osadu  
 Abb. 4. Grab 83. EDX-Spektrum aus der Grabumgebung. Das Sediment aus Silikaten, Aluminiumsilikaten und Eisenmineralien (Ortstein). Kleine Spitzen vom Ca und P im Spektrum belegen die Knochenauflösung, wodurch die Grundstoffe ins Sediment gelangten



Ryc. 5. Widmo EDX przepalanej, w pełni zmineralizowanej „dorosłej” kości  
Abb. 5. EDX-Spektrum eines verbrannten, vollständig mineralisierten Knochen eines Erwachsenen

Szczególnie interesujące okazały się wyniki badań chemicznych samej kości (por. widmo EDX, ryc. 3), które wskazują, że badana kość czaszki nie jest w pełni zmineralizowana. Dotyczy to zwłaszcza proporcji  $Ca/P > 2$ . Dla w pełni wykształconej i zmineralizowanej kości wartość tego współczynnika wynosi około 1,63. Sugeruje to, że w grobie pochowano dziecko o kościach, które jeszcze niezupełnie się wykształciły. Wiek tego osobnika można określić na kilka lat<sup>1</sup>.

Materiał kostny z grobu 83 był bardzo źle zachowany. Kości są bardzo mocno zmienione, a na kości korowej żeber widać rozdzielanie się poszczególnych pasm kolagenowo-apatytowych (fot. 2).

Obok kości ulegających wyraźnie procesom naturalnej destrukcji napotkano na pojedyncze fragmenciki, na powierzchni których widać rozwijający się proces mineralizacji (fot. 3). Jest to mineralizacja krzemionkowo-żelazista, spowodowana najprawdopodobniej przez żelaziste wody gruntowe, które w profilach wielu wykopów spowodowały osadzenie się warstewek orsztynu. Inne drobne fragmenty kości są natomiast mocno rozsypliwie, a beleczki kostne kości gąbczastej są w nich bardzo zniszczone (fot. 4).

Analizy chemiczne osadu z otoczenia grobu potwierdzają rozpuszczanie się kości w grobie i migrację uwolnionego z nich fosforu i wapnia do osadu (ryc. 4). Dotyczy to głównie wapnia, natomiast fosfor występuje w osadzie śladowo, co sugeruje, że jest on po rozpuszczeniu kości wymywany i odprowadzany z osadu.

W analizach chemicznych wykonanych metodą EDX kości wykazują pełną mineralizację. Proporcja  $Ca/P$  jest charakterystyczna dla kości całkowicie zmineralizowanych. Oznacza to, że pochowany tu osobnik był dorosły. Można także stwierdzić, że temperatura podczas ciałopalenia nie była w stosie równomierna, bowiem w niektórych kościach zachowany jest nadal hydroksyapatyt węglanowy (mineralny składnik kości), który – jak wiadomo – dysocjuje w temperaturach ponad 480°, przebudowując się w pirofosforany. Dzięki tej nierównomierności temperatur w stosie mogły w grobie zachować się fragmenty kostek, bowiem powstające po spaleniu kości pirofosforany są nietrwałe i szybko ulegają rozpuszczeniu.

Obiekt 85 był skupiskiem odłupków pochodzących z obróbki jednej steli z czerwonego granitu (por. MĄCZYŃSKA, URBANIAK, w tym samym tomie). Odłupki zalegały w dwóch warstwach na przestrzeni  $2,60 \times 1,50$  m. Badania osadu znajdującego się pod odłupkami wykazały, że jest on ubogi w mikrozabytki. Obserwacje prowadzone za pomocą mikroskopu cyfrowego wykazały, że orsztyń obecny w osadzie lokuje się w przestrzeniach międzyziarnowych. Występujące w nim tlenki i wodorotlenki żelaza (fot. 5) obecne są

<sup>1</sup> Badania antropologiczne kości z grobów 82 i 83, przeprowadzone przez dr W. Lorkiewicza z Instytutu Antropologii UŁ, wykazały jednak, że w grobie 82 pochowano osobnika dorosłego, a w grobie 83 dziecko w wieku 7–15 lat (przyt. red., zob. artykuł M. MĄCZYŃSKIEJ i A. URBANIAK w tym samym tomie).

w kilku generacjach, co dowodzi oscylacji poziomu wód gruntowych. Pod niektórymi odłupkami osad zawiera śladowe ilości pyłu węglowego (fot. 6) o nieznaną genezę. Jest on obecny w formie rozproszony lub lokuje się w formach żyłkowych, co może sugerować, że ma charakter wtórny.

Obserwacje prowadzone za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego (przy jednym polaroidzie) wskazują, że także ziarna kwarcu pokryte są tlenkami i wodorotlenkami żelaza, a pomiędzy ziarnami występują ciemne minerały (biotyt, piroksen), które do osadu dostały się w wyniku obróbki steli (fot. 7). Odmienne wygląda materiał okruszowy z białych piasków, które objęte są procesem bielcowania i występują płytko pod leśną glebą (fot. 8). W osadzie tym ziarna kwarcu pozbawione są żelazistych powłoczek. Oznacza to, że kwasy organiczne (humusowe), penetrujące z gleby w dół, rozpuściły żelazo występujące w piaskach. Zostało ono przemieszczone głębiej, gdzie właśnie straciło się w postaci orsztynu.

Pod jednym z większych odłupków granitowych natrafiono na fragment przepalanej kostki, którą także powierzchniowo pokrywają tlenki i wodorotlenki żelaza. Ponieważ nie natrafiono na większą ilość kości, można przypuszczać, że wystąpienie fragmentu ma charakter incydentalny.

prof. dr hab. inż. Maciej Pawlikowski  
Zakład Mineralogii, Petrografii i Geochemii  
Akademia Górniczo-Hutnicza  
Al. Mickiewicza 30  
PL – 30-059 Kraków

*Maciej Pawlikowski*

**MINERALOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON OBJEKTEN  
AUS DEM GRÄBERFELD DER RÖMISCHEN KAISERZEIT IN BABI DÓL-BORCZ,  
KR. KARTUZY, FUNDSTELLE 2, AUSGRABUNGEN IM JAHRE 2002**  
Zusammenfassung

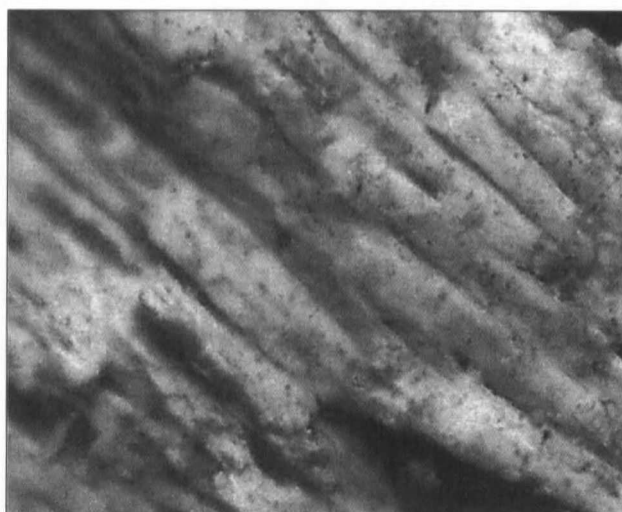
Es wurden aus den beiden Brandgrubengräbern 82 und 83 verbrannte Knochen untersucht. Die Schädelfragmente aus Grab 82 waren noch nicht vollständig mineralisiert, was darauf hindeutet, dass es eine Kinderbestattung war. Im Grab 83 waren die Knochen dagegen voll mineralisiert; vermutlich handelt es sich hier um einen Erwachsenen (die anthropologische Analyse hat andere Ergebnisse gebracht: im Grab 83 wurde ein Kind von 7–15 Jahren, im Grab 82 ein Erwachsener bestattet – Red.). Im Boden unter den beiden Gräbern wurden Spuren von ausgeschwemmtem Kalzium und Phosphor beobachtet.

Befund 85 war die Bearbeitungsstelle eines Grabsteines aus rotem Granit. Unter zwei Schichten von Abschlügen fand man u. a. Spuren vom Holzkohlestaub, höchstwahrscheinlich in sekundärer Lage. Unter dem Polarisationsmikroskop waren dunkle Mineralien (Biotit, Pyroxen) zwischen Quarzkörnern zu sehen, die in die Sedimente als Resultat der Bearbeitung des Grabsteines geraten sind.

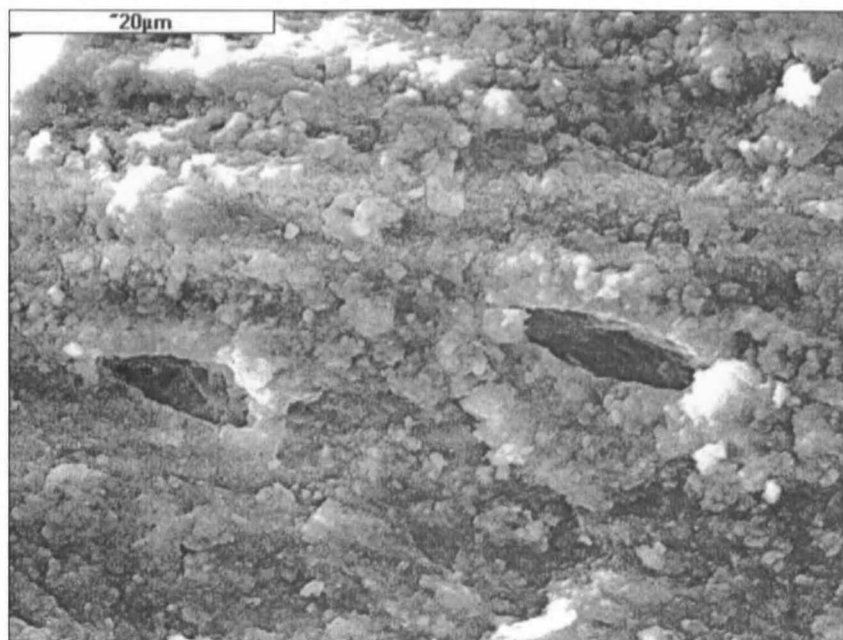




Fot. 1. Grób 82. Fragment kości czaszki z licznymi pęknięciami wskutek oddziaływania wysokiej temperatury. Mikroskop cyfrowy. Powiększenie ok.  $5\times$   
Photo 1. Grab 82. Fragment eines Schädelknochens mit zahlreichen, durch die hohe Temperatur verursachten Rissen. Digitalmikroskop. Vergrößerung etwa  $5\times$

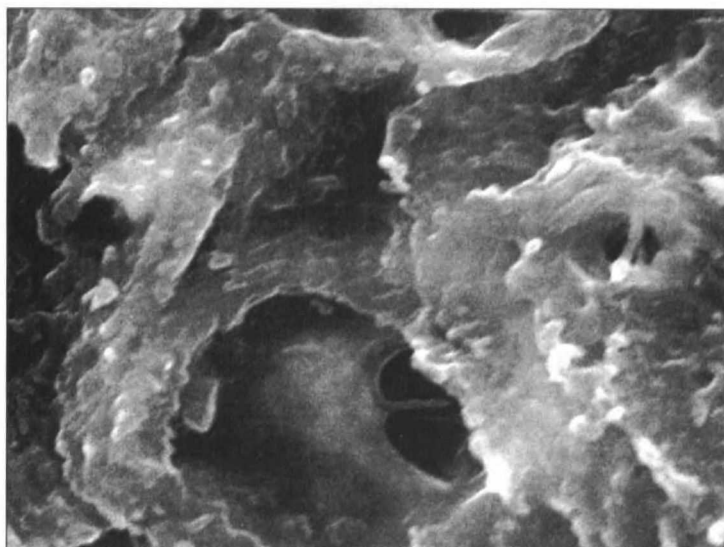


Fot. 2. Grób 83. Fragment zewnętrznej powierzchni korowej zebra. Widoczne rozwarstwienie pakietów kolagenowo-apatytowych. Mikroskop cyfrowy. Powiększenie około  $80\times$   
Photo 2. Grab 83. Fragment der äusseren Rippenoberfläche mit sichtbaren Kolagen-Apatit-Schichten. Digitalmikroskop. Vergrößerung etwa  $80\times$



Fot. 3. Grób 83. Powierzchnia spalonej kości pokryta wtórnym nalotem mineralnym. Mikroskop skanningowy. Powiększenie 100 ×

Photo 3. Oberfläche eines verbrannten Knochens mit sekundärem Mineralbeschlag. Scanning-Mikroskop. Vergrößerung etwa 100 ×



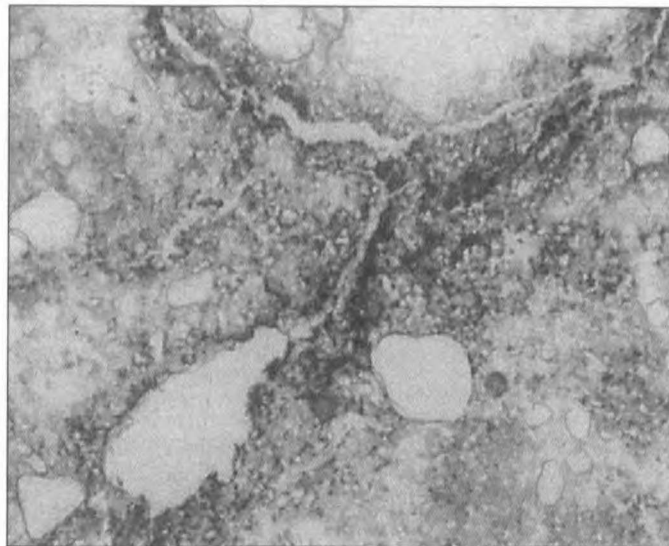
Fot. 4. Grób 83. Struktura termicznie zmienionej kości. Widoczna włóknista struktura beleczek kostnych. Mikroskop skanningowy. Powiększenie 200 ×

Photo 4. Grab 83. Struktur eines thermisch veränderten Knochens. Scanning-Mikroskop, Vergrößerung 200 ×

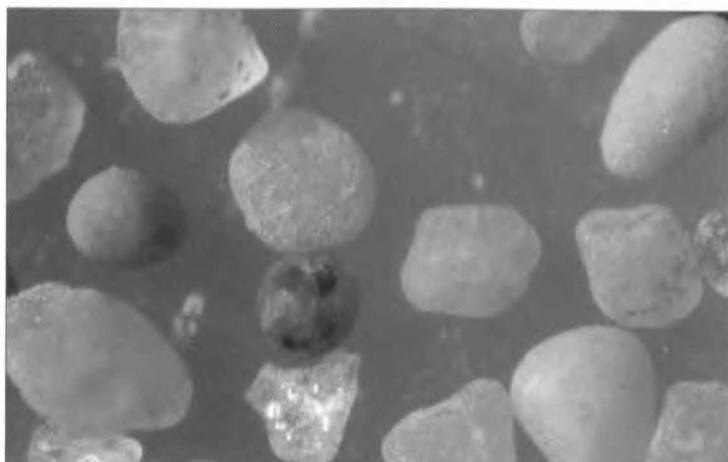


Fot. 5. Obiekt 85. Obraz mikroskopowy drobnoziarnistego osadu występującego pod odlupkiem granitowym. Widoczne czerwono-brunatne koncentracje tlenków i wodorotlenków żelaza.  
Mikroskop cyfrowy. Powiększenie 10 ×

Photo 5. Obiekt 85. Mikroskopbild eines feinkörnigen Sedimentes unter einem Granitabschlag. Sichtbare rot-braune Konzentrationen der Eisenoxide und Eisenhydroxide. Digitalmikroskop, Vergrößerung 10 ×

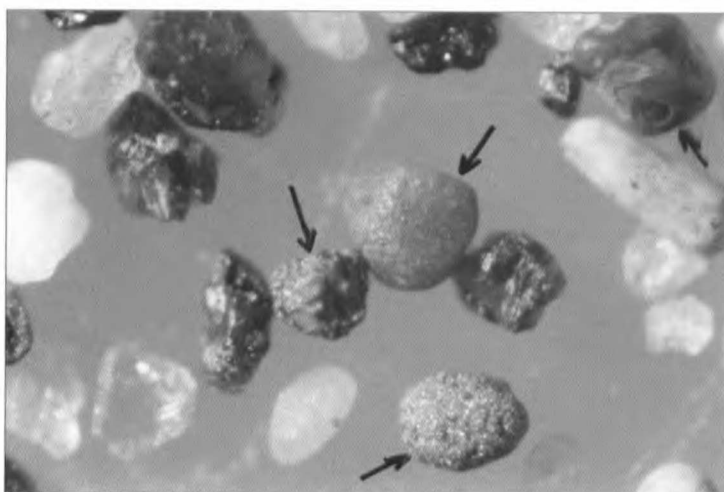


Fot. 6. Obiekt 85. Drobny pył węglowy w osadzie występującym pod odlupkiem powstałym podczas obróbki steli. Mikroskop cyfrowy. Powiększenie 10 ×  
Photo 6. Obiekt 85. Holzkohlestaub im Sediment unter einem Abschlag. Digitalmikroskop, Vergrößerung 10 ×



Fot. 7. Obiekt 85. Materiał spod granitowego odłupka powstałego w czasie obróbki steli. Widoczne ziarna kwarcu pokryte wtórnymi pomarańczowymi tlenkami i wodorotlenkami żelaza. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy // . Fotografia preparatu proszkowego z oświetleniem bocznym. Powiększenie 80 ×

Photo 7. Objekt 85. Material unter einem Granitabschlag. Sichtbare Quarzkörner, mit sekundären orangen Eisenoxiden und Eisenhydroxiden. Polarisationsmikroskop, Polaroiden // . Staubpräparat mit Seitenlicht. Vergrößerung 80 ×



Fot. 8. Obiekt 85. Materiał spod dużego granitowego odłupka powstałego w czasie obróbki steli. Widoczne ziarna kwarcu (białe), obtoczone okruchy skał (strzałki) oraz ziarna minerałów ciężkich i nieprzezroczystych, które dostały się do osadu z fragmentów obrabianej steli. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy // . Fotografia preparatu proszkowego z oświetleniem bocznym. Powiększenie 80 ×

Photo 8. Objekt 85. Material unter einem grossen Granitabschlag. Sichtbare Quarzkörner (weiss), geschliffene Gesteinsbrocken (Pfeile) und Körner von schweren und undurchsichtigen Mineralien, die ins Sediment aus Fragmenten eines bearbeiteten Grabsteines gelangten. Polarisationsmikroskop, Polaroiden // . Staubpräparat mit Seitenlicht. Vergrößerung 80 ×