

LESZEK BABIŃSKI

Dział Konserwacji Muzealiów
Muzeum Archeologiczne w Biskupinie

BADANIE SKUTECZNOŚCI KONSERWACJI ARCHEOLOGICZNEGO DREWNA SOSNY O MAŁYM SKURCZU POPRZECZNYM I DUŻYM SKURCZU WZDŁUŻNYM

Streszczenie. Badania przeprowadzono na archeologicznym dojrzałym drewnie bielu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) charakteryzującym się znacznym stopniem degradacji, lecz małym skurczem stycznym i promieniowym oraz względnie dużym skurczem wzdłużnym. Mokre próbki nasycano 30-procentowymi wodnymi roztworami sacharozy, laktitolu, PEG 300 i PEG 4000 i suszono w powietrzu lub nasycano około 30-procentowym wodnym roztworem mieszaniny PEG 300 i PEG 4000 i suszono liofilizacyjnie. Skuteczność modyfikacji oceniano na podstawie częściowego skurczu drewna w trzech kierunkach anatomicznych po przeprowadzonej impregnacji, suszeniu i sezonowaniu próbek w powietrzu przy wilgotności względnej wynoszącej 40% i 65% oraz na podstawie higroskopijności impregnowanych i sezonowanych próbek. Modyfikacja drewna przeprowadzona PEG 300, sacharozą i laktitolem powodowała, że badane częściowe skurcze liniowe nie przekraczały 0,5%. Takie same wyniki odnotowano także po suszeniu liofilizacyjnym drewna impregnowanego mieszaniną obydwu poliglikoli. Ostatni wariant modyfikacji powodował, że impregnowany materiał absorbował mniejsze ilości wody.

Słowa kluczowe: drewno archeologiczne, sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), konserwacja, skurcz, higroskopijność

Wstęp

Podstawowym zadaniem każdego procesu konserwacji mokrego drewna wykopaliskowego jest zmniejszenie jego odkształceń wilgotnościowych powodujących zmiany wymiarów, deformacje i uszkodzenia (UNGER i IN. 2001, BABIŃSKI 2008).

Zmiany wymiarów drewna w wyniku jego suszenia mają charakter anizotropowy. Wielkość skurczu zależy zarówno od kierunku anatomicznego, jak i od budowy ściany komórkowej (BARBER i MEYLAN 1964). Zależność pomiędzy kątem nachylenia mikro-

fibryl a skurczem drewna w kierunku stycznym i wzdłużnym przedstawili m.in. YAMAMOTO i IN. (2001). Według KRZYSIKA (1978) całkowity skurcz świeżego drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wynosi: 6,1 ... 7,7 ... 9,8% (wartość minimalna ... wartość średnia ... wartość maksymalna) w kierunku stycznym, 2,6 ... 4,0 ... 5,1% w kierunku promieniowym i 0,1 ... 0,4 ... 0,6% w kierunku wzdłużnym. W przypadku archeologicznego drewna różnych gatunków sosny odnotowywano wartości większe, podobne lub nawet mniejsze (BORGIN i IN. 1979, SCHNIEWIND 1990, BABIŃSKI 2005, BETTAZZI i IN. 2005, BABIŃSKI 2007).

We wcześniejszych badaniach z zakresu stabilizacji wymiarowej mokrego drewna archeologicznego zajmowano się głównie konserwacją gatunków liściastych. W nielicznych pracach poświęconych modyfikacji drewna iglastego określano zazwyczaj skurcz drewna w kierunku stycznym i promieniowym (HOFFMANN 1990, BABIŃSKI 1996, 2005).

W czasie prac wykopaliskowych w Krośnie odnaleziono rury wodociągowe wykonane z drewna sosny zwyczajnej. Wśród wydobytego materiału znajdowało się drewno, które pomimo dużego stopnia degradacji charakteryzowało się niewielkim skurczem stycznym i promieniowym, lecz dużym skurczem wzdłużnym. Niewielki skurcz poprzeczny wskazywał, że znaczny skurcz drewna w kierunku wzdłużnym nie musi być spowodowany jedynie zaawansowanym stopniem rozkładu tkanki drzewnej, lecz może wynikać z dużego kąta nachylenia mikrofibryl w warstwie S₂ wtórnej ściany komórkowej. Wcześniejsze badania wykazały, że zmiany wymiarów w kierunku stycznym i promieniowym, odnotowane po modyfikacji podobnie zdegradowanego materiału drzewnego, były bardzo niewielkie (BABIŃSKI 2005), jednak nie badano tam skurczu konserwowanego drewna w kierunku wzdłużnym ani jego higroskopijności.

Celem niniejszej pracy było zbadanie skuteczności konserwacji archeologicznego drewna sosny zwyczajnej o małym skurczu poprzecznym i dużym skurczu wzdłużnym pod kątem stabilności jego wymiarów w trzech kierunkach anatomicznych oraz zbadanie jego higroskopijności po modyfikacji przeprowadzonej wybranymi związkami chemicznymi i po sezonowaniu w warunkach charakterystycznych dla muzealnych pomieszczeń ekspozycyjnych i magazynowych.

Material i metody

Badania przeprowadzono na drewnie sosny zwyczajnej pochodzącym ze średniowiecznej (II połowa XIV w.) rury wodociągowej o średnicy około 26 cm znalezionej w czasie prac wykopaliskowych w Krośnie (woj. podkarpackie). Próbkę CS o wymiarach 50 × 50 × 10 (t × r × l) mm i próbkę T o wymiarach 50 × 50 × 10 (t × l × r) mm wycinano ze strefy bielu. Materiał badawczy scharakteryzowano na podstawie szerokości przyrostów rocznych i udziału drewna późnego oraz wilgotności maksymalnej, gęstości umownej i całkowitych skurczów drewna w trzech kierunkach anatomicznych.

Mokre drewno nasycano wodą w komorze próżniowej do osiągnięcia wilgotności maksymalnej. W kolejnym etapie eksperymentu próbki impregnowano metodą kąpeli zimnej w wodnych roztworach sacharozy, laktitolu, poliglikolu etylenowego 300 (PEG 300) i poliglikolu etylenowego 4000 (PEG 4000). Zakres i parametry modyfikacji drewna określono na podstawie wyników wcześniejszych badań wykonywanych na

próbkach CS (BABIŃSKI 2005). Nasycanie próbek rozpoczynano w roztworach 10-procentowych, których stężenie zwiększano co dwa tygodnie do 15, 20, 25 i 30%. W piątym wariantcie impregnacji drewno nasycano wodnym roztworem mieszaniny poliglikoli składającej się z 8% PEG 300 i kolejno 5, 10, 15 i 20% PEG 4000 – przygotowanej według obliczeń wykonanych za pomocą programu komputerowego PEGCON (COOK i GRATTAN 1991). We wszystkich wariantach modyfikacji, przygotowując roztwory impregnatów, uwzględniano przybliżoną ilość wody znajdującej się w nasycanych próbkach. Czas impregnacji próbek wynosił zawsze 12 tygodni. W każdym wariantcie nasycano po sześć próbek z czterema stalowymi szpilkami wykorzystywanymi do określania skurczu drewna.

Nieimpregnowane próbki kontrolne i próbki nasycone sacharozą, PEG 300 i PEG 4000 suszono w pomieszczeniu laboratoryjnym w powietrzu o wilgotności względnej wynoszącej około 45-55% i w temperaturze otoczenia. Drewno modyfikowane laktitolem suszono w suszarce w temperaturze 50°C. próbki impregnowane mieszaniną obydwu poliglikoli zamrożono w temperaturze -27°C i suszono liofilizacyjnie.

W kolejnym etapie wszystkie wysuszone próbki sezonowano do stałej masy w powietrzu o temperaturze 20°C i względnej wilgotności (RH) wynoszącej najpierw 40%, a następnie 65%. Przyjęte warunki sezonowania próbek mieszczą się w przedziale zmienności mikroklimatu wielu pomieszczeń muzealnych w Polsce (KOZAKIEWICZ i MATEJAK 2006).

Skuteczność przeprowadzonej modyfikacji drewna i jej przydatność do celów konserwatorskich oceniano na podstawie stabilności wymiarów i higroskopijności nasyconych próbek. Pomiarów odległości pomiędzy szpilkami wbitymi w próbki dokonywano suwmiarką z dokładnością do 0,01 mm przed modyfikacją i po sezonowaniu nasyconego drewna przez cztery tygodnie w powietrzu o temperaturze 20°C i RH 40%, a następnie przez kolejne cztery tygodnie w powietrzu o RH 65%. Zmiany wymiarów drewna od stanu maksymalnego nasycenia wodą do osiągnięcia wilgotności równowagowych przy podanych wyżej parametrach powietrza, określane jako częściowy skurcz drewna, oznaczano na próbkach CS w kierunku stycznym i promieniowym, a na próbkach T w kierunku stycznym i wzdłużnym. Częściowy skurcz drewna i wskaźniki stabilizacji wymiarowej ASE obliczano według następujących wzorów:

$$\beta = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \times 100$$

gdzie:

- β – częściowy skurcz drewna (%),
- l_0 – wymiar próbki w stanie maksymalnego nasycenia wodą (przed modyfikacją) (mm),
- l_1 – wymiar próbki po modyfikacji i sezonowaniu (mm),

$$ASE = \frac{\beta_0 - \beta_1}{\beta_0} \times 100$$

gdzie:

- ASE – wskaźnik stabilizacji wymiarowej (%),
- β_0 – częściowy skurcz drewna niemodyfikowanego (%),
- β_1 – częściowy skurcz drewna modyfikowanego (%).

Wchłonięcie impregnatów do drewna przedstawiano jako procentowy stosunek suchej masy wprowadzonego impregnatu do suchej masy drewna (określonej na podstawie wilgotności maksymalnej próbek kontrolnych). Zawartość wody w próbkach określano po sezonowaniu drewna w powietrzu o RH 40% i 65% jako procentowy stosunek masy wody w próbce do sumy suchej masy drewna i wprowadzonego impregnatu. Wazenie próbek z dokładnością do 0,01 g wykonywano przed impregnacją i po niej oraz po sezonowaniu i po wysuszeniu próbek do suchej masy w temperaturze 105°C.

Wyniki i dyskusja

Podstawowe cechy budowy makroskopowej i wybrane właściwości fizyczne badanego drewna archeologicznego podano w tabeli 1. Analizowany materiał charakteryzował się wąskimi przyrostami rocznymi i niewielkim udziałem drewna późnego. Duża wilgotność maksymalna i mała gęstość umowna pośrednio wskazują na zaawansowany stopień rozkładu badanej warstwy bielu. Przybliżony ubytek substancji drzewnej, obliczany za GRATANEM i MATHIASEM (1986) jako względny spadek gęstości umownej drewna wykopaliskowego, wynosił około 52% przy gęstości umownej drewna niezdegradowanego przyjętej za DIETZEM (1975) na poziomie 420 kg·m⁻³. Całkowity skurcz drewna w kierunku stycznym był prawie dwukrotnie, a w kierunku promieniowym około trzech-czterech razy mniejszy od wartości charakterystycznych dla świeżego drewna dojrzałego. W badanym materiale archeologicznym odnotowano stosunkowo duży całkowity skurcz wzdłużny, który był w przybliżeniu przynajmniej sześciokrotnie

Tabela 1. Wybrane cechy makroskopowe i właściwości fizyczne archeologicznego drewna bielu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)

Table 1. Selected macroscopic features and physical properties of archaeological sapwood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)

Cecha/Właściwość	Wartość średnia
Szerokość przyrostu rocznego ¹ (mm)	0,95
Udział drewna późnego ¹ (%)	31,1
Wilgotność maksymalna (%)	425
Gęstość umowna (kg·m ⁻³)	200
Całkowity skurcz styczny (%)	4,2
Całkowity skurcz promieniowy (%)	1,0
Całkowity skurcz wzdłużny (%)	2,4

¹Przy wilgotności drewna około 8%.

większy niż skurcz zdrowego drewna współczesnego. Gdyby nie mały skurcz poprzeczny, można byłoby to tłumaczyć dużym stopniem degradacji badanej tkanki drzewnej. Bardzo niski stosunek całkowitego skurczu stycznego do całkowitego skurczu wzdłużnego, wynoszący dla drewna wykopaliskowego zaledwie 1,75, w przypadku materiału świeżego jest odnotowywany w drewnie młodocianym lub reakcyjnym. Mały skurcz styczny i duży skurcz wzdłużny może być następstwem dużego kąta nachylenia mikrofibril w warstwie S₂ wtórnej ściany komórkowej.

W tabeli 2 zestawiono częściowe skurcze liniowe modyfikowanego i niemodyfikowanego drewna sosny, a w tabeli 3 odpowiadające im wskaźniki stabilizacji wymiarowej ASE dla próbek sezonowanych przy RH 40% i 65%. Wartości podane w tabeli 2 są średnimi arytmetycznymi z 12 skurczów oznaczonych dla każdego kierunku anatomicznego. W tabeli 4 zestawiono wchłonięcie impregnatów do próbek CS i próbek T. Częściowe skurcze drewna nasyconego związkami o masie cząsteczkowej mniejszej niż 400 (sacharoza, laktitol, PEG 300), przy wchłonięciu wynoszącym około 130-160% s.m. drewna, nie przekraczały 0,5%. W zdecydowanej większości przypadków odnotowano jednak wartości zawierające się w przedziale od -0,2% (spęcznienie) do 0,2%. Wyniki uzyskane na próbkach CS sezonowanych przy RH 40% są zgodne z wartościami uzyskanymi we wcześniejszych badaniach podobnie zdegradowanego drewna sosny (BABIŃSKI 2005). Pomimo wchłonięcia porównywalnego z PEG 300 po impregnacji próbek PEG 4000 częściowe skurcze drewna w kierunku stycznym i promieniowym były znacząco większe i przekraczały wartości uzyskane dla nieimpregnowanych próbek kontrolnych. Odpowiadały im ujemne wartości wskaźników ASE_T i ASE_R podane w tabeli 3. Podobną tendencję odnotowano już we wcześniejszych badaniach wykopaliskowego drewna *Pinus sylvestris* (BABIŃSKI 2005), jak i *P. massoniana* (HOFFMANN 1990). Po impregnacji badanego drewna sosny PEG 4000 jedynie skurcz wzdłużny był wyraźnie mniejszy w porównaniu ze skurczem próbek kontrolnych. Gdy drewno modyfikowano

Tabela 2. Częściowy skurcz nieimpregnowanego i impregnowanego archeologicznego drewna sosny po sezonowaniu przy RH 40% i 65% (%)

Table 2. Partial shrinkage of untreated and treated archaeological pine wood after seasoning at RH 40% and 65% (%)

Impregnat	Próbki CS				Próbki T			
	β _T		β _R		β _T		β _L	
	RH 40%	RH 65%	RH 40%	RH 65%	RH 40%	RH 65%	RH 40%	RH 65%
Drewno nieimpregnowane	3,2	2,7	0,9	0,5	3,4	2,9	2,1	1,6
Sacharoza	0,2	0,0	-0,1	0,0	0,4	0,1	0,5	0,2
Laktitol	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,4	0,2
PEG 300	0,2	-0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,2	0,1	0,1
PEG 4000	4,3	3,6	1,8	1,4	5,1	4,3	0,6	0,3
PEG 300/4000	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,5	0,1	0,0	0,0

β_T – skurcz styczny, β_R – skurcz promieniowy, β_L – skurcz wzdłużny.

Tabela 3. Wskaźniki stabilizacji wymiarowej (ASE) impregnowanego i sezonowanego drewna sosny (%)

Table 3. ASE values for treated and seasoned pine wood (%)

Impregnat	Próbki CS				Próbki T			
	ASE _T		ASE _R		ASE _T		ASE _L	
	RH 40%	RH 65%	RH 40%	RH 65%	RH 40%	RH 65%	RH 40%	RH 65%
Sacharoza	94	100	111	100	88	97	76	88
Laktitol	94	96	78	80	91	93	81	88
PEG 300	94	104	78	40	103	107	95	94
PEG 4000	-34	-33	-100	-180	-50	-48	71	81
PEG 300/4000	97	104	111	120	85	97	100	100

ASE_T – wskaźnik stabilizacji wymiarowej w kierunku stycznym, ASE_R – wskaźnik stabilizacji wymiarowej w kierunku promieniowym, ASE_L – wskaźnik stabilizacji wymiarowej w kierunku wzdłużnym.

Tabela 4. Wchłonięcie impregnatów do drewna sosny (% s.m.)

Table 4. Uptake of impregnants into pine wood (% of d.m.)

Impregnat	Próbki CS	Próbki T
Sacharoza	163,6	161,5
Laktitol	160,8	155,4
PEG 300	133,7	130,8
PEG 4000	139,9	125,5
PEG 300/4000	133,9	125,1

mieszanią PEG 300 (8%) i PEG 4000 (20%), a następnie suszono liofilizacyjnie, zmiany jego wymiarów były zdecydowanie mniejsze, pozostając co najmniej na poziomie częściowego skurczu drewna impregnowanego 30-procentowym roztworem sacharozy, laktitolu lub PEG 300. Jednocześnie we wszystkich tych czterech przypadkach częściowe skurcze drewna w różnych kierunkach anatomicznych pozostawały na porównywalnym poziomie. Niewielkie różnice pomiędzy częściowym skurczem stycznym oznaczonym na obydwu rodzajach próbek wynikały najprawdopodobniej z nieznacznego spękania próbek T. Znaczne wartości ASE wskazują na dużą stabilność wymiarów badanego bielu sosny we wszystkich trzech kierunkach anatomicznych po modyfikacji przeprowadzonej sacharozą, laktitolem, PEG 300 oraz mieszaniną PEG 300 i PEG 4000.

Zawartość wody w drewnie sezonowanym przy RH 40% i 65% podano w tabeli 5. Jak należało oczekiwać, największe ilości wody zawierały próbki nasycone PEG 300. Drewno modyfikowane poliglikolem o małej masie cząsteczkowej i sezonowane przy większej wilgotności powietrza (RH 65%) zawierało powyżej 20% wody. Wyraźnie mniejszą zawartość odnotowano w próbkach nasyconych sacharozą, ale można ją także

Tabela 5. Zawartość wody w impregnowanym drewnie sosny po sezonowaniu przy RH 40% i 65% (%)

Table 5. Water content in treated pine wood after seasoning at RH 40% and 65% (%)

Impregnat	Próbki CS		Próbki T	
	RH 40%	RH 65%	RH 40%	RH 65%
Sacharoza	6,7	11,8	6,7	12,9
Laktitol	4,3	8,5	4,5	9,0
PEG 300	7,7	20,8	7,2	21,2
PEG 4000	2,9	5,8	1,9	4,6
PEG 300/4000	3,6	8,4	3,3	8,4

uznać za zwiększoną. Taki poziom absorpcji wody mógł być spowodowany obecnością higroskopijnych produktów biodegradacji cukru. Mniejsze ilości wody zawierało natomiast drewno nasycone laktitolem, który jest bardziej stabilny biologicznie i mniej higroskopijny (IMAZU i MORGÓS 1997). Próbki impregnowane PEG 4000 zawierały co najwyżej 6% wody, a jej udział w drewnie nasyconym mieszaniną obydwu poliglikoli był porównywalny do zawartości wody w próbkach modyfikowanych laktitolem.

Wnioski

1. Archeologiczne drewno sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), charakteryzujące się wąskimi przyrostami rocznymi i małą gęstością umowną oraz małym skurczem poprzecznym i dużym skurczem wzdłużnym, może być z powodzeniem stabilizowane wymiarowo z wykorzystaniem sacharozy, laktitolu, PEG 300 oraz mieszaniny PEG 300 i PEG 4000.

2. Znaczne odkształcenia wilgotnościowe drewna impregnowanego PEG 4000 wskazują, że poliglikol o dużej masie cząsteczkowej nie powinien być brany pod uwagę w wyborze metody stabilizacji wymiarowej archeologicznego drewna sosny suszonego w powietrzu.

3. Uwzględniając higroskopijność modyfikowanego drewna i możliwość rozkładu wprowadzonych impregnatów, w wyborze optymalnej metody jego konserwacji należy preferować nasywanie drewna laktitolem i suszenie w powietrzu lub impregnację mieszaniną poliglikoli i suszenie liofilizacyjne.

Literatura

- BABIŃSKI L., 1996. Stabilizacja wymiarowa archeologicznego drewna jodłowego. W: Ochrona drewna, XVIII Sympozjum, Jachranka 18-20.09.1996. Wyd. SGGW, Warszawa: 85-90.
- BABIŃSKI L., 2005. Badanie stopnia degradacji i stabilizacji wymiarowej mokrego drewna wykopaliskowego. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 4, 1: 151-169.

- BABIŃSKI L., 2007. Influence of pre-treatment on shrinkage of freeze-dried archaeological pine-wood. *Folia For. Pol., Ser. B* 38: 3-12.
- BABIŃSKI L., 2008. Konserwacja mokrego drewna wykopaliskowego. Metody stabilizacji wymiarowej. *Font. Archaeol. Posn.* 44: 353-367.
- BARBER N.F., MEYLAN B.A., 1964. The anisotropic shrinkage of wood – a theoretical model. *Holzforschung* 18: 146-156.
- BETTAZZI F., GIACHI G., STACCIOLI G., CHIMICHI S., MACCHIONI N., 2005. Chemical and physical characterisation of wood of shipwrecks discovered in the ancient harbour of Pisa (Tuscany – Italy). W: *Proceedings of the 9th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Copenhagen 2004*. Red. P. Hoffmann, K. Strätkvern, J.A. Spriggs, D. Gregory, ICOM, Bremerhaven: 127-143.
- BORGIN K., TSOUMIS G., PASSIALIS C., 1979. Density and shrinkage of old wood. *Wood Sci. Technol.* 13, 1: 49-57.
- COOK C., GRATTAN D.W., 1991. A method of calculating the concentration of PEG for freeze-drying waterlogged wood. W: *Proceedings of the 4th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Bremerhaven 1990*. Red. P. Hoffmann. ICOM, Bremerhaven: 239-251.
- DIETZ P., 1975. Dichte und Rindengehalt von Industrieholz. *Holz Roh- u. Werkst.* 33: 1135-1141.
- GRATTAN D.W., MATHIAS C., 1986. Analysis of waterlogged wood: the value of chemical analysis and other simple methods in evaluating condition. *Somerset Levels Pap.* 12: 6-12.
- HOFFMANN P., 1990. On the stabilization of waterlogged softwoods with polyethylene glycol (PEG). Four species from China and Korea. *Holzforschung* 44: 87-93.
- IMAZU S., MORGÓS A., 1997. Conservation of waterlogged wood using sugar alcohol and comparison the effectiveness of lactitol, sucrose and PEG 4000 treatment. W: *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, York 1996*. Red. P. Hoffmann, T. Grant, J.A. Springs, T. Daley. ICOM, Bremerhaven: 235-254.
- KOZAKIEWICZ P., MATEJAK M., 2006. *Klimat a drewno zabytkowe*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- KRZYSIK F., 1978. *Nauka o drewnie*. PWN, Warszawa.
- SCHNIEWIND A.P., 1990. Physical and mechanical properties of archaeological wood. W: *Archaeological wood: properties, chemistry and preservation*. Red. R.M. Rowell, R.J. Barbour. *Adv. Chem. Ser.* 225: 87-109.
- UNGER A., SCHNIEWIND A.P., UNGER W., 2001. *Conservation of wood artifacts*. Springer, Berlin.
- YAMAMOTO H., SASSUS F., NINOMIYA M., GRIL J., 2001. A model of anisotropic swelling and shrinking process of wood. Part 2. A simulation of shrinking wood. *Wood Sci. Technol.* 35, 1-2: 167-181.

THE RESEARCH ON EFFECTIVENESS OF CONSERVATION OF ARCHAEOLOGICAL PINE WOOD WITH LOW TRANSVERSE (SHRINKAGE) AND HIGH LONGITUDINAL SHRINKAGE

Summary. The research was undertaken on archaeological mature sapwood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), characterised by a considerable degree of degradation, but low tangential and radial shrinkage and relatively high longitudinal shrinkage. The waterlogged samples were treated with 30% aqueous solutions of sucrose, lactitol, PEG 300, PEG 4000 and then air-dried or treated with ca. 30% aqueous solution of a mixture of PEG 300 and PEG 4000 and then freeze-dried. Effectiveness of modification was evaluated on the basis of wood shrinkage in the three anatomic directions after impregnation, drying and seasoning of the samples in the air at RH 40% and 65%

Babiński L., 2011. Badanie skuteczności konserwacji archeologicznego drewna sosny o małym skurczu poprzecznym i dużym skurczu wzdłużnym. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 3, #29.

as well as on the basis of hygroscopicity of treated and seasoned samples. Modification of wood with PEG 300, sucrose, and lactitol caused, that linear shrinkages did not exceed 0.5%. The same results were obtained after freeze-drying of wood that had been treated with the mixture of both polyglycols. The latter variant of modification caused, that the treated material absorbed lower quantities of water.

Key words: archaeological wood, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), conservation, shrinkage, hygroscopicity

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Leszek Babiński, Dział Konserwacji Muzealiów, Muzeum Archeologiczne w Biskupinie, Biskupin 17, 88-410 Gąsawa, Poland, e-mail: leszek.babinski@wp.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

5.05.2011

Do cytowania – For citation:

*Babiński L., 2011. Badanie skuteczności konserwacji archeologicznego drewna sosny o małym skurczu poprzecznym i dużym skurczu wzdłużnym. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 3, #29.*