

Agnieszka Jankowska
Paweł Kozakiewicz

IDENTYFIKACJA WĘGLI DRZEWNYCH POCHODZĄCYCH Z WYKOPALISK W NOVAE (BUŁGARIA), SZKODRZE (ALBANIA) I RISAN (CZARNOGÓRA)¹

Abstract: Wood is naturally susceptible to various destructive factors, especially when oxygen and damp have access (e.g. in contact with soil). Fires burning products of human activities are by paradox a factor in their preservation. Charcoal, which is the effect of such burning, is resistant to fungi and insects, and may last for hundreds of years in shallow-lying layers of soil, constituting invaluable information on the material culture of past ages, especially as they preserve the original structure of the timber used for the production of these artifacts.

Key words: charcoal, wood structure, identification, durability

Badaniom poddano dziesięć próbek, pochodzących z wykopalisk Ośrodka Badań nad Antykiem Europy Południowo-Wschodniej UW: w Novae w Bułgarii (3 próbki, o oznaczeniu zaczynającym się od litery „N”), w Risan w Czarnogórze (4 próbki, o oznaczeniu zaczynającym się od litery „R”) i w Szkodrze w Albanii (3 próbki, o oznaczeniu zaczynającym się od liter „SZ”) [Ryc. 1]. Próbki o oznaczeniach N4/2013, N8/2012, R2/2015, R3/2015, R8/2015, SZ13/2013 to kawałki węgla drzewnych, próbka N1/2013 to drobne fragmenty węgla drzewnych zlepione w bryłkach ziemi, próbka SZ11/2011 to fragment elementu drewnianego, a próbka R1/2015 to zdrewniały fragment jakiegoś owocu-lupiny. Pełen wykaz obiektów wraz z podaną masą zestawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Obiekty poddane identyfikacji

Lp.	Oznaczenie	Postać	Masa całkowita [g]	Wymiary gabarytowe największego elementu [mm]
1	N1/2013	bryłki ziemi z fragmentami węgla drzewnych	45,70	węgle: 8 × 2 × 2
2	N4/2013	2 kawałki węgla drzewnych	4,47	20 × 10 × 10

¹ Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki, przyznanych na podstawie decyzji: Novae — DEC-2014/13/B/HS3/04836; Szkodra — DEC-2014/14/M/HS3/00741; Risan — DEC-2015/19/B/HS3/02056.

3	N8/2012	7 kawałków węgla drzewnych	16,27	50 × 30 × 10
4	R1/2015	zdrewniały fragment owocu	4,89	średnica ok. 20 mm
5	R2/2015	7 kawałków węgla drzewnych	16,65	20 × 20 × 20
6	R3/2015	2 kawałki węgla drzewnych	51,65	65 × 45 × 30
7	R8/2015	6 kawałków węgla drzewnych	34,16	70 × 25 × 15
8	SZ5/2014	16 kawałków węgla drzewnych	40,51	50 × 20 × 20
9	SZ13/2013	7 kawałków węgla drzewnych	60,79	35 × 65 × 40
10	SZ11/2011	podłużny fragment drewna	10,94	120 × 20 × 15



Ryc. 1. Postać dostarczonych próbek do identyfikacji:

- próbka N1/2013 w postaci bryłek ziemi zawierających niewielkie fragmenty węgla drzewnych;
- próbka N4/2013 w postaci 2 kawałków węgla drzewnych;
- próbka N8/2012 w postaci 7 kawałków węgla drzewnych;
- próbka R1/2015 w postaci zdrewniałego fragmentu owocu;
- próbka R2/2015 w postaci 7 kawałków węgla drzewnych;
- próbka R3/2015 w postaci 2 kawałków węgla drzewnych;
- próbka R8/2015 w postaci 6 kawałków węgla drzewnych;
- próbka SZ5/2014 w postaci 16 kawałków węgla drzewnych;
- próbka SZ13/2013 w postaci 7 kawałków węgla drzewnych;
- próbka SZ11/2011 w postaci podłużnego fragmentu drewna

Wilgotność próbek była zbliżona do stanu powietrzno-suchego — jest to stan odpowiadający temperaturze powietrza ok. 20 °C i wilgotności względnej ok. 70%.

Metodyka

Obiekty drewniane z wykopalisk archeologicznych, ze względu na postać, można podzielić na dwa rodzaje. Pierwszy rodzaj to niezwęglone naturalne drewno o wysokiej naturalnej trwałości, np. twarziel dębu, jesionu, wiązu, sosny, modrzewia i cisu lub rodzaje drewna mniej trwałe, ale przelegujące w warunkach sprzyjających ich zachowaniu, np. w głębiej położonych wilgotnych warstwach gleby, znajdujące się w tzw. wilgotnym stanie ochronnym.² Metodyka identyfikacji takich obiektów jest zbliżona do identyfikacji drewna współczesnego, a polega na obserwacjach makroskopowych oraz wykonaniu preparatów mikroskopowych do obserwacji w świetle odbitym. W większości przypadków pozwala to na pewne rozpoznanie rodzajów drewna archeologicznego, co potwierdzają różne prace i ekspertyzy: np. identyfikacja drewna pochodzącego z Pucka,³ z dna Bałtyku⁴ lub ze Szkodry w Albanii.⁵

Drugi rodzaj obiektów to węgle drzewne niepodatne na czynniki biotyczne i mogące przetrwać nawet w płytko położonych warstwach gleby.⁶ Węgiel drzewny powstaje w wyniku powolnej pirolizy drewna, przy czym zachowuje w swoim wnętrzu mikrostrukturę drewna. Obserwacji takich obiektów, ze względu na kruchość struktury (niemożność skrawania cienkich preparatów mikroskopowych), zwykle dokonuje się w świetle odbitym,⁷ co pozwala na ich identyfikację, ale zwykle tylko co do rodzaju,⁸ czego dowiodły liczne prace: np. rozpoznanie próbek zwęglonego drewna z wykopalisk w Grodziszczu Mazowieckim,⁹ z Lovosic w Czechach,¹⁰ kopca Yenibademli w zachodniej Turcji,¹¹ Oiartzun w kraju Basków¹² oraz Novae w północnej Bułgarii¹³ i Risan w Czarnogórze.¹⁴

Na podstawie wcześniejszych doświadczeń dokonano wstępnych oględzin makroskopowych drewna, używając do tego celu również lupy o cztero- i dziesięciokrotnym powiększeniu. Na podstawie widocznego rysunku oraz przez porównywanie z wzorcami i danymi atlasowymi¹⁵ dokonano wstępnego rozpoznania drewna. Pełen zakres prowadzonych badań obejmował obserwacje makroskopowe i mikroskopowe z użyciem mikroskopu elektronicznego TPL USB 1,3 MPix firmy Bresser. Obrazy drewna utrwalono w postaci fotografii cyfrowych (także powiększonych przy użyciu przystawki do fotografii makro).

W przypadku próbki drewna (SZ11/2011) wykonano również nietrwałe preparaty do obserwacji w świetle przechodzącym. Były to preparaty mikroskopowe reprezentujące trzy podstawowe przekroje anatomiczne drewna (poprzeczny, promieniowy i styczny). Pozyskane na mikrotomie saneczkowym preparaty zabarwiono w jednoprocetowym roztworze safraniny w alkoholu etylowym. Tak przygotowane skrawki drewna obserwowano w świetle przechodzącym za pomocą mikroskopu Olympus z przystawką zaopatrzoną w kamerę cyfrową sprzężoną z komputerowym programem Cell*B, pozwalającym na cyfrowe utrwalenie obrazów mikrostruktury.

² KOZAKIEWICZ, MATEJAK 2013.

³ KOZAKIEWICZ 2008a.

⁴ KOZAKIEWICZ 2008b.

⁵ JANKOWSKA, KOZAKIEWICZ 2013b.

⁶ DZBEŃSKI, KOZAKIEWICZ 2002.

⁷ KOEPPEN 1972.

⁸ TENNESSEN, BLANCHETTE, WINDES 2002; HAWES, GRAHAM 2009.

⁹ DZBEŃSKI, KOZAKIEWICZ 1997.

¹⁰ PETRLÍKOVÁ, BENEŠ 2008.

¹¹ YAMAN 2010.

¹² MORENO-LARRAZABAL, URTEAGA, ZAPATA 2011.

¹³ JANKOWSKA, KOZAKIEWICZ 2011.

¹⁴ JANKOWSKA, KOZAKIEWICZ 2013a.

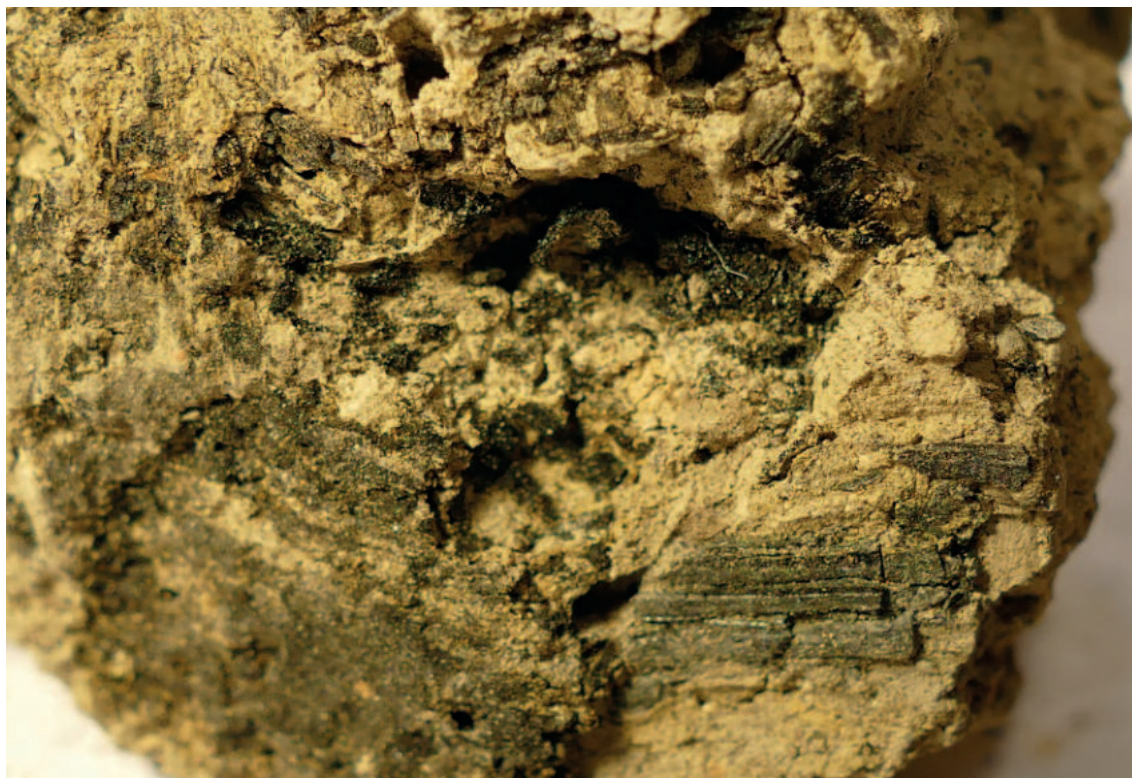
¹⁵ Np. WAGENFÜHR 2007.

Na podstawie danych literatury na temat zasięgu występowania wybranych gatunków drzew w Europie dokonano analizy uzupełniającej, dotyczącej prawdopodobieństwa występowania danego gatunku w rejonach prowadzonych prac archeologicznych. Nazwy rozpoznanego drewna podano zgodnie z nomenklaturą zawartą w normie PN-EN 13556:2005.¹⁶

Wyniki badań

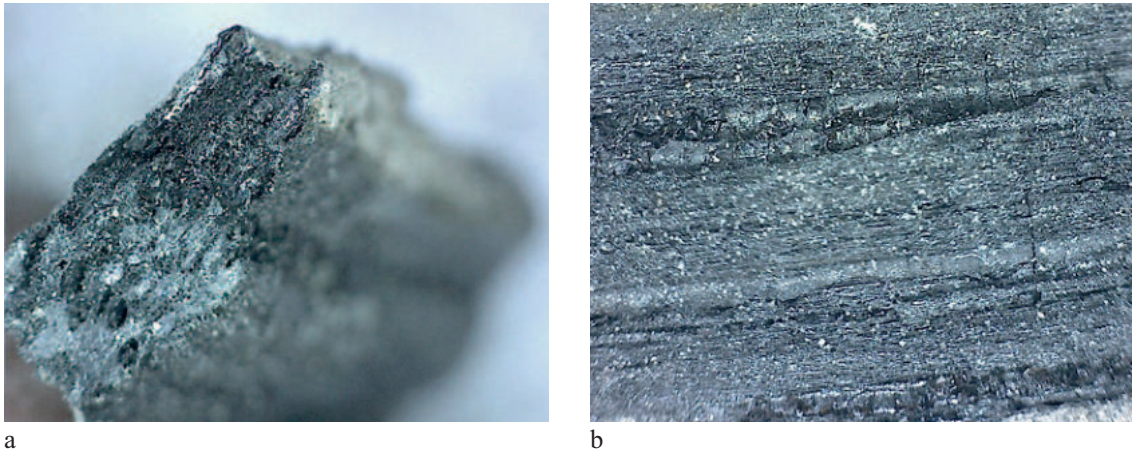
Identyfikacja próbek ze stanowiska Novae w Bułgarii

Próbka N1/2013 to bryłki ziemi zawierające drobne fragmenty węgli drzewnych [Ryc. 2]. Obserwacja mikroskopowa tych fragmentów pozwoliła na stwierdzenie obecności następujących cech identyfikacyjnych drewna [Ryc. 3]: zarysowane słoje roczne zaczynające się od pierścienia dużych naczyń, duże promienie drzewne, zgrupowania małych naczyń z towarzyszącymi komórkami miękiszowymi w strefie drewna późnego. Cechy te jednoznacznie wskazują na drewno dębowe (*Quercus* sp.).



Ryc. 2. Powiększony obraz fragmentu powierzchni próbki N1/2013

¹⁶ PN-EN 13556:2005 Drewno okrągłe i tarcica. Terminologia stosowana w handlu drewnem w Europie.

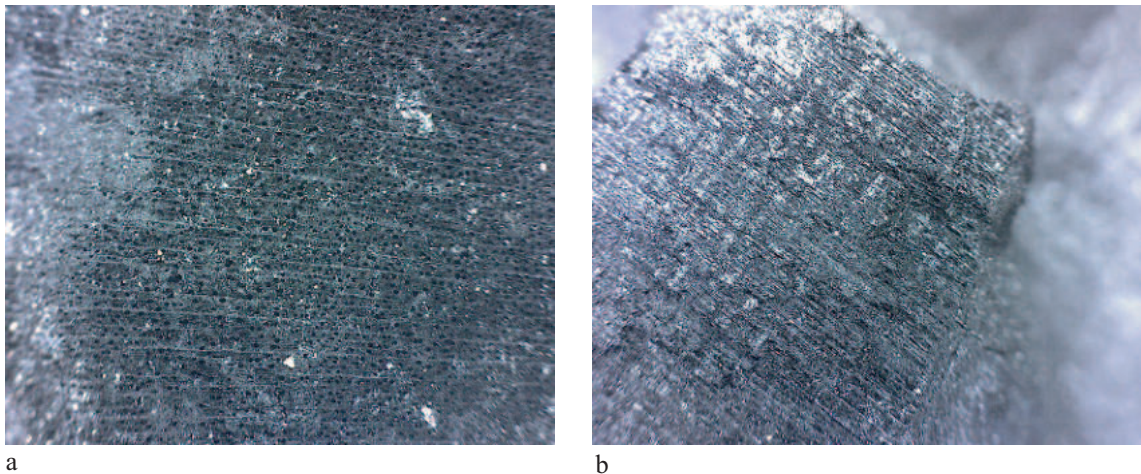


Ryc. 3. Obrazy mikroskopowe jednego z fragmentów węgla z próbki N1/2013:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy

Próbka N4/2013 to zwarte kawałki węgla drzewnych [Ryc. 4 i 5]. Węgłe te reprezentują typ struktury drewna liściastego rozpierchłonaczyniowego. Małe naczynia rozmieszczone są równomiernie na przekroju poprzecznym pojedynczo lub — rzadziej — w zgrupowaniach po 2–3. Brak jest szczególnych układów i zgrupowań komórek miękiszowych. Promienie drzewne są drobne, kilkuszeregowy i nie tworzą zgrupowań. Słoję roczne są słabo zarysowane. Prawdopodobnie jest to drewno brzozy (*Betula* sp.).



Ryc. 4. Powiększony obraz powierzchni próbki N4/2013 — przekrój poprzeczny



Ryc. 5. Obrazy mikroskopowe jednego z fragmentów węgla z próbki N4/2013:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy

Betula to rodzaj obejmujący kilkadziesiąt gatunków występujących naturalnie głównie w Azji i Ameryce Północnej. Liczba gatunków brzoź w Europie jest znacznie mniejsza. Do najbardziej rozpowszechnionych należą brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth.) i brzoza omszona (*Betula pubescens* Ehrh.), a do gatunków o zasięgu lokalnym w wybranych krajach południowej Europy należą także *Betula celtiberica*, *Betula Litvinoviae* i *Betula medwediewii*.¹⁷ Prawdopodobnie węgle drzewne powstały z gatunku najbardziej rozpowszechnionego, czyli z brzozy brodawkowatej.

Próbka N8/2012 to siedem kawałków węgla drzewnych, wśród których da się wyróżnić dwa zbiory o odmiennych cechach identyfikacyjnych.

Cztery kawałki węgla reprezentują drewno liściaste rozpierzchłonacyniowe o bardzo słabo zarysowanych szerokich przyrostach rocznych [Ryc. 6 i 7] i niewidocznych makroskopowo promieniach drzewnych (jednoszeregowych). Na przekroju poprzecznym naczynia te najczęściej rozmieszczone są w zgrupowaniach po 2–3, a rzadziej pojedynczo lub w większych grupach. Prawdopodobnie jest to drewno topoli (*Populus* sp.).



Ryc. 6. Powiększony obraz powierzchni węgla z próbki N8/2012 — przekroje poprzeczne

¹⁷ AAS, RIEDMILLER 1993; KREMER 1995; PIRC 2006; JOHNSON, MORE 2009.



Ryc. 7. Obrazy mikroskopowe dwóch rodzajów węgla z próbki N8/2012 — przekroje poprzeczne (po prawej stronie próbka szerokosłoista z niewidocznymi promieniami drzewnymi, po lewej stronie próbka wąskosłoista z widocznymi promieniami drzewnymi)

Populus to rodzaj drzew (rzadziej krzewów) najliczniejszej w Europie rodziny roślin drzewiastych — rodziny wierzbowatych (*Salicaceae*). Rodzaj ten liczy ok. 35 gatunków i jest szeroko rozpowszechniony w Europie, obejmując swym zasięgiem występowania również Bułgarię.¹⁸ Tylko na zasadzie prawdopodobieństwa (powszechności występowania) można pokusić się o domniemywanie konkretnego gatunku topoli, wskazując np. na topolę białą (*Populus alba* L.) lub topolę czarną (*Populus nigra* L.).

Trzy pozostałe kawałki węgla również reprezentują drewno liściaste rozpierzchnonaczyniowe, ale o dobrze zarysowanych wąskich przyrostach rocznych [Ryc. 6 i 7] i wyraźnie widocznych promieniach drzewnych. Przyrosty roczne są sfalowane, a promienie nierówne o różnej szerokości i długości (zanikające) — są to tzw. pozornie szerokie i wysokie promienie drzewne. Na przekroju poprzecznym grubościennne włókna tworzą dość regularne promieniowe rzędy. Prawdopodobnie jest to drewno grabowe (*Carpinus* sp.).

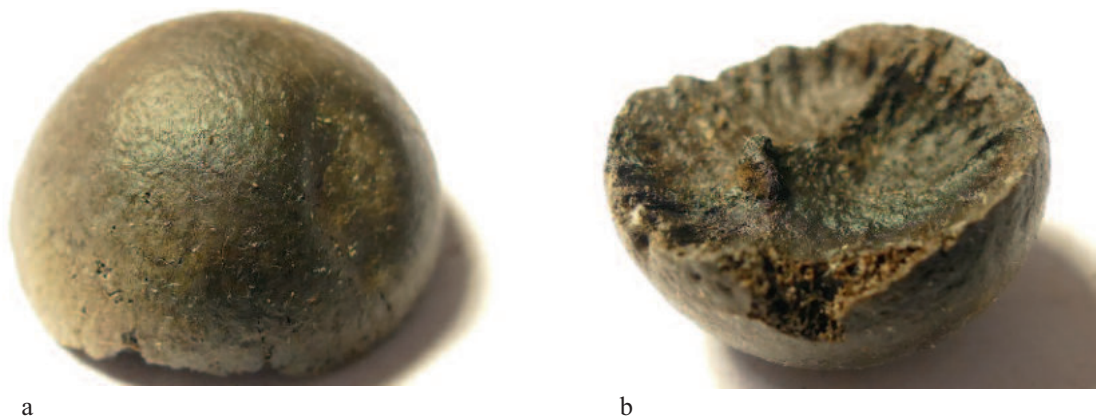
Carpinus to rodzaj nieliczny w Europie i najpewniej można tu wskazać dwa gatunki — grab pospolity (*Carpinus betulus* L.) lub grab wschodni (*Carpinus orientalis* Mill.), występujące w południowej Europie — jako dawców drewna zachowanego w odkrytych kawałkach węgla drzewnych.

¹⁸ *Ibidem*.

Identyfikacja próbek ze stanowiska Risan w Czarnogórze

Próbka R1/2015 to zdrewniały fragment o wyraźnie kulistym zewnętrznym obrysie [Ryc. 8a] i pierwotnej średnicy nieco ponad 20 mm. Na rozłupie (powierzchnia wewnętrzna) widoczne są wyraźnie żeberkowe wgłębienia. Struktura obiektu jest bardzo twarda (zmineralizowana), ale jednocześnie porowata [Ryc. 9]. Opisane wyżej cechy, a także kształt wskazują, że najprawdopodobniej jest to fragment nasienia muszkatułowca wonnego. Wieloletnie przebywanie w środowisku glebowym doprowadziło do częściowego wygładzania zewnętrznej powierzchni nasienia.

Muszkatułowiec korzenny (*Myristica fragrans* Houtt.) to gatunek drzewa z rodziny muszkatułowcowatych, pochodzący z Wysp Banda (z Archipelagu Malajskiego). Jego nasiona znane są jako gałka muszkatułowa — przyprawa, która rozpowszechniła się w Europie w dobie wypraw krzyżowych.

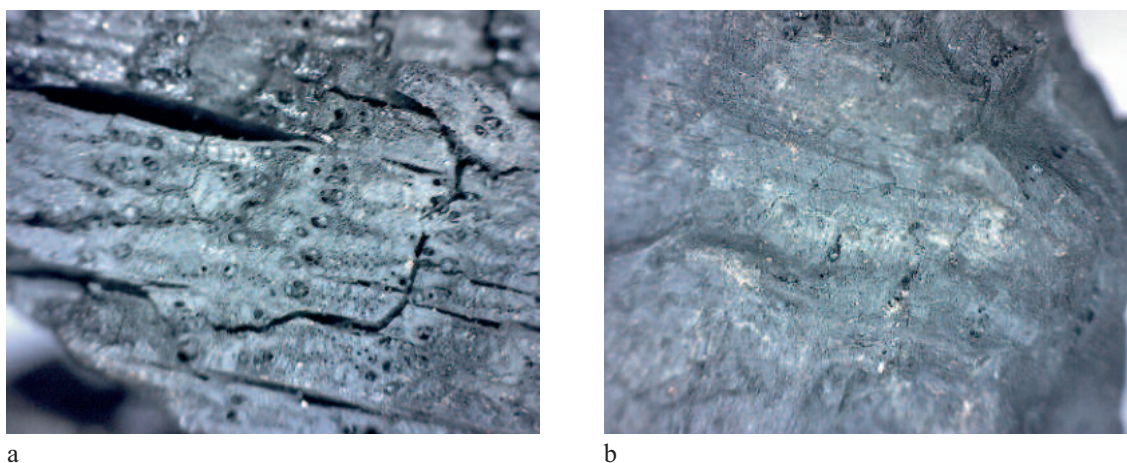


Ryc. 8. Powiększony obraz powierzchni próbki R1/2015:
a) powierzchnia zewnętrzna; b) wygląd rozłupu z żeberkowatymi wgłębieniami



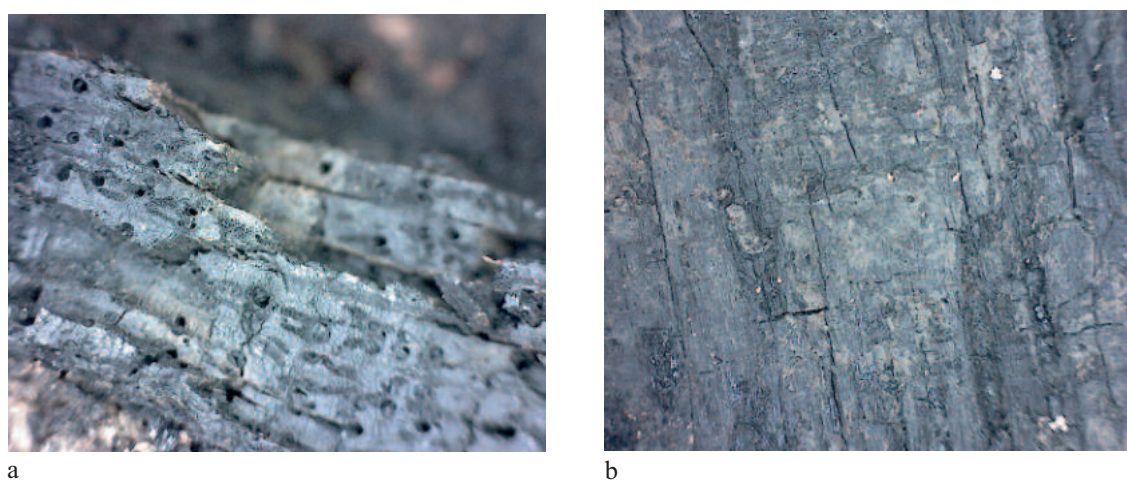
Ryc. 9. Obraz mikroskopowy próbki R1/2015

Próbka R2/2015 to kawałki węgla drzewnych o zbliżonej strukturze [Ryc. 10]. W strefie drewna wczesnego naczynia mające większe średnice (widoczne makroskopowo) tworzą zwarty pierścień. Naczynia w strefie drewna późnego są ułożone w zgrupowaniach kształtem przypominającym płomyki ognia. Na wszystkich przekrojach widoczne są bardzo duże (rozbudowane) promienie drzewne. Powyższe cechy budowy anatomicznej jednoznacznie wskazują na drewno dębowe (*Quercus* sp.).



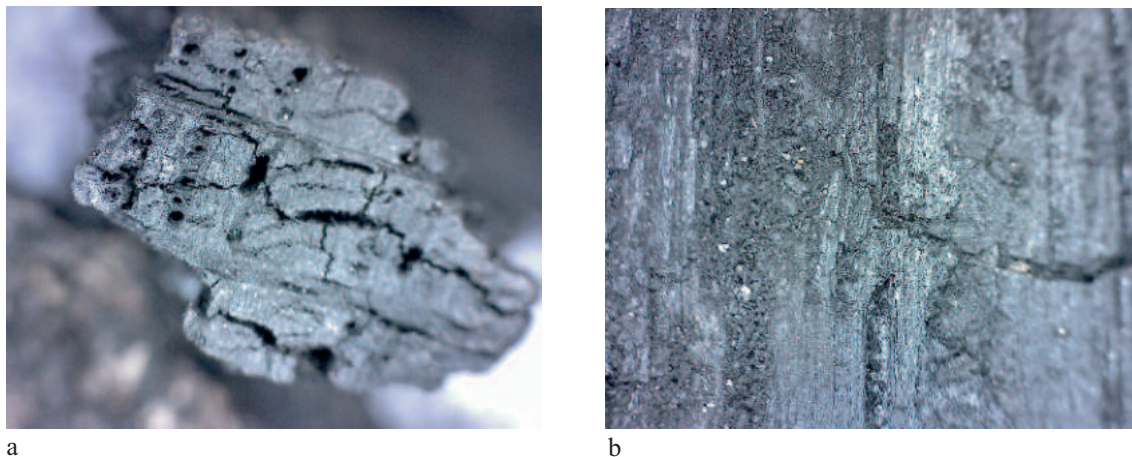
Ryc.10. Obrazy mikroskopowe jednego z fragmentów węgla z próbki R2/2015:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy

Próbka R3/2015 to dwa kawałki węgla drzewnych z licznymi spękaniem i o identycznych cechach reprezentujących drewno liściaste pierścieniowonaczyniowe [Ryc. 11]. Obecność rozbudowanych promieni drzewnych i układu naczyń w postaci płomyków w strefie drewna późnego na przekroju poprzecznym jednoznacznie wskazują na drewno dębowe (*Quercus* sp.).



Ryc. 11. Obrazy mikroskopowe jednego z fragmentów węgla z próbki R3/2015:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy

Próbka R8/2015 to sześć kawałków węgla drzewnych reprezentujących jeden rodzaj drewna [Ryc. 12]. Charakterystycznymi cechami są pierścienie dużych naczyń rozpoczynające słoje roczne, rozbudowane promienie drzewne widoczne na wszystkich przekrojach oraz zarys płomyków w strefie drewna późnego, tworzonych przez małe naczynia z towarzyszącym miększym przynacyniowym. Są to cechy drewna dębowego (*Quercus* sp.).



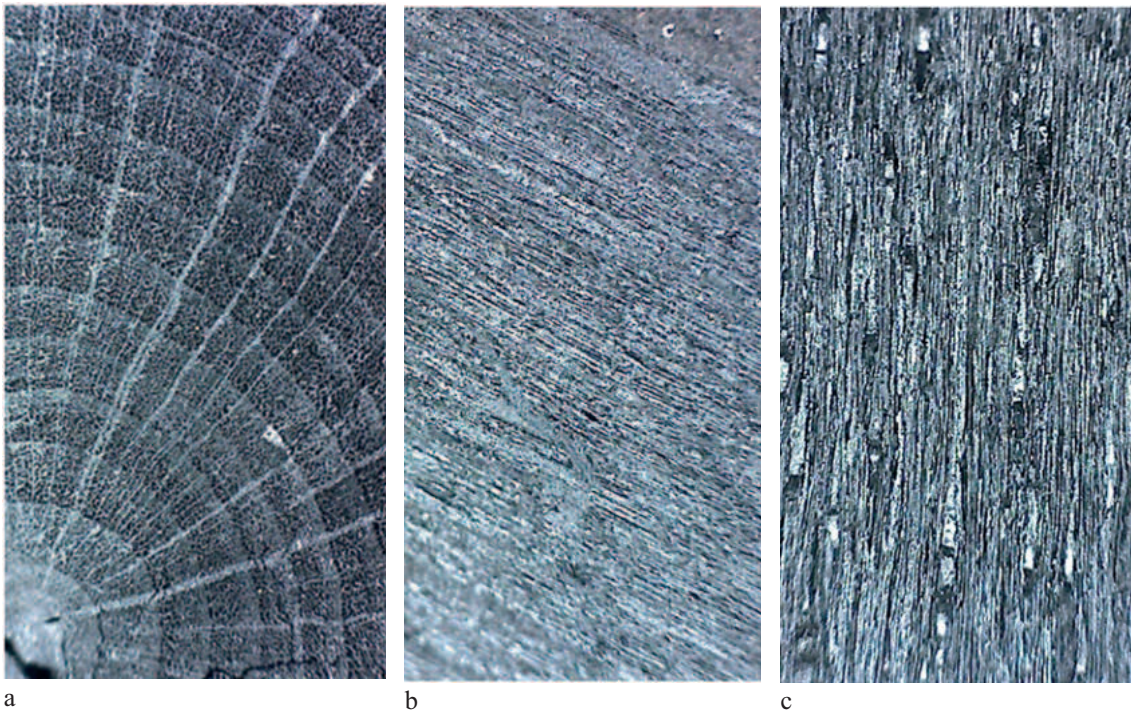
Ryc. 12. Obrazy mikroskopowe jednego z fragmentów węgla z próbki R8/2015:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy

Najliczniejsze w Europie i mające najszerszy rejon występowania są: dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.) i dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea* Liebl.), a następnie: dąb omszony (*Quercus pubescens* Wild.), dąb burgundzki (*Quercus cerris* L.), dąb węgierski (*Quercus frainetto* Ten.), dąb ostrolistny (*Quercus ilex* L.) oraz dąb korkowy (*Quercus suber* L.). Biorąc pod uwagę wymagania siedliskowe i zasięgi,¹⁹ można stwierdzić, że spośród przedstawionych gatunków najbardziej prawdopodobnymi dawcami drewna zachowanego w postaci węgla drzewnych odnalezionych na terenie Bułgarii i Czarnogóry są dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.), dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea* Liebl.) lub dąb omszony (*Quercus pubescens* Wild.).

Identyfikacja próbek ze stanowiska Szkodra w Albanii

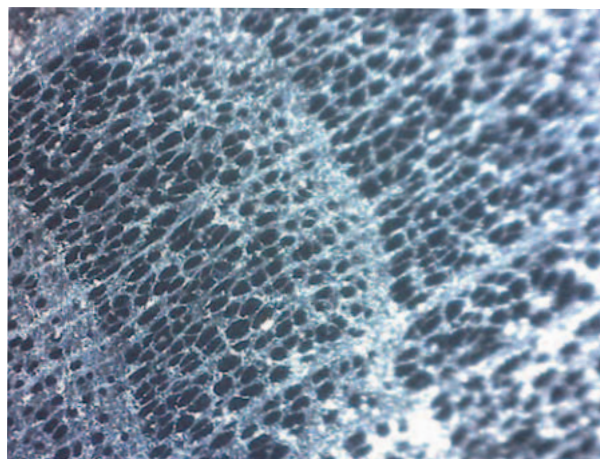
Widoczne cechy makroskopowe **próbki SZ5/2014** pozwalają na stwierdzenie, że wszystkie fragmenty węgla drzewnych pochodzą z drewna liściastego. W materiale obecne są takie elementy struktury jak naczynia, co wskazuje na ten rodzaj drewna. Przyrosty roczne są wyraźnie zarysowane dzięki zwartej warstwie włókien drzewnych na końcu każdego przekroju. Naczynia są równomiernie rozmieszczone na całym przekroju poprzecznym, co jednoznacznie wskazuje na drewno liściaste o strukturze rozpięchłonacyniowej [Ryc. 13].

¹⁹ *Ibidem*.



Ryc. 13. Obrazy mikroskopowe jednego z fragmentów węgla z próbki SZ5/2014:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy; c) przekrój styczny

Na obrazach przedstawiających analizowane węgle z dwustukrotnym przybliżeniem [Ryc. 14] nie widać żadnych charakterystycznych zgrupowań komórek mięksiszowych. Naczynia są bardzo liczne, najczęściej występują pojedynczo. Uzupełniające pionową strukturę włókna drzewne wydają się grubościennie o małym świetle. Promienie drzewne są bardzo szerokie i dobrze widoczne na wszystkich przekrojach. Ich szerokość jest wyraźnie zwiększona na granicy czterech przyrostów rocznych (tzw. kielichowate rozszerzenie). Taki zestaw cech wskazuje na drewno buka (*Fagus*).



Ryc. 14. Obraz przekroju poprzecznego fragmentu próbki SZ5/2014 — powiększenie 200-krotne

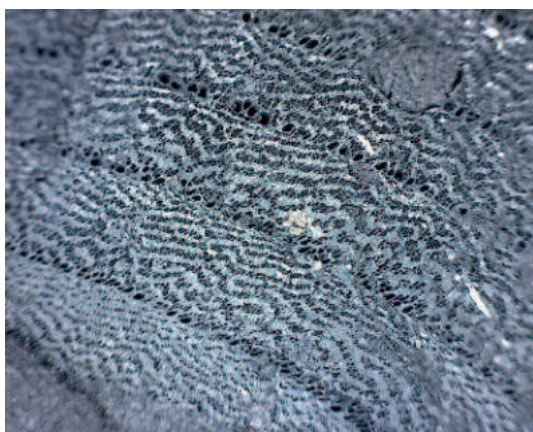
Buk (*Fagus* L.) to rodzaj drzew z rodziny bukowatych obejmujący 9–10 gatunków. Występują one głównie w strefie umiarkowanej na półkuli północnej. W Europie występuje w stanie naturalnym tylko buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.). Uprawianych jest kilka gatunków obcych i liczne odmiany ozdobne buka zwyczajnego. Gatunkiem typowym jest *Fagus sylvatica* L.²⁰ Gatunek ten występuje w stanie dzikim w Europie i w zachodniej Azji. W Europie zasięg występowania ciągnie się od północy Półwyspu Iberyjskiego przez Francję, Niemcy, kraje Europy Środkowej i Bałkany. Na Półwyspie Skandynawskim i Wyspach Brytyjskich występuje jedynie na południu. W Azji — wyłącznie na zachodzie, spotykany w Turcji, Iranie oraz na Kaukazie.²¹

Fakt występowania drzew bukowych na terenie współczesnej Bułgarii w I w. n. e. uprawdopodobnia trafność identyfikacji.

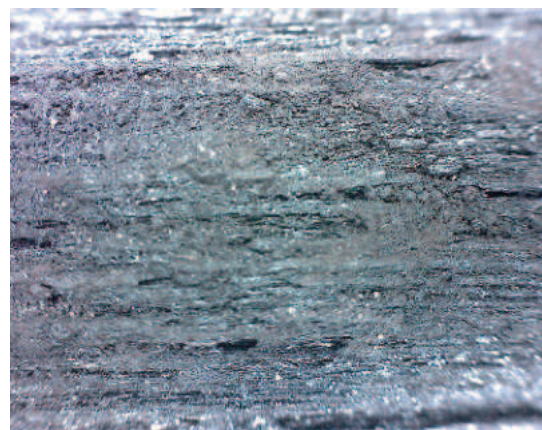
Próbka SZ13/2013 to węgle drzewne wskazujące na pochodzenie z drewna o strukturze pierścieniowonaczyniowej oraz o szczególnym układzie naczyń [Ryc. 15 i 16].



Ryc. 15. Powiększony obraz fragmentu powierzchni próbki SZ13/2013 — przekrój poprzeczny



a



b

Ryc. 16. Obrazy mikroskopowe jednego z fragmentów węgla z próbki SZ13/2013:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy

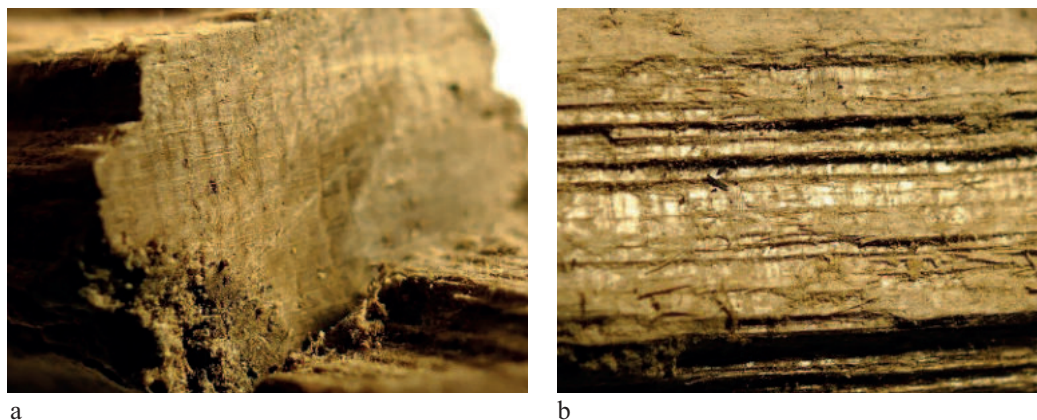
²⁰ *Index Nominum Genericorum* (<http://botany.si.edu/ing/>).

²¹ <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?16557>.

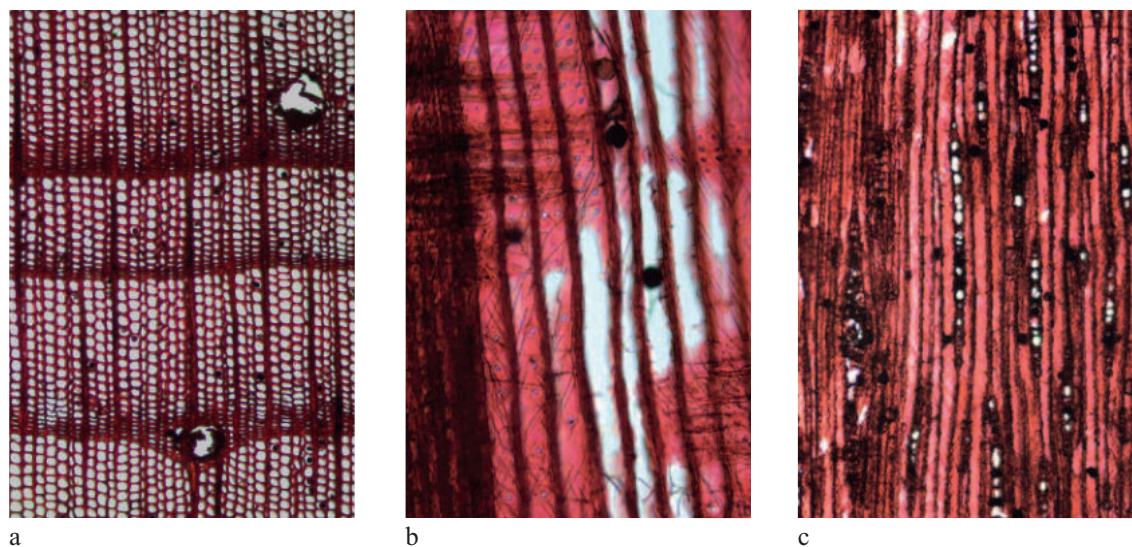
W strefie drewna wczesnego naczynia są większe (widoczne makroskopowo) i tworzą zwarty pierścień. W strefie drewna późnego naczynia są znacznie drobniejsze, widoczne makroskopowo są jedynie w postaci zgrupowań. Zgrupowania te tworzą stycznie przebiegające pasemka [Ryc. 16a], co jest cechą charakterystyczną dla drewna wiązu (*Ulmus* sp.).

Rodzaj *Ulmus* obejmuje około 20 gatunków drzew. Większość z nich łatwo się ze sobą krzyżuje, tworząc całą grupę zmiennych (wielopostaciowych) i trudnych do odróżnienia mieszańców. Być może jest to taki mieszańiec. Uwzględniając stan zachowania pierwotnej struktury drewna w węglach drzewnych identyfikacja gatunkowa jest praktycznie niemożliwa — o konkretnych gatunkach drewna można jedynie domniemywać na podstawie historycznego zasięgu i częstości występowania poszczególnych gatunków drzew w Europie.

Próbka SZ11/2011 to fragment drewna powierzchniowo silnie zdegradowany, ale zachowujący „zdrowy rdzeń” [Ryc. 17], co pozwoliło na wykonanie preparatów mikroskopowych do obserwacji w świetle przechodzącym [Ryc. 18].



Ryc. 17. Powiększony obraz powierzchni próbki SZ11/2011:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy



Ryc. 18. Obrazy mikroskopowe drewna próbki SZ11/2011 — obserwacje w świetle przechodzącym:
a) przekrój poprzeczny; b) przekrój promieniowy; c) przekrój styczny

Odnaleziony fragment drewna to drewno iglaste, na co wskazują wyraźnie widoczne granice przyrostów rocznych oraz brak naczyń. Jest to drewno o bardzo wąskich przyrostach rocznych, zawierające niebýt liczne przewody żywiczne (pionowe biegnące w strefie drewna późnego, a poziome w promieniach o kształcie soczewkowatym). Przejścia ze strefy drewna wczesnego do późnego w obrębie pojedynczych słoów rocznych są dość łagodne (stopniowa zamiana grubości i średnic promieniowych cewek). Same cewki ułożone są w równych promieniowo biegnących rzędach. Ich ściany wzmocnione są przez obecność wyraźnych zgrubień spiralnych. Na szerokości ścian promieniowych również w cewkach drewna wczesnego jamki lejkowate otoczkowe występują pojedynczo. W strukturze drewna dominują promienie drzewne jednoszeregowy. Są to promienie o zróżnicowanej wysokości złożone z kilku–kilkunastu warstw komórek. Promienie są promieniami niejednorodnymi tworzonymi przez cewki brzeżne i komórki miękiszowe. Na polach krzyżowych (przecięcie cewek drewna wczesnego z komórkami miękiszowymi) zwykle występują dwie jamki piceoidalne. Przystawione cechy identyfikacyjne wskazują na drewno świerkowe (*Picea* sp.).

Biorąc pod uwagę obszar występowania różnych gatunków świerków²² może to być świerk pospolity (*Picea abies* [L.] Karst.) lub świerk serbski (*Picea omorica* [Panic] Purk.). Obecność licznych zgrubień spiralnych bardziej wskazuje na świerk serbski (w którym element ten jest bardziej typowy), ale nie przesądza o rozpoznaniu gatunku.

Podsumowanie

Na podstawie analizy makroskopowej i mikroskopowej próbek z wykopalisk archeologicznych zidentyfikowano następujące rodzaje drewna:

A) próbki pochodzące ze stanowiska Novae w Bułgarii:

- próbka N1/2013 (ziemia z fragmentami węgla drzewnych) — drewno dębu (*Quercus* sp.),
- próbka N4/2013 (2 kawałki węgla drzewnych) — drewno brzozy (*Betula* sp.),
- próbka N8/2012 (7 kawałków węgla drzewnych) — 4 kawałki to drewno topoli (*Populus* sp.), a 3 kawałki to drewno grabu (*Carpinus* sp.).

B) próbki pochodzące ze stanowiska Risan w Czarnogórze:

- próbka R1/2015 (zdrewniały fragment owocu) — nasiono gałki muskatołowej (*Myristica fragrans* Houtt.),
- próbka R2/2015 (7 kawałków węgla drzewnych) — drewno dębu (*Quercus* sp.),
- próbka R3/2015 (2 kawałki węgla drzewnych) — drewno dębu (*Quercus* sp.),
- próbka R8/2015 (6 kawałków węgla drzewnych) — drewno dębu (*Quercus* sp.).

C) próbki pochodzące ze stanowiska Szkodra w Albanii:

- próbka SZ5/2014 (16 kawałków węgla drzewnych) — drewno buka (*Fagus* L.),
- próbka SZ13/2013 (7 kawałków węgla drzewnych) — drewno wiązu (*Ulmus* sp.),
- próbka SZ11/2011 (fragment drewna) — drewno świerkowe (*Picea* sp.).

²² PIRC 2006; RUSSELL, CUTLER, WALTERS 2008.

Bibliografia

- AAS, RIEDMILLER 1993 G. AAS, A. RIEDMILLER, *Drzewa — rozpoznawanie i oznaczanie liściastych i iglastych drzew Europy*, Warszawa.
- DZBEŃSKI, KOZAKIEWICZ 1997 W. DZBEŃSKI, P. KOZAKIEWICZ, „Badanie struktury wykopaliskowych węgla drzewnych metodami mikroskopii elektronowej i spektrofotometrii”, [w:] *Materiały konferencji „Analityka chemiczna w badaniach środowiska naturalnego”*, Warszawa, 15–16 września 1997 r., Warszawa, s. 61–68.
- DZBEŃSKI, KOZAKIEWICZ 2002 W. DZBEŃSKI, P. KOZAKIEWICZ, „Untersuchung von verkohltem Ausgrabungsholz aus flachgelegenen Kulturschichten”, *Folia Forestalia Polonica*, Seria B *Drzewnictwo*, zesz. 33, s. 15–23.
- HAWES, GRAHAM 2009 K. L. HAWES, T. GRAHAM, „Woodchip analysis from TU4”, *Journal of Wetland Archaeology* 9, s. 127–134.
- JANKOWSKA, KOZAKIEWICZ 2011 A. JANKOWSKA, P. KOZAKIEWICZ, „Identyfikacja węgla drzewnych i odcisku drewna w *opus caementitium* z Novae (*Moesia Inferior*)”, *Novensia* 22, s. 119–126.
- JANKOWSKA, KOZAKIEWICZ 2013a A. JANKOWSKA, P. KOZAKIEWICZ, „The identification of charcoal from the archaeological finds in Risan (Montenegro)”, *Drewno*, 2013, vol. 56, nr 190, s. 77–83.
- JANKOWSKA, KOZAKIEWICZ 2013b A. JANKOWSKA, P. KOZAKIEWICZ, „Analiza dendrologiczna próbek drewna pochodzących z antycznych stanowisk w Szkodrze (Albania) oraz Risan (Czarnogóra)”, *Novensia* 24, s. 91–100.
- JOHNSON, MORE 2009 O. JOHNSON, D. MORE, *Drzewa (Przewodnik Collinsa)*, Warszawa.
- KOEPPE 1972 R. C. KOEPPE, *Charcoal identification. U.S. Forest Service Research Note FPL-0217*, Madison.
- KOZAKIEWICZ 2008a P. KOZAKIEWICZ, *Ekspertyza — makroskopowe rozpoznanie rodzajów drewna z obiektów pozyskanych w trakcie badań archeologicznych na terenie średniowiecznego miasta w Pucku*, ekspertyza dla Instytutu Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego.
- KOZAKIEWICZ 2008b P. KOZAKIEWICZ, *Ekspertyza — mikroskopowe rozpoznanie rodzajów drewna, pozyskanych z łodzi klepkowej P-2 (X w.)*, ekspertyza dla Centralnego Muzeum Morskiego w Gdańsku.
- KOZAKIEWICZ, MATEJAK 2013 P. KOZAKIEWICZ, M. MATEJAK, *Klimat a drewno zabytkowe — dawna i współczesna wiedza o drewnie*, wydanie IV zmienione, Warszawa.
- KREMER 1995 B. KREMER, *Drzewa*, Warszawa.
- MORENO-LARRAZABAL, URTEAGA, ZAPATA 2011 A. MORENO-LARRAZABAL, M. URTEAGA, L. ZAPATA, „Identification of archaeological wood remains from the Roman mine of Arditurri 3 (Oiartzun, Basque Country)”, [in:] *Archaeological Charcoal: Natural or Human Impact on the Vegetation. 5th International Meeting of Charcoal Analysis “The Charcoal as Cultural and Biological Heritage” Valencia, Spain, September 5th–9th 2011*, s. 159–160.
- PETRLÍKOVÁ, BENEŠ 2008 V. PETRLÍKOVÁ, J. BENEŠ, „Anthracological analysis of charcoal fragments from the La Tène, Roman and the Early Medieval settlement area in Lovosice and from the Roman period production centre in Kyjice”, *Archeologické rozhledy* 60, s. 93–113.
- PIRC 2006 H. PIRC, *Drzewa od A do Z*, Warszawa.
- RUSSELL, CUTLER, WALTERS 2008 T. RUSSELL, C. CUTLER, W. WALTERS, *Ilustrowana encyklopedia — drzewa świata*, Kraków.
- TENNESSEN, BLANCHETTE, WINDES 2002 D. TENNESSEN, R. B. BLANCHETTE, T. C. WINDES, „Differentiating aspen and cottonwood in prehistoric wood from Chacoan great house ruins”, *Journal of Archaeological Science* 29, s. 521–527.
- WAGENFÜHR 2007 R. WAGENFÜHR, *Holzatlas*, 6. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Leipzig.

Summary

Identification of charcoal from the excavation at Novae (Bulgaria), Shkodër (Albania) and Risan (Montenegro)

Macroscopic and microscopic analyses of samples from archaeological excavations identified the following species of wood:

A) samples from the site of Novae in Bulgaria:

- sample N1/2013 (soil with bits of charcoal) — oak wood (*Quercus* sp.),
- sample N4/2013 (two pieces of charcoal) — birch wood (*Betula* sp.),
- sample N8/2012 (seven pieces of charcoal) — four pieces of poplar wood (*Populus* sp.) and three of hornbeam wood (*Carpinus* sp.).

B) samples from the site of Risan in Montenegro:

- sample R1/2015 (woody fragment of fruit) — seed of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.),
- sample R2/2015 (seven pieces of charcoal) — oak wood (*Quercus* sp.),
- sample R3/2015 (two pieces of charcoal) — oak wood (*Quercus* sp.),
- sample R8/2015 (six pieces of charcoal) — oak wood (*Quercus* sp.).

C) samples from the site of Shkodër in Albania:

- sample SZ5/2014 (16 pieces of charcoal) — beech wood (*Fagus* L.),
- sample SZ13/2013 (seven pieces of charcoal) — elm wood (*Ulmus* sp.),
- sample SZ11/2011 (fragment of wood) — spruce wood (*Picea* sp.).

Apart from nutmeg, the woody objects from archeological features represent arborous plants indigenous to southern Europe.

Agnieszka Jankowska
Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna
Wydział Technologii Drewna
SGGW Warszawa
agnieszka_jankowska@sggw.pl
http://agnieszka_jankowska.users.sggw.pl

Paweł Kozakiewicz
Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna
Wydział Technologii Drewna
SGGW Warszawa
pawel_kozakiewicz@sggw.pl
http://pawel_kozakiewicz.users.sggw.pl