

Leszek Babiński

Konserwacja czółna z Lewina Brzeskiego

Ochrona Zabytków 50/4, 328-335

1997

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

KONSERWACJA CZÓŁNA Z LEWINA BRZESKIEGO¹

Wiosną 1991 r., na terenie zalanego wodą, przemysłowego wyrobiska żwiru w Lewinie Brzeskim w woj. opolskim, dokonano serii interesujących odkryć archeologicznych związanych z żegluga śródlądową. Były to pozostałości drewnianego pomostu oraz dwie duże łodzie-dłubanki².

Pierwszą wydobytą dłubankę — jedno z większych czółen korytowych znalezionych na ziemiach polskich³ — przetransportowano do Oddziału Państwowego Muzeum Archeologicznego w Biskupinie. W latach 1991–1996 obiekt poddawano badaniom i zabiegom konserwatorskim, przeprowadzonym w Pracowni Konserwacji Drewna⁴.

Opis obiektu

Przedmiotem konserwacji było drewniane czółno korytowe — bezgrodziowe (il. 1). Łódź mierzy 12,4 m długości, natomiast szerokość obiektu na dziobie i rufie wynosi 85 i 100 cm. Czółno ma płaskie dno wznoszące się w obydwu końcach łagodnie ku górze — na długości ok. 1,2 m. Burty są niskie — rozchylające się na zewnątrz, górne powierzchnie dziobu i rufy — płaskie. Na dziobie i rufie, po prawej stronie osi podłużnej czółna, występują kwadratowe otwory o boku ok. 12 cm. W ich sąsiedztwie znajdują się — wydrążone na całej szerokości obiektu — trapezowe wpusty w kształcie jaskółczego ogona. W obydwu wpustach wsunięte są drewniane listwy o przekroju trójkątnym.

Obiekt został wydrążony z pnia drzewa. Podstawowymi narzędziami stosowanymi do wstępnej obróbki kłody był topór ciesielski i cieślica. W pracach wykończeniowych używano natomiast różnego rodzaju dłut i skoblic, służących do wygładzania powierzchni. Należy przypuszczać, że proces wytwórczy nie różnił się zasadniczo od sposobów drążenia łodzi-dłubanek podanych przez K. Moszyńskiego i E. S. Gulgowskiego⁵.

Szerokość obiektu odpowiada naturalnemu kształtowi i średnicy okorowanej kłody, użytej do budowy łodzi. Wskazuje na to obecność bielu na zewnętrznych powierzchniach burt. Jego grubość, odpowiadająca grubości strefy drewna bielastego w rosnącym drzewie dębowym — o podobnym wieku i rozmiarach — świadczy o tym, że budowniczy łodzi starali się maksymalnie wykorzystać posiadany budulec, nawet kosztem zachowania strefy drewna o niższej trwałości naturalnej.

W przeszłości czółno było wykorzystywane najprawdopodobniej jako łódź towarowa na akwenach rzecznych. Płaskie dno, podcięcia dziobu i rufy oraz niskie burty sprawiały, że konstrukcja ta posiadała względnie dobrą stateczność. Czółno było przystosowane do spływu z biegiem rzeki przy pomocy pędników. Z uwagi na korytowość kształt oraz otwory w części dziobowej i na rufie można przypuszczać, że łódź mogła być łączona z inną dłubanką (innymi dłubankami) pełniąc — szczególnie po zespoleniu kilku jednostek — funkcję barki lub promu rzecznego. Otwory na końcach czółna prawdopodobnie wykorzystywano do cumowania łodzi oraz jej holowania z ładu w górę rzeki. Listwy wsuwane w trapezowe wpusty mogły być pomocne przy łączeniu kilku obiektów — zwiększając ich stabilność, lub też wykorzystywano je do zaczepiania sieci względnie holowania zdobyczy.

Dłubanka, podobnie jak osadzone na jej końcach listwy, została wykonana z drewna dębowego (*Quercus sp.*)⁶. Drewno datowano metodą radiowęglową i dendrochronologiczną⁷. Na podstawie pomiarów koncentracji izotopu C¹⁴ można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że wiek kalendarzowy czółna mieści się w przedziale 340–560 r. n. e.⁸ Porównując sekwencje przyrostów rocznych badanego drewna z dostępnymi chronologiami standardowymi opracowanymi dla dębu, datę wykonania dłubanki określono na 372/373 r.

1. Niniejszy artykuł jest skróconą wersją mojej dokumentacji konserwatorskiej: L. Babiński, *Konserwacja czółna z Lewina Brzeskiego, Dokumentacja konserwatorska*, Biskupin 1996, mpis.

2. Dokładną lokalizację znalezisk, szczegółowe okoliczności odkryć oraz opis prowadzonych prac wykopaliskowych podają: M. Krawczyk, K. Macewicz, K. Spychała, *Dwie łodzie i pomost z Lewina Brzeskiego w województwie opolskim*, „Śląskie Sprawozdania Archeologiczne”, t. 38, 1996, s. 181–193.

3. Podobne obiekty — zaliczane do grupy czółen korytowych (*Fahrtröge*) — znajdowano wcześniej m.in. w Koźlu (Cosel) w 1887 r. i w Bobrownikach Odrzańskich (Bobernig) w 1909 r.; M. Hellmich, *Einbäume in Schlesien*, (w:) *Sonderabdruck aus Schlesiens Vorzeit in Bild und Schrift*, t. VI, Breslau 1912, s. 22–24.

4. W pracach konserwatorskich, oprócz autora artykułu, brali udział renowatorzy: J. Buczkowski i M. Gramza.

5. K. Moszyński, *Kultura ludowa Słowian*, t. I, Warszawa 1967, s. 294; E. S. Gulgowski, *Von einem unbekanntem Volke in Deutschland*, Berlin 1911, s. 91.

6. Identyfikację gatunkową drewna wykonał prof. dr hab. Janusz Surmiński, Instytut Chemicznej Technologii Drewna Akademii Rolniczej w Poznaniu.

7. Datowanie metodą radiowęglową wykonał prof. dr hab. Mieczysław Pazdur, Laboratorium C¹⁴, Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej. Badanie wieku drewna metodą dendrochronologiczną przeprowadził dr inż. Tomasz Ważny, Wydział Konserwacji Dziel Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie.

8. T. Goslar, M. Krąpiec, *Wyniki analiz dendrochronologicznych i radiowęglowych pomostu i dłubanek z Lewina Brzeskiego*, „Śląskie Sprawozdania Archeologiczne”, t. 38, 1996, s. 195–201.

Stan zachowania czółna

Czółno przywieziono do pracowni w czterech fragmentach⁹. Dwie zasadnicze części obiektu: część dziobowa o długości 581 cm i część rufowa¹⁰ o długości 657 cm były bardzo silnie spękane (il. 2). Pęknięcia wystąpiły przede wszystkim u nasady burt oraz na całej powierzchni wewnętrznej strony dna. Ich długość wynosiła nawet do kilku metrów. W wielu miejscach odnotowano powstanie rozległych szczelin. Stwierdzono także liczne ubytki drewna na końcach obiektu oraz zewnętrznych powierzchniach burt¹¹.

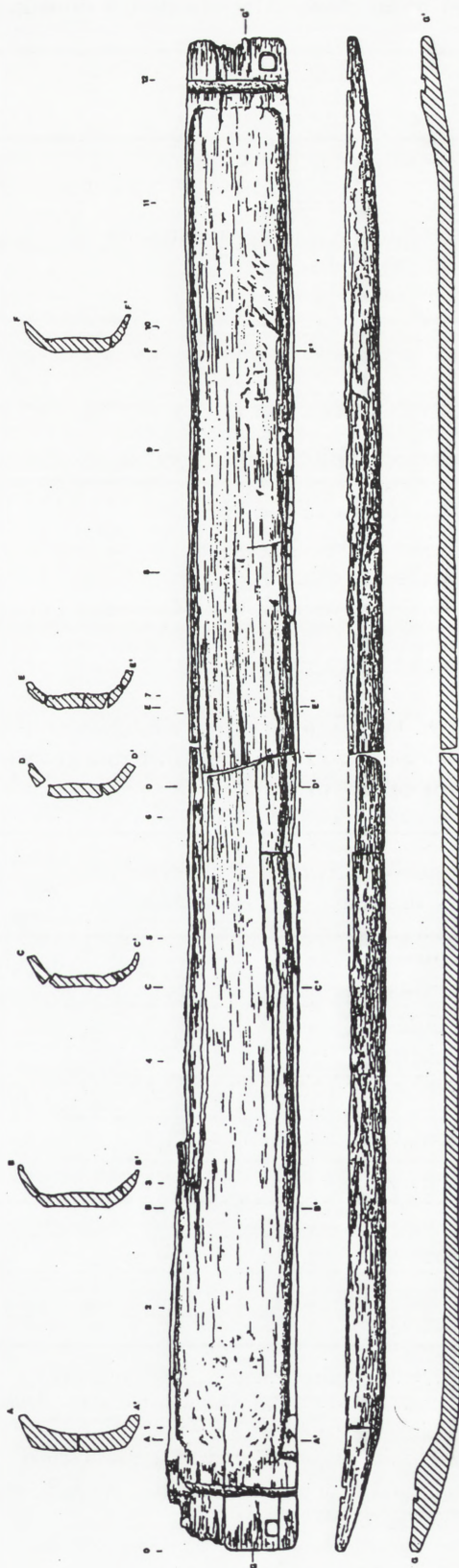
Wyróżniono kilka stopni destrukcji przesyconej wodą tkanki drzewnej. Na zewnętrznych powierzchniach burt stwierdzono obecność drewna bielastego o znacznym stopniu rozkładu (I klasa degradacji drewna dębowego¹²). Drewno to było bardzo miękkie, gąbczaste, silnie przesycone wodą. Łatwo rozkruszało się w palcach. Na powierzchni zaobserwowano miejscowe wgniecenia i deformacje. Część zachowanego drewna bielastego (szczególnie na lewej burcie części rufowej) odwarstwiła się od twardzieli. W obrębie strefy bielastej stwierdzono także liczne drobne pęknięcia desorpcyjne, występujące w różnych kierunkach anatomicznych. Cała zachowana warstwa bielu o grubości około 20 mm była zdegradowana w jednakowym stopniu. Bezpośrednio pod silnie zdegradowanym białem znajdowała się kilunastomilimetrowa warstwa rozłożonego drewna twerdzielowego (II klasa degradacji drewna dębowego). Drewno to — w porównaniu z częścią bielastą — było twardsze, bardziej spoiste, odporniejsze na wgniecenia i uszkodzenia mechaniczne. Jednakże mimo to, łatwo wprowadzano w nie stalową igłę używaną do oceny twardości drewna. Tak zachowana strefa tkanki drzewnej była widoczna na całej wewnętrznej powierzchni łodzi oraz częściowo — w spodnich partiach obiektu. Drewno twerdzielowe wewnątrz dłubanki, podobnie jak biel na zewnętrznych powierzchniach burt, posiadało ślady uszkodzeń mechanicznych. Na ciemnobrązowych powierzchniach obiektu wystąpiły miejscowe, rdzawe przebarwienia, świadczące o znacznym nasyceniu tkanki drzewnej zwirem. Wewnętrzną strefę drewna stanowiło twarde, bardzo dobrze zachowane czarne drewno twerdzielowe (III klasa degradacji drewna dębowego). Miąższość tej warstwy, widocznej zaledwie w miejscu przecięcia

9. Łódź w czasie wydobywania przecięli — mniej więcej w połowie długości — pracownicy zwirowni. Odcięto także mały fragment dna z burtą i odłamano prawie całą lewą burtę części rufowej.

10. Nazewnictwo — „część dziobowa” i „część rufowa” czółna — przyjęto umownie. Częścią dziobową określa się dalej ten fragment przeciętego obiektu, który został wykonany z wierzchołkowej strony kłody, natomiast część rufowa to fragment z odziomkowej strony pnia drzewa.

11. Stan zachowania obiektu przed konserwacją szczegółowo opisano w dokumentacji konserwatorskiej: L. Babiński, *Konserwacja czółna...*

12. B. Christensen, *The Conservation of Waterlogged Wood in the National Museum of Denmark*, Copenhagen 1970.



1. Czółno z Lewina Brzeskiego. Plany, profile, przekroje. Skala 1:50. Rys. A. Grossman

1. Boat from Lewin Brzeski. Plans, profiles, cross sections. Scale 1:50. Drawing: A. Grossman

Tabela 1. Procentowy skład chemiczny drewna pochodzącego z czółna i zdrowego dębu współczesnego

Składniki drewna ¹	Drewno z czółna		Drewno współczesne ⁴	
	biel	twardziel	biel	twardziel
Woda — wilgotność bezwzględna	1048	175	—	—
Substancje rozpuszczalne:				
— w mieszaninie etanolowo-benzenowej	0,8	1,5	2,4	4,4
— w gorącej wodzie	1,7	2,0	—	—
— w 1% NaOH	27,2	14,5	—	—
Celuloza	6,5	43,0	39,9	37,6
Lignina	63,0	25,4	24,9	24,5
Popiół	8,5	2,4	0,5	0,3
Popiół w ligninie ²	1,2	0,1	—	—
α-celuloza w celulozie ³	—	61,8	—	—

1 — w % absolutnie suchego drewna

2 — w % absolutnie suchej ligniny

3 — w % absolutnie suchej celulozy

4 — D. Fengel, G. Wegener, *Wood, Chemistry, Ultrastructure, Reactions, de Gruyter*, Berlin–New York 1989

Tabela 2. Wybrane fizyczne właściwości drewna twardzielowego z czółna w porównaniu ze świeżym drewnem dębowym

Wybrane właściwości drewna		Drewno z czółna	Drewno współczesne ¹
Wilgotność bezwzględna	%	177,4	80–90 ²
Wilgotność maksymalna	%	182,5	—
Gęstość	g/cm ³	0,40	0,65
Ubytek masy	%	38,3	x
Skurcz styczny	%	18,1	7,8
Skurcz promieniowy	%	7,4	4,0
Skurcz przekroju poprzecznego ³	%	24,2	11,5

1 — F. Krzysik, *Nauka o drewnie*, Warszawa 1978; L. Glijer, M. Matejak, J. Osipiuk, *Teoria i technika suszenia drewna*, Warszawa 1984

2 — przybliżona wilgotność drewna w chwili ścinki

3 — skurcz przekroju poprzecznego (β_{cs}) obliczano według następującego wzoru:

$$\beta_{cs} = \beta_t + \beta_r - \frac{\beta_t \times \beta_r}{100}$$

gdzie: β_t — skurcz styczny, β_r — skurcz promieniowy

objętości piłą, wynosiła około 60% objętości dna dębki.

W badanym drewnie wystąpiły duże zmiany składu chemicznego¹³. W tabeli 1 porównano skład chemiczny drewna pobranego z dębki ze współczesnym, zdrowym drewnem dębowym.

Zawartość podstawowych składników w drewnie bieli świadczy o postępującej degradacji celulozy i znikomym rozkładzie ligniny, co w rezultacie daje pozorny wzrost jej zawartości. Znacznie lepiej zachowana twardziel charakteryzowała się zawartością celulozy na poziomie świeżo ściętego drewna dębowego¹⁴. Badane drewno — w porównaniu ze zdrowym, świeżo ściętym dębem — zawierało mniej substancji rozpuszczalnych w gorącej wodzie i w mieszaninie etanolowo-benzenowej, a więcej składników mineralnych — popiołu.

Stan zachowania tkanki drzewnej określano także na podstawie wybranych fizycznych właściwości drewna¹⁵. Badania przeprowadzono na najlepiej zachowanym drewnie twardzielowym pochodzącym ze środkowych partii dna dębki. W tabeli 2 porównano wyniki przeprowadzonych oznaczeń z właściwościami współczesnego, zdrowego drewna dębowego.

13. Oznaczenie składu chemicznego drewna wykonała doc. dr Hanna Wróblewska, Zakład Chemii Drewna Instytutu Technologii Drewna w Poznaniu; H. Wróblewska, *Badanie składu chemicznego dwóch próbek drewna archeologicznego z okolic Opola*, Poznań 1991, mpis napisany i dostępny w Instytucie Technologii Drewna w Poznaniu.

14. Prosiński określa zawartość celulozy w zdrowym drewnie dębowym nawet na 46,6%. S. Prosiński, *Chemia drewna*, Warszawa 1984, s. 56–57.

15. L. Babiński, *Badanie wybranych właściwości fizycznych i stabilizacji wymiarowej drewna z Lewina Brzeskiego*, Biskupin 1992, mpis napisany i dostępny w Pracowni Konserwacji Drewna w Biskupinie.

Problematyka konserwatorska

W przypadku zabezpieczania drewnianych znalezisk archeologicznych pochodzących ze stanowisk mokrych, zasadniczym zabiegiem konserwatorskim jest stabilizacja wymiarowa drewna. Woda zawarta w tkance drzewnej powinna być usunięta lub zastąpiona w taki sposób, aby konserwowany obiekt został utrzymany w pierwotnym stanie spęcznienia. Do wymiany wody w drewnie wykorzystywano w przeszłości olej lniany, alun glinowo-potasowy, żywicę dammarową, żywice poliestrowe i melaminowo-formaldehydowe¹⁶. Z uwagi na małą skuteczność wymienionych substancji, pominięto je już na etapie wstępnego wyboru sposobu konserwacji łodzi. Aktualnie, do zabezpieczania dużych obiektów drewnianych stosuje się w wielu ośrodkach konserwatorskich polietylenowe glikole o różnych stopniach polimeryzacji¹⁷. Doskonallymi właściwościami stabilizująco-wzmacniającymi odznacza się także cukier buraczany — sacharoza¹⁸.

Zastosowanie określonej metody stabilizacji i ustalenie konkretnych parametrów procesu uzależnione jest od gatunku, przekroju, stanu zachowania oraz stopnia rozkładu drewna. W przypadku dębki z Lewina Brzeskiego wyróżniono kilka stopni degradacji tkanki drzewnej występujących jednocześnie. Silnie rozłożona warstwa bielu zaliczona została do I klasy degradacji (wilgotność drewna > 400%), natomiast drewno twarde — w zależności od strefy występowania — do klasy II (185% < wilgotność drewna < 400%) lub III (wilgotność drewna < 185%). Z uwagi na różny stopień rozkładu i związane z tym odmienne właściwości drewna, poszczególne jego warstwy (klasy) wymagały różnego sposobu traktowania (konserwacji).

Dla pomyślnego przeprowadzenia zabiegu, woda zawarta w zdegradowanym bielu winna być całkowicie zastąpiona wprowadzonym na jej miejsce preparatem stabilizującym. Wprowadzona substancja musi wypełnić zarówno ściany komórkowe, jak i wnętrza komórek. Zapewni to dobrą stabilizację wymiarową oraz — wymagane w tym przypadku — wzmocnienie tkanki drzewnej. Polietylenowe glikole o znacznej masie cząsteczkowej, wykorzystywane z powodzeniem do konserwacji drewna silnie zdegradowanego, nie



2. Fragment części dziobowej czółna. Liczne pęknięcia wzdłużne w strefie przecięcia obiektu. Wszystkie fot. L. Babiński

2. Fragment of the boat bow. Numerous vertical cracks in the cut section of the object. All photos: L. Babiński

wnikają w wystarczającym stopniu do dobrze zazwyczaj zachowanej twardzieli dębowej, powodując jej dehydratację, a w konsekwencji skurcze, deformacje i pęknięcia. Niewystarczające nasycenie lepiej zachowanej wewnętrznej strefy drewna, prowadzi także do pęknięć i deformacji okrywającej ją bardziej rozłożonej warstwy. Jak wiadomo, poliglikole o małej cząsteczce łatwo penetrują do drewna o różnych stopniach rozkładu¹⁹. Są za to zdecydowanie bardziej higroskopijne. Równie dobrze wnikają do drewna cząsteczki sacharozy. „Metoda cukrowa” nie zawsze jednak spełnia wszystkie stawiane przed nią oczekiwania²⁰.

Ze względu na brak możliwości technicznych, przy wyborze metody konserwacji czółna nie uwzględniano suszenia drewna w procesie liofilizacji. Przyjęto natomiast, że preparat stabilizujący może być wprowadzany do drewna zarówno metodą smarowania, opryskiwania, jak i kąpeli. Najlepszych rezultatów, szczególnie w przypadku stabilizowania obiektu o stosunkowo dużym przekroju poprzecznym, należało jednakże oczekiwać przeprowadzając zabieg metodą kąpeli.

Konserwacja mokrego drewna archeologicznego jest procesem długotrwałym i kosztownym. Zastosowanie określonej metody jest więc również limitowane

16. B. Mülhlerthaler, *Conservation of Waterlogged Wood and Wet Leather*, „ICOM Travaux et Publications”, No. XI, Eyrolles, Paris 1973.

17. Wykorzystywane są polietylenowe glikole o masie cząsteczkowej od 200 do 4000.

18. L. Babiński, *Wykorzystanie cukru do konserwacji zabytków drewnianych*, „Gazeta Cukrownicza” 1995, nr 1, s. 7–9; P. Hoffmann, *Sucrose for Stabilizing Waterlogged Wood — Some Investigations into Antishrink-efficiency (ASE) and Penetration*, (w:) *Proceedings of the 4th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference*, Bremerhaven 1990, s. 317–328; P. Hoffmann, C. Perez de Andres, J. L. Sierra Mendes, R. Ramiere, Q. R. Train, U. M. Weber, *European Interlaboratory Study on the Conservation of Waterlogged Wood with Sucrose*, (w:) *Proceedings of the 5th*

ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Portland/Maine 1993, ed. P. Hoffmann, Bremerhaven 1994, s. 309–333; P. Hoffmann, *Sucrose for Stabilizing Waterlogged Wood. II. Stabilization and the Degree of Degradation*, tamże, s. 357–377.

19. P. Hoffmann, *On the Stabilization of Waterlogged Oakwood with PEG. Molecular Size versus Degree of Degradation*, (w:) *Proceeding of the 2nd ICOM Waterlogged Working Group Conference*, Grenoble 1984, s. 95–115; P. Hoffmann, *On the Stabilization of Waterlogged Oakwood with PEG. III. Testing the Oligomers*, „Holzforschung” 42, 1988, nr 5, s. 289–294.

20. Dotyczy to przede wszystkim silnie zdegradowanej strefy bielu w drewnie dębowym. L. Babiński, *Stabilizacja wymiarowa mokrego drewna archeologicznego polietylenowymi glikolami i sacharozą*, „Folia Forestalia Polonica”, Seria B, z. 25, 1994, s. 19–28.

możliwościami technicznymi i finansowymi. Powoduje to, szczególnie w przypadku konserwacji obiektów wielkowymiarowych, konieczność szukania rozwiązań tanich, które spełniałyby szeroko rozumiane wymogi konserwatorskie²¹.

Wybór optymalnej metody konserwacji czółna poprzedziło badanie stabilizacji wymiarowej dobrze zachowanego drewna twardego²². Drewno nasycono polietylenowym glikolem 400 (PEG 400), sacharozą oraz dwuetapowo — PEG 400 i PEG 4000 — wykorzystując założenia metody P. Hoffmanna²³. Po wysuszeniu drewna w warunkach kontrolowanych obliczano jego skurcz styczny, promieniowy, przekroju poprzecznego oraz wskaźniki zmniejszenia się skurczy drewna — ASE (*antishrink efficiency*) — w badanych kierunkach anatomicznych. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Skurcz oraz wskaźniki zmniejszenia skurczu nieimpregnowanej i impregnowanej twardej dębowej pochodzącej z czółna z Lewina Brzeskiego

Wprowadzony czynnik stabilizujący	Skurcz drewna w %			Współczynnik zmniejszenia skurczu (ASE) w %		
	T	R	Cs	T	R	Cs
Drewno nienasycone	18,1	7,4	24,2	x	x	x
PEG 400	0,65	0,3	0,95	96,8	97,9	96,1
Sacharoza	4,6	1,15	5,65	74,6	84,5	76,7
PEG 400 + PEG 4000	8,2	2,2	10,2	54,7	70,3	57,9

T — w kierunku stycznym

R — w kierunku promieniowym

Cs — przekrój poprzeczny

$$ASE = \frac{\beta_0 \times \beta_1}{\beta_0} \cdot 100\%$$

gdzie: β_0 — skurcz próbki nienasyconej

β_1 — skurcz próbki nasyconej

Najmniejsze kurczenie się twardej dębowej odnotowano po impregnacji drewna w PEG 400. Jednocześnie odpowiednie wskaźniki zmniejszenia się skurczu drewna przekraczały w tym przypadku 96%. Zdecydowanie gorsze wyniki osiągnięto stabilizując drewno sacharozą. Uznano jednak, że metoda ta może być

także brana pod uwagę przy wyborze sposobu konserwacji dębowej. Dwuetapowe nasywanie twardej dębowej poliglikolami nie przyniosło spodziewanych rezultatów. Z uwagi na duże skurcze próbek uznano, że tak zachowane drewno nie powinno być stabilizowane metodą kąpeli przy wykorzystywaniu roztworów PEG 4000 o koncentracji końcowej wyższej niż 50%.

Polietylenowe glikole o dużej masie molowej (3000–4000), dużych wymiarach cząsteczki i małej higroskopijności, doskonale nadają się do konserwacji mocno rozłożonego drewna. W przypadku łodzi z Lewina Brzeskiego jest to drewno bielu, występujące na zewnętrznych partiach burt. Gdy w jednym zabytku mamy do czynienia z kilkoma stopniami rozkładu, konserwacja obiektu staje się z wielu względów problematyczna. Wykorzystywana wówczas impregnacja dwustopniowa — testowana w pracowni na drewnie twardej — nie przyniosła spodziewanych rezultatów. Zastosowanie nie nasyca drewna PEG 200²⁴ oraz konieczność ogrzewania roztworów PEG 4000 — w drugim etapie procesu, także ze względu na koszty zabiegu, wykluczało wykorzystanie metody do zabezpieczenia dębowej.

Uwzględniając wyniki przeprowadzonych badań, ale również ograniczone środki na konserwację obiektu, zdecydowano o zabezpieczeniu czółna dwuetapową metodą oszczędnościową. Jak wiadomo, PEG 400 wprowadzony do gorzej zachowanych partii obiektu (głównie bielu), nie zapewnił dobrej ich stabilizacji. Dlatego też za konieczne uznano dodatkowe nasylenie drewna w drugim etapie konserwacji. Etap ten polegał na wprowadzeniu do silnie zdegradowanych, powierzchniowych partii czółna preparatu powodującego dobrą stabilizację wymiarową oraz wzmocnienie struktury rozłożonej tkanki drzewnej. Ważne było także, aby wprowadzany związek miał niską higroskopijność. Wymogom tym odpowiadał powszechnie wykorzystywany w praktyce konserwatorskiej polietylenowy glikol 4000. Przyjęto, że zabieg impregnacyjny, przeprowadzany metodą opryskiwania lub smarowania, powinien być połączony z kontrolowanym suszeniem drewna.

Zabiegi konserwatorskie

Czółno zapakowane w dwóch drewnianych, wypełnionych trocinami skrzyniach, przywieziono do Pracowni Konserwacji Drewna w dniu 27 kwietnia 1991 r. W tym czasie pracownia nie dysponowała tak dużymi wannami, w których można by bezpiecznie przechować dębową do momentu rozpoczęcia prac konser-

21. L. Babiński, *A Comparative Study of Simple Treatment for Waterlogged Wood Conservation*, (w:) *Reconstruction and Conservation of Historical Wood '95. International Symposium 20.–22.06.1995 Zvolen, Slovakia*, ed. L. Reinprecht, D. Cabecauerova, Technical University Zvolen 1995, s. 151–160.

22. L. Babiński, *Badanie wybranych właściwości...*

23. P. Hoffmann, *On the Stabilization of Waterlogged Oakwood with PEG. II. Designing a two-step Treatment for Multiquality Timbers*, „*Studies in Conservation*” 31, 1986, s. 103–113.

24. Tetraetylenoglikol zalecany przez P. Hoffmanna — autora metody dwustopniowej — nie jest jak dotąd produkowany w Polsce.

watorskich. Planowane początkowo zatopienie obiektu w Jeziorze Biskupińskim nie doszło do skutku ze względu na przewidywaną, ograniczoną kontrolę nad tak przechowywaną łodzią, oraz możliwość jej uszkodzenia w trakcie wykonywania operacji. Dlatego podjęto decyzję, że w czasie przeprowadzania niezbędnych prac przygotowawczych, poprzedzających właściwe zabiegi konserwatorskie, czołno będzie opryskiwane bieżącą wodą. Za przyjęciem takiego rozwiązania przemawiał również wzorowy sposób zapakowania obiektu²⁵. Obiekt polewano codziennie dużymi ilościami wody, tak aby znajdujące się w skrzyniach trociny były zawsze mokre. Skrzynie obłożono folią, a w okresie letnim — wraz ze wzrostem temperatury i dużym nasłonecznieniem placu — konieczne stało się przykrywanie ich styropianem. W okresie składowania czołna w skrzyniach, kupowano potrzebne materiały i budowano wanny do przeprowadzenia dalszych zabiegów konserwatorskich.

Gdy wanny były już gotowe, przystąpiono do usuwania trocin i ostrożnego rozmontowywania skrzyń. Czołno poddawano wówczas gruntownym oględzinom. Wykonywano dokumentację fotograficzną i rysunkową. Badano stopień degradacji drewna w różnych częściach obiektu. Zachowane fragmenty czołna polewano obficie bieżącą wodą. Zanieczyszczenia usuwano za pomocą różnych skalpeli i szczotek. W celu usunięcia silnie związanego z podłożem żwiru, niezbędne okazało się nawet wstępne czyszczenie drewna szczotkami stalowymi. Wymyte i oczyszczone fragmenty dębki zabezpieczano przed wysychaniem, starannie okrywając je nasączoną wodą miękką pianką poliuretanową i folią.

Fragmenty łodzi podnoszono na pasach transportera i piance poliuretanowej. Czołno transportowano do pracowni na drewnianej palecie wyłożonej pianką. Dwie wanny, w których przeprowadzono dalsze zabiegi — o wymiarach odpowiadających gabarytom części dziobowej i rufowej czołna — wykonane zostały z laminatu na bazie włókna szklanego i żywicy poliestrowej (il. 3). Fragmenty dębki wkładano do wanien na pasach transportera wykorzystując wciągarki łańcuchowe. Wanny napelniano wodą. W czasie składowania łodzi w wodzie, z drewna wypłukiwały się zanieczyszczające je związki mineralne. Zalegające w drewnie zanieczyszczenia należało usunąć, by umożliwić późniejszą jego impregnację polietylenowymi glikolami. W celu ograniczenia rozwoju mikroorganizmów, konieczne stało się utrzymywanie niskiej temperatury wody oraz jej okresowe zmienianie. Z uwagi na bardzo duże ilości wypłukiwanych z drewna zanieczyszczeń, wanny połączono z prostym układem filtrującym. Wymianę wody przeprowadzano jedynie w pierwszym okresie składowania drewna. Wtedy to



3. Jedna z wanien wykonana z żywicy poliestrowej i włókna szklanego, wykorzystywana do czyszczenia i impregnacji czołna w I etapie konserwacji

3. One of the polyester resin and glass fibre tanks, used for cleaning and treating the boat during the first stage of conservation

wyługiwały się największe ilości zanieczyszczeń. Później do świeżej wody dodano 0,3% preparatu Dodigen 226 (czwartorzędowy związek amoniowy produkowany przez firmę Hoechst AG). Po dodaniu biocydu zabiegi ograniczono do okresowego filtrowania wody. Spękane burty mocowano taśmami zaciskowymi do specjalnie wykonanych drewnianych „grodzi”, rozmieszczonych na całej długości czołna.

Pierwszy etap impregnacji rozpoczęto od nasycania drewna w 10% PEG 400 (10 litrów PEG 400 + 90 litrów wody). Na początku procesu, do roztworu dodano 0,2% zastosowanego poprzednio biocydu. Koncentrację impregnatu powoli podwyższano przez odparowywanie wody i dodawanie kolejnych partii polietylenowego glikolu. Temperatura roztworu wahała się w zakresie od 12 do 18°C. W czasie nasycania na bieżąco usuwano wypłukiwane z drewna zanieczyszczenia, kontrolowano stężenie roztworu i zawartość mikroorganizmów (bakterii tlenowych, beztlenowych i grzybów). Wymywanie zanieczyszczeń trwało 12 mie-

25. L. Babiński, *Ochrona mokrego drewna archeologicznego. Zabezpieczanie i przechowywanie znalezisk drewnianych*, „Wiadomości Archeologiczne” (w druku).



4. Czółno z Lewina Brzeskiego. Obiekt w czasie II etapu konserwacji

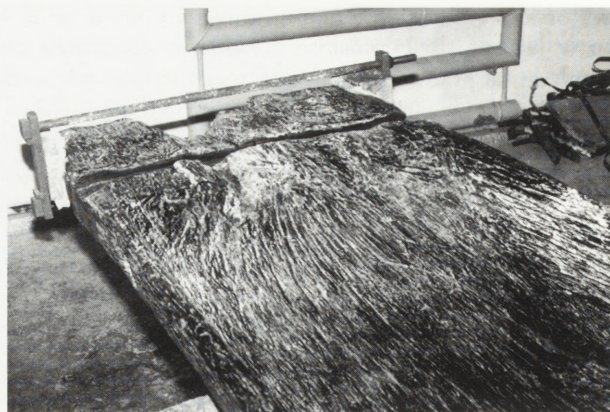
4. Boat from Lewin Brzeski. Object during the second stage of conservation

sięcy, natomiast nasycanie drewna PEG 400 — niespełna dwa lata. Impregnację zakończono przy koncentracji roztworu wynoszącej około 46%.

Czółno wyjmowano z poliglikolu wcześniej niż to zakładano w harmonogramie prac konserwatorskich. Było to spowodowane poszerzeniem się pęknięcia wzdłużnego rufy oraz pojawieniem się podobnego na dziobie. Przyczyny tego należy upatrywać prawdopodobnie w zbyt szybkim podwyższaniu stężenia roztworu poliglikolu lub też w dużych rozmiarach cząsteczek PEG 400 w stosunku do stopnia degradacji stabilizowanej twardzieli dębowej.

Poszczególne fragmenty łodzi wyjmowano i oczyszczano z nagromadzonych na powierzchni — szczególnie w spodnich partiach obiektu — zanieczyszczeń. Czółno gruntownie myto bieżącą wodą, aby usunąć z powierzchniowych warstw drewna nadmiar wprowadzonego wcześniej PEG 400.

Następnie obiekt ustawiono na kilku podstawach, rozmieszczonych na całej długości dłubanki (il. 4). Uzupełniono i udoskonalono zastosowane w I etapie konserwacji drewniane „grodzie” i podpórki, podtrzymujące odłamujące się burtę. Później rozpoczęto impregnację drewna wodnymi roztworami polietylenowego glikolu 4000 z 0,5% dodatkiem wykorzystywanego wcześniej preparatu biobójczego. Dłubankę impregnowano codziennie, opryskując wszystkie dostępne powierzchnie przy pomocy małych opryskiwaczy ręcznych. Każdorazowo po zakończonym zabiegu obiekt był starannie przykrywany folią. Wilgotność powietrza w tak przygotowanym „opakowaniu” w pierwszych miesiącach nasycania wynosiła 80–85%. Jednocześnie w czasie II etapu konserwacji wykonywano pomiary skurczy drewna w różnych częściach obiektu. W celu zmniejszania poszerzających się pęknięć, na dziobie i rufie założono ściski śrubowe. Im-



5. Dziób czółna po wstępnym, mechanicznym oczyszczeniu drewna z nadmiaru PEG 4000

5. Boat bow after an initial mechanical removal of excess PEG 4000 from the wood

pregnację drewna rozpoczęto od opryskiwania obiektu 10% roztworem PEG 4000. Stężenie stopniowo podwyższano wydłużając czas odkrywania łodzi. W ostatniej fazie impregnacji zabieg wykonywano metodą smarowania 30% roztworem PEG 4000. Wilgotność powietrza wynosiła wtedy około 50%. Po zakończeniu nasycania obiekt suszono przy wilgotności względnej powietrza wahającej się w granicach 35–40%.

Wstępnie nadmiar poliglikolu z powierzchni łodzi usuwano mechanicznie. Z uwagi na stan zachowania oraz fakturę drewna na zewnętrznych partiach burt, zabiegi te ograniczono przede wszystkim do bardziej spoistych, twardszych i gładziej wewnątrz powierzchni obiektu. Do oczyszczania drewna wykorzystywano różnego rodzaju skrobaki i skalpele (il. 5). W następnym etapie, pozostającą jeszcze na drewnie cienką warstwę PEG 4000 roztapiano gorącym powietrzem. Nadmiar usuwano miękką pianką poliuretanową.

Listwy z dziobu i rufy stabilizowano w PEG 4000 w procesie „na ciepło”. Nasycanie zakończono przy stężeniu roztworu wynoszącym około 80% i temperaturze 60°C.

Zrezygnowano z planowanego początkowo uzupełniania ubytków i sklejenia spękanych burt — tak aby możliwe stało się eksponowanie obiektu bez konieczności stosowania podpórek. Ograniczono się jedynie do przyklejenia próbek wyciętych do badań dendrochronologicznych. Konserwację obiektu zakończono w połowie 1996 r.

Prace konserwatorskie wykonywano na zlecenie Wojewódzkiego Oddziału Państwowej Służby Ochrony Zabytków w Opolu. Czółno z Lewina Brzeskiego jest aktualnie eksponowane w Muzeum Śląska Opolskiego w Opolu.

Conservation of a Dugout Boat from Lewin Brzeski (Voivodeship of Opole)

In the spring of 1991, a series of interesting archaeological discoveries, connected with inland navigation, was made in flooded industrial gravel workings. The outcome of the investigations consisted of remnants of a wooden platform and two large dugout boats. The first boat — one of the largest trough-like dugouts discovered in Poland — was transported to the Biskupin Department of the State Archaeological Museum. In 1991-1996, it was studied and subjected to conservation performed in the Wood Conservation Laboratory.

The flat-bottomed and non-bulkhead dugout, 12,4 m. long and 85-100 cms. wide, was hollowed out from an oak trunk. The object was dated by means of dendrochronological methods as 372-373 AD. In the past, it was probably used as a river cargo boat.

The object in question was delivered to the laboratory in four fragments. Cracks were found in many parts of the dugout and the waterlogged wood revealed gaps. The moisture content of the sap preserved on the outer surfaces of the sides totalled about 1000%. The water content of the heartwood oscillated, depending on the place of occurrence, from 175% to about 400%.

Prior to conservation, fragments of the object were stored in chests filled with damp wood shavings. The conservation itself was preceded by an examination of the chemical composition of the sapwood and heartwood, as well as of selected physical properties and the dimensional stability of the heartwood, treated with PEG 400 and sucrose and subjected to two-step treatment with PEG 400 and PEG 4000.

The boat was placed in tanks made of polyester resin and glass fibre, and filled with water with the addition of Dodigen 226 (quaternary ammonium compound.) During the twelve month-long treatment, the water was periodically filtered, removing the mineral compounds rinsed from the wood. Subsequently, the wood was treated with PEG 400 (polyethylene glycol). Two years of treatment were completed with a 46% concentration of the solution. During the second stage of conservation, the boat was sprinkled with PEG 4000 solutions and subjected to controlled drying. Excess polyglycol, gathering on the surface of the wood, was melted with hot air and removed mechanically.

Today, the dugout is displayed in the Museum of Opole Silesia in Opole.