

Franjo Penzar, Hrvoje Matušić

Preradba hrastova abonosa (*Quercus robur* Erch) u plemenite furnire

Processing of Bog-oak (*Quercus robur*, Erch) into Fine Veneer

Prethodno priopćenje - Preliminary paper

Prispjelo - received: 06. 03. 1996. • Prihvaćeno- accepted: 17. 04. 1997.

UDK 634. 814.8 i 634.* 826.2*

SAŽETAK • Drvo izloženo dugom djelovanju vode (tekućice ili stajačice) promijeni boju te neka fizička i mehanička svojstva. Subfosilno drvo ili abonos (bog-wood) tamnosmeđe je do crne boje. Promjena boje posljedica je procesa razgradnje sastojaka drva koja nije uvjetovana prisutnošću mikroorganizama već zajedničkim djelovanjem više čimbenika u vodi i spajanjem soli željeza iz vode i trijeslovina u drvu. Prema intenzitetu boje i količini soli željeza u drvu te karbonskim testom C-14 može se procijeniti koliko je hrastovina ležala pod vodom. Drvo abonosa i recentnog hrasta prerađeno je u rezane plemenite furnire debljine 0,6 mm, koji se upotrebljavaju za izradbu skupocjenog pokućstva, uređenje interijera, izradbu glazbenih instrumenata, intarzija, ukrasnih kutija i dr.

Ključne riječi: abonos, izradba plemenitih furnira, fizička i mehanička svojstva furnira.

SUMMARY • Wood which has been exposed for a long time to running or stagnant water undergoes changes in colour as well as in some physical and mechanical properties. Subfossil wood or abonos is dark brown to black. The change in colour is a result of the decomposition of the wood components. This is not due to the action of micro-organisms but is a consequence of the joint action of a number of factors in water and of the reaction of salts of iron in water with the tannins in oakwood. The length of oakwood exposure to water has been estimated according to the intensity of the discoloration, iron salts content and by the C- 14 carbon test. Bog-oak and recent oakwood were cut into precious veneers 0.6 mm thick which are used for the production of costly furniture, interior design, musical instruments, marquetry, decorative boxes etc.

Key words: fossil oak (bog wood), the production of precious venner, the physical and mechanical properties of veneer.

Autori su docent na Šumarskom fakultetu u Zagrebu i tehnolog u AKORD - automati, Vrbovec.

Authors are assistant lecturer at the Faculty of Forestry of the Zagreb University and technologist at AKORD - automati, Vrbovec, respectively.

1. UVOD
1. Introduction

Abonos je drvo koje je dugo godina ležalo na dnu rijeke prekriveno muljem i vodom. Posljedica prirodne humifikacije nastale u mulju, koja je tisućama godina djelovala na potopljena debla, jest nastanak drva cijenjenog po crnim tonovima i određenim svojstvima. Boja drva rezultat je kemijske reakcije između trijeslovine u drvu i željeza u vodi kojom je drvo bilo prekriveno. Voda je priječila pristup zraka održavajući razmjerno nisku i jednaku temperaturu, te onemogućivala prodor gljiva u drvo. Zbog djelovanja tekuće vode podtlakom izlučivale su se tvari u drvu podložne truljenju i istaložio kremeniti i vapnjeni pijesak, koji je prekrivio površinu drva nepropusnim slojem. Drvo odležalo u mulju pokazuje veliku trajnost i znakovite promjene fizičkih svojstava u odnosu prema svojstvima recentnog drva. Gustoća drva malo je veća od gustoće recentnog drva, a utezanje i bubrenje su povećani.

Drvo abonosa je zbog svoje boje, izvanredne trajnosti i akustičnosti cijanjeno i traženo u obliku rezanih furnira i masivnog drva za izradbu skupocjenog pokućstva, glazbenih instrumenata, za rezbarske i skulptorske radove, intarzije, ukrasne kutije i druge predmete.

2. MATERIJALI I METODE
2. Material and methods

Abonos i recentno drvo za ispitivanje potječu iz nizinskih šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur* Erch) srednje Posavine.

Starost drva utvrđena je brojenjem godina na frontalnim površinama trupaca. Procijenjeno je da je drvo abonosa hrastovine (bog-oak) bilo oko 3000 godina neprekidno pokriveno muljem. Starost ispitivanog uzorka drva utvrđena je radioaktivnim testom C-14. Zbog humifikacije i taloženja sastojaka kremenog i vapneno-pijeska i bakterija površina plašta bila je pokrivena nepropusnim slojem pijeska. Kristali kalcijeva karbonata i silicijeva oksida otežali su mehaničku preradbu abonosa u plemenite furnire što je zahtijevalo prilagodbu geometrije alata (sl. 1) te posebne tehnološke parametre u hidrotermičkoj preradbi drva i izradbi furnira rezanjem na furnirskom ojničkom stroju.

Stabla abonosa dobivena su s lokaliteta ušća rijeke Ukrine (desne pritoke rijeke Save), jugozapadno od Bosanskog Broda. Stabla su izvađena iz mulja prilikom melioracijskih radova u sklopu produblivanja i uređivanja ušća rijeke Ukrine.

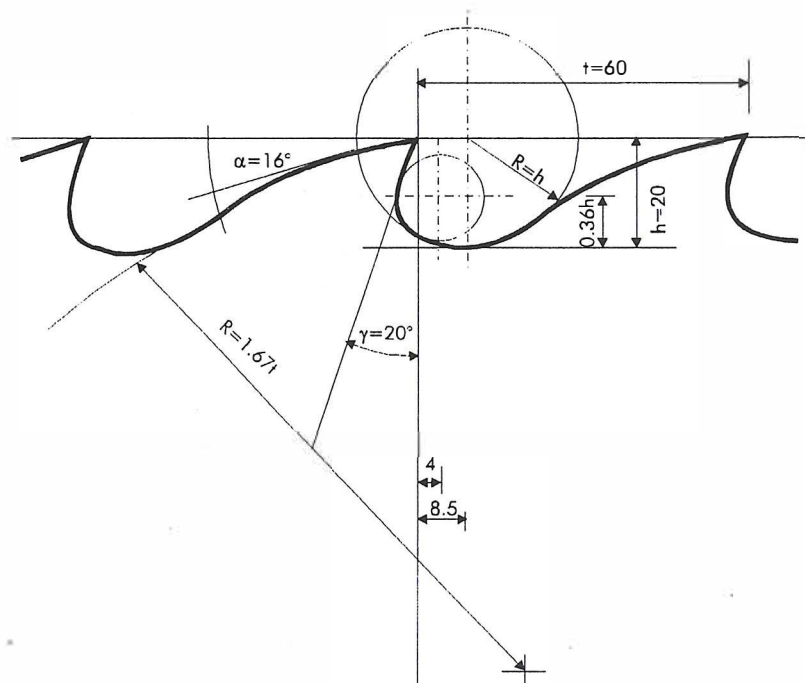
Na temelju zemljovida (pedološke karte, 1:50000, Brod 3, autor Pavao Kovačević i dr., 1964. god.), lokalitet se nalazi na savskom aluviju (aluvijско-karbonatno pjeskovito tlo, do aluvijalno-karbonatno-ilovasto tlo) mirnih poplavnih uvjeta taloženja.

Radi usporedbe, prerađeni su i trupci svježih hrastova drva (*Quercus robur* Erch) s lokaliteta Migalovci, koji se nalazi oko 20 km sjeverno od ušća rijeke Ukrine. Trupci potječu iz zimske sječe, a do preradbe su bili zaštićeni prskanjem vodom s prekidima u poluukopanim bazenima.

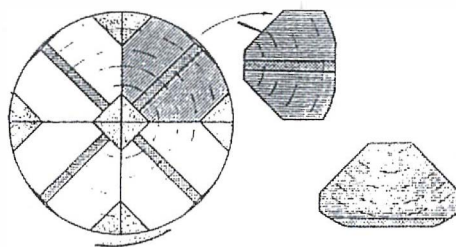
Stabla abonosa skraćena su na 4,5 m (pilom lančanicom), tj. na dužinu radnog

Slika 1.

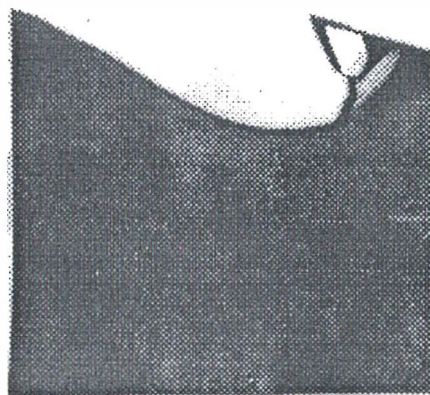
Oblik zupca tračne pile * Band saw blades tooth form



stola furnirskog noža tipa TIO. Trula je bjeljika uklonjena otkoravanjem na stroju Hava. Trupci su prerađeni u četvrtice (sl. 3) tračnom pilom trupčarom promjera kotača 1800 mm. Priprema alata za rezanje i obradbu furnira obavljena je brušenjem "na mokro". Fina obradba vrha oštrice izvedena je brusnim sredstvima različitih karakteristika. Geometrija zupca prilagođena je preradbi drva s kristalnim nakupinama i preradbi svježe hrastovine (sl. 1). Odabrani su elementi geometrije zupca pile bili: $T=60$ mm, $H=20$ mm, prsni kut $\gamma=20^\circ$, slobodni kut $\alpha=16^\circ$, a kut oštrenja $\beta=54^\circ$. Vrh zupca proširen je tlačenjem na uređaju PTG i finalno obrađen legurom stelita castol 321, plinskim navarivanjem stelitne igle pod zaštitom argona (sl. 2). Otpornost vrha zupca na trošenje povećana je šest puta, a tvrdoća vrha na 64 HRC. Penetracija stelita u tijelo pile bila je zadovoljavajuća. Vrh noža za otkoravanje oplemenjen je prevlakom titanitrida (TIN) PVD postupkom. Prevlaka je nanosena u visokovakuumskoj plazmi reaktivnim napanjanjem titana u pristunsoti dušika visoke čistoće. Tim je postupkom povećana otpornost vrha noža na trošenje 20 puta. Primijenjen je i postupak stilitiranja vrha noža za otkoravanje legurom castol 643.

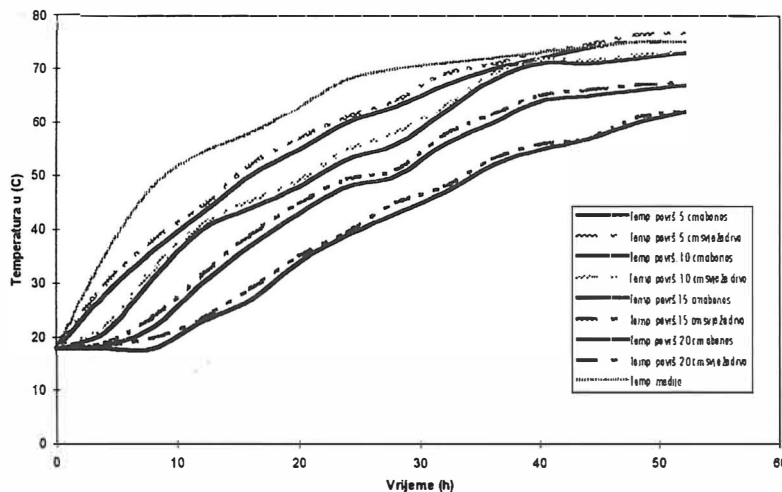


Slika 2.
Trupac je piljen u četvrtice * Log sawed into quarters

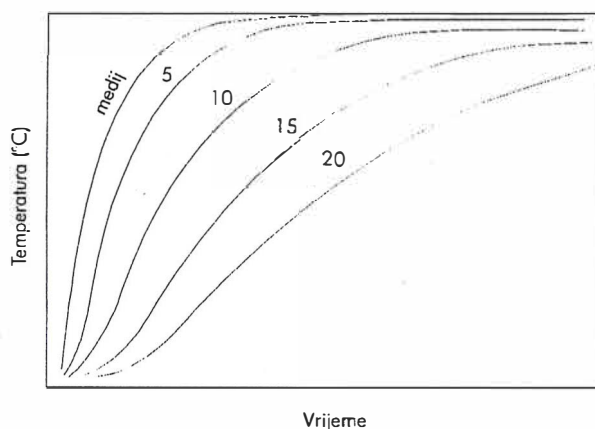


Slika 3.
Stelitirani vrh zupca * Stelit edged cutting teeth

Furnirske četvrtice abonosa i recentnog hrasta hidrotermički su obrađene zagrijavanjem u vodi temperatura 75°C , u trajanju od 48 do 52 sata. Približno vrijeme zagrijavanja određeno je iz monograma prema Mörthu (5) i Fleischeru (5) te Kollmannovim (5) i Krotovim(7) proračunom.



Slika 4.
Dijagram toka temperaturnih promjena u drvu abonosa * Diagram of temperature changes in fossil oak logs during steaming



Idealizirani dijagram toka temperaturnih promjena u drvu abonosa * Idealized diagram of temperature changes in fossil oak logs during steaming

Najpovoljnije temperature za rezanje određene su eksperimentalno, mjerenjem toka temperaturnih promjena za vrijeme zagrijavanja u vodi, na dubinama 5, 10, 15 i 20 cm od površine bloka u presjeku 0,5 m od čela. Mjerenja su obavljena na jednoj polovici dužine bloka jer je tok temperaturnih promjena u drugom dijelu bloka relativno simetričan. Tok temperaturnih promjena mjeren je digitalnim termoparom DT (TMT-Dugi Rat) za kontaktna industrijska mjerenja. Rabljene su sonde tipa 101, s termoparom NiCr-Ni. Rezultati mjerenja za abonos i recentno drvo hrastovine prikazani su na slici 4. Zagrijavanje drva i medija bilo je postupno da se izbjegne visoki gradijent naprezanja od topline u bloku drva. Četvrtice abonosa i recentnog hrasta rezane su u plemenite furnire na kosom stroju s ojničkim pogonom. Kombiniranim gibanjem glave i noža i pritise letve u jednome te gibanjem radnog stola s upetim blokom u suprotnom smjeru proizvedeni su listovi furnira visoke kakvoće, koja odgovara europskim normama. Kakvoća furnira procijenjena je prema normama (DIN 4097), ocjenom tehničkog osoblja i mjerenjem uređajem "Ameise". Furnirski su blokovi rezani pri najpovoljnijoj eksperimentalno određenoj temperaturi, koja je za abonos iznosila 71°C, a za recentno hrastovo drvo 68°C. Stupanj tlačenja (ugušćenja) drva odabran je za abonos ($\Delta = 5\%S$) 5% debljine furnira, a za svježe drvo ($\Delta = 10\%S$) 10% debljine. Razmak vrha noža i tlačne letve određen je računski za debljinu furnira 0,6 mm, prema slici 5.

Vrijeme zagrijavanja abonosa i recentnog drva određeno je prema Kollmanu (5). Za drvo abonosa iznosilo je 52 sata, a za recentno drvo 48 sati.

Prema Krotovu (10), vrijeme zagrijavanja iznosilo je za abonos 46 sati, a za svježe drvo 48 sati.

Proizvedeni su furniri umjetno sušeni do konačnog sadržaja vlage 11-13% u sušionici EZA/12, s beskonačnim mrežama i sapnicama. Završna obradba furnira obavljena je na furnirskim škarama s laserskim vođenjem noža pri uzdužnom i poprečnom rezanju, na konačne dimenzije svežnjeva. Povezani furniri uskladišteni su u hidrostatičanom i termostatičanom prostoru. Rezani su furniri abonosa zbog ujednačene crne boje razvrstani u jednu (I/E) klasu, a furniri svežeg drva prema važećim normama.

Vrijeme uporabe furnirskog noža između dva oštrenja u preradbi abonosa iznosilo je 11 sati, a pri preradbi svežeg drva 16 sati, što je utvrđeno stupnjem zatupljenosti noža.

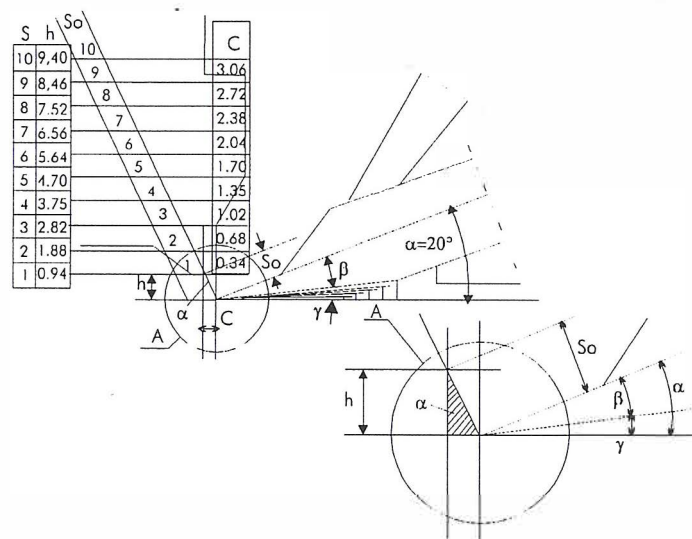
3. REZULTAT ISTRAŽIVANJA 3. Results of research

Zbog humifikacije i procesa nastalih u drvu prekrivenome muljem i vodom, bez pristupa zraka, uz razmjernonisku i ujednačenu temperaturu, došlo je do izluživanja tvari podložnih truljenju te taloženja sastojaka kremenog i vapnenog pijeska na površini i u unutarnjim dijelovima drva. Gotovo posve crn ton boje posljedica je kemijske reakcije između trijeslovine u drvu i željeza u vodi. Utjecaj navedenih čimbenika odrazio se i na znakovite promjene fizičkih svojstava takvog drva u odnosu prema svojstvima svežeg (recentnog) drva (4).

Sadržaj vode drva abonosa prije hidrotermičke pripreme blokova i u furniru prije i nakon sušenja određen je na 50 uzoraka. Veličina epruveta furnira iznosila je 100x100 mm. Primjenjena je gravimetrijska metoda sušenjem drva pri temperaturi $t=103\pm 2$ °C, do konstantne mase. Vrijednosti su izražene postocima mase vode u drvu u odnosu prema masi apsolutno suhog drva. Dobivene su ove vrijednosti: $x=63,2\%$, $\min.=61,9\%$, $\max.=64,1\%$, $S=0,204$, $v=2,13$. Za rezane

Slika 5.

Horizontalni i vertikalni razmak noža i tlačne letve * Horizontal and vertical distance between veneer knife and squeezer



furnire prije umjetnog sušenja vrijednosti su iznosile: $x=58,3\%$, $\min.=57,9$, $\max.=59,1$, $S=0,012$, $v=2,63$, a nakon sušenja: $x=14,8$, $\min.=14,2\%$, $\max.=15,1\%$, $S=1,12$, $v=3,12$.

Volumna masa furnira u prosušenom stanju određena je na 50 uzoraka kod sadržaja vode $13,8\%$ i iznosila je: $\bar{x}=0.644 \text{ g/cm}^3$, $\min.=0.596 \text{ g/cm}^3$, $\max.=0.696 \text{ g/cm}^3$, $S=0.031$ i $v=4.50$.

Usporedba teorijskih i stvarnih temperaturnih promjena u drvu abonosa i recentnog drva provedena je pomoću t-testa. Utjecaj longitudinalnog vođenja topline za presjek A najveći je, pa su i razlike značajne. Vrijeme zagrijavanja furnirskih blokova na najpovoljniju temperaturu razlikuju se u Kollmanovu (5) i Krotovovu (7) proračunu jer se u proračun uvrštava temperatura medija nakon 2/3 vremena zagrijavanja, a ne srednja temperatura ili dvije temperature za određeno razdoblje. Promatramo li ih prema vremenu zagrijavanja, temperaturne se promjene u furnirskom bloku ne zbivaju linearno. U početku postoji određeno usporenje, zatim približno linearno, a na kraju je zabilježeno usporenje i asimptotsko približavanje konačnim vrijednostima (v. idealiziranu krivulju). Za brzo i približno izračunavanje vremena trajanja zagrijavanja furnirskog bloka moguće se poslužiti s rednijim vrijednostima brzine zagrijavanja od $0,96 \text{ }^\circ\text{C/h}$, ili efektivno $1,30 \text{ }^\circ\text{C/h}$.

Brzina sušenja furnira abonosa bila je usporena zbog smanjene permabilnosti u odnosu prema recentnom drvu. Kako se zrak pri umjetnom sušenju kreće okomito na površinu furnira, pri jednakim su uvjetima umjetnog sušenja furniri abonosa imali 2,3-2,9% viši sadržaj vode od furnira recentnog drva.

Nakon izradbe obavljeno je mjerenje debljine furnirskih listova na uzorku od 100 listova. Debljina je mjerena mikrometrom na šest mjesta svakog lista furnira. Rezultati su obrađeni statističkom metodom.

Debljina (mm) x_i	Broj listova f_j	Postotak %	$f_j x_i$	$f_j x_i^2$
0,57	2	2	1,14	0,6498
0,58	4	4	2,32	1,3456
0,59	20	20	11,80	6,9620
0,60	28	28	16,80	10,0800
0,61	28	28	17,08	40,4188
0,62	6	6	3,72	2,3064
0,63	2	2	1,26	0,7938
0,64	2	2	1,28	0,8192
0,65	2	2	1,30	0,8450
0,66	4	4	2,64	1,7424
0,67	2	2	1,34	0,8978
	100	100	60,68	36,8608

Aritmetička sredina debljine lista iznosi:

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = \frac{60.68}{100} = 0.6068 \text{ mm} = 0.61 \text{ mm}$$

Kvadrat aritmetičke sredine iznosi:

$$\bar{x}^2 = 0,6068^2 = 0,3682$$

Varijanca:

$$s^2 = \bar{x}^2 - \bar{x}^2 = 0,3686 - 0,3682 = 0,0004$$

Debljina proizvedenog furnira zadovoljava europske norme.

4. ZAKLJUČAK

4. Conclusion

Drvo abonosa (bog-oak) uspješno se može preraditi u plemenite rezane furnire visoke kakvoće. Upotrijebljena je standardna tehnika koja se primjenjuje u preradbi svježega recentnog drva. Modificirani režimi zagrijavanja blokova prije konverzije u furnire zadovoljili su uobičajenu tehnologiju preradbe drva, kao i kakvoću umjetnog sušenja furnira. Plemeniti je furnir nakon umjetnog sušenja i kondicioniranja bio posve crnih tonova. U preradbi abonosa postignuto je iskorištenje $45,8\%$, što predstavlja povećanje za $5,2\%$ u odnosu prema recentnoj hrastovini. Takve rezultate možemo objasniti nižom kakvoćom recentnog drva hrastovine.

5. LITERATURA

5. References

- Borgin, K., Tsoumis, G. i Passials, C., 1979: Density and Shrinkage of Old Wood. Wood Science and Technology, 13:49-57.
 - Dzbenshi, W., 1970: Techniczne, Wlascnosci drewna dedu wykopaliskowego, Sylwan 114 (5): 1-27.
 - Govorčin, S. 1994: Neka fizička i mehanička svojstva abonosa (crni hrast) zakopanog u zemlji iz Bednje. Studija Šumarski fakultet Zagreb
 - Horvat, I. i Krpan, J., 1967: Drvnoindustrijski priručnik, Zagreb
 - Kollman, F. 1962: Furnire, langenholzer und tischlerplatten, Berlin
 - Kovačević, P. i dr., 1964: Pedološka karta, Brod 3. Zagreb.
 - Krotov, A., 1956: Fanernoje proizvodstvo, Moskva 1956.
 - Schniewind, A.P., 1990: Physical and Mechanical Properties of Archaeological Wood. American Chemical Society
 - Ugrenović, A., 1950: Tehnologija drva. Zagreb: Šumarski fakultet Zagreb
 - Voulgaridis, E. Passialis, C., 1990: Shrinkage and Colour Restoration of Oakwood Buried in the Ground. Holzforschung und Holzverwertung. 4 74-75.
- ***: Šumarska enciklopedija 2, Zagreb, 1983.
*** DIN (4097)