

DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO-STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL JOURNAL OF WOOD TECHNOLOGY

IZDAVAČ I UREDNIŠTVO
Publisher and Editor's Office

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Forestry, Zagreb University
10000 Zagreb, Svetošimunska 25
Hrvatska - Croatia
Tel. (*385 1) 235 24 30; fax (*385 1) 235 25 64

SUIZDAVAČI
Co-Publishers

Exportdrvo d.d., Zagreb
Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb
Hrvatske šume d.o.o., Zagreb

OSNIVAČ
Founder

Institut za drvnoindustrijska istraživanja, Zagreb

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK
Editor-in-Chief

Ružica Beljo Lučić

UREDNIČKI ODBOR
Editorial Board

Mladen Brezović, Zagreb, Hrvatska
Ivica Grbac, Zagreb, Hrvatska
Krešimir Greger, Zagreb, Hrvatska
Vlatka Jirouš-Rajković, Zagreb, Hrvatska
Ante P. B. Krpan, Zagreb, Hrvatska
Silvana Prekrat, Zagreb, Hrvatska
Stjepan Risović, Zagreb, Hrvatska
Tomislav Sinković, Zagreb, Hrvatska
Karl - Friedrich Tröger, München, Njemačka
Štefan Barcik, Zvolen, Slovačka
Jože Resnik, Ljubljana, Slovenija
Marko Petrič, Ljubljana, Slovenija
Mike D. Hale, Bangor, Velika Britanija
Peter Bonfield, Watford, Velika Britanija
Jürgen Sell, Dübendorf, Švicarska
Klaus Richter, Dübendorf, Švicarska
Jerzy Smardzewski, Poznań, Poljska
Marián Babiak, Zvolen, Slovačka
Željko Gorišek, Ljubljana, Slovenija
Katarina Čufar, Ljubljana, Slovenija

IZDAVAČKI SAVJET
Publishing Council

prof. dr. sc. Ivica Grbac (predsjednik),
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu;
prof. dr. sc. dr. h. c. Mladen Figurić,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu;
Zdravko Jelčić, dipl. oec., Spin Valis d.d.;
Ivan Slamić, dipl. ing., Tvin d.d.;
Petar Jurjević, dipl. ing.,
Hrvatsko šumarsko društvo;
mr. sc. Darko Beuk, dipl. ing.,
Hrvatske šume d.o.o.;
Vlado Jerbić, dipl. ing., Belišće d.d.

TEHNIČKI UREDNIK
Production Editor

Stjepan Pervan

POMOĆNIK TEHNIČKOG UREDNIKA
Assistant to Production Editor
Zlatko Bihar

LEKTORICE
Linguistic Advisers

Zlata Babić, prof. (hrvatski - Croatian)
Maja Zajšek-Vrhovac, prof. (engleski - English)
Vitarnja Janković, prof. (njemački - German)

DRVNA INDUSTRIJA je časopis koji objavljuje znanstvene i stručne radove te ostale priloge iz cjelokupnog područja iskorištavanja šuma, istraživanja svojstava i primjene drva, mehaničke i kemijske prerađivanja drvne materije, mehanike i kemijske prerađivanja drvne materije, svih proizvodnih grana te trgovine drvom i drvnim proizvodima.

Časopis izlazi četiri puta u godini.

DRVNA INDUSTRIJA contains research contributions and reviews covering the entire field of forest exploitation, wood properties and application, mechanical and chemical conversion and modification of wood, and all aspects of manufacturing and trade of wood and wood products.

The journal is published quarterly.

OVAJ BROJ ČASOPISA
PODUPIRE:

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



Sadržaj

Contents

NAKLADA (Circulation): 700 komada · **ČASOPIS JE REFERIRAN U (Indexed in):** Forestry abstracts, Forest products abstracts, CAB Abstracts, CA search, SCOPUS · **PRILOGE** treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Rukopisi se ne vraćaju. · **MANUSCRIPTS** are to be submitted to the editor's office. Scientific and professional papers are reviewed. Manuscripts will not be returned. · **KONTAKTI s uredništvom (Contacts with the Editor)** e-mail: editor-di@sumfak.hr · **PRETPLATA (Subscription):** godišnja pretplata (annual subscription) za sve pretplatnike **55 EUR**. Pretplata u Hrvatskoj za sve pretplatnike iznosi 300 kn, a za dake, studente i umirovljenike 100 kn, plativo na žiro račun 2360000 - 1101340148 s naznakom "Drvena industrija" · **ČASOPIS SUFINANCIRA** Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske. · **TISAK (Printed by)** - DENONA d.o.o., Ivanićgradska 22, Zagreb, tel. 01/2361-777, fax. 01/2352-753, E-mail: denona@denona.hr; URL: www.denona.hr · **DESIGN** Aljoša Brajdić · **ČASOPIS JE DOSTUPAN NA INTERNETU:** <http://drvnaindustrija.sumfak.hr>
DRVNA INDUSTRIJA · Vol. 58, 1 ·

str. 1 - 60. · proljeće 2007. · Zagreb
REDAKCIJA DOVRŠENA 10.05.2007.

IZVORNI ZNANSTVENI RAD <i>Original scientific paper</i>	3-11
SELECTED PROPERTIES OF BEECH WOOD DEGRADED BY BROWN-ROT FUNGUS CONIOPHORA PUTEANA Svojstva bukova drva nakon djelovanja gljive <i>Coniophora puteana</i>, uzročnice smeđe truleži <i>Rastislav Solár, Stanislav Kurjatko, Miroslav Mamoň, Božena Košíková, Eva Neuschlová, Eva Výbohová</i>	3-11
PRETHODNA PRIOPĆENJA <i>Preliminary papers</i>	13-22
GLUED LAMINATED PANELS AS KITCHEN COUNTERTOPS Lijepljene lamelirane ploče kao radne ploče u kuhinji <i>Kambiz Pourtahmasi, Asghar Tarmian, Mazdak Mojarradi</i>	13-17
BUKA I VIBRACIJE PRI RADU JARMAČA I TRAČNIH PILA TRUPČARA Noise and vibration in using framesaws and bandsaws <i>Igor Đukić, Vlado Goglia</i>	19-22
PREGLEDNI RAD <i>Review paper</i>	23-33
METODE POBOLJŠANJA SVOJSTAVA GRAĐEVNOG DRVA Methods for improving building wood properties <i>Vlatka Jirouš-Rajković, Hrvoje Turkulin, Vjekoslav Živković</i>	23-33
SAJMOVI I IZLOŽBE <i>Fairs and exhibitions</i>	35-38
KONFERENCIJE I SKUPOVI <i>Conferences and meetings</i>	39-44
NOVOSTI IZ TEHNIKE <i>Technical novelties</i>	45
NAŠI SURADNICI <i>Our partners</i>	47-49
UZ SLIKU S NASLOVNICE <i>Species on the cover</i>	51-52
BIBLIOGRAFIJA ČLANAKA <i>Bibliography</i>	53-57

Rastislav Solár, Stanislav Kurjatko, Miroslav Mamoň¹, Božena Košíková², Eva Neuschlová³, Eva Výbohová¹, Jozef Hudec¹

Selected properties of beech wood degraded by brown-rot fungus *Coniophora puteana*

Svojstva bukova drva nakon djelovanja gljive *Coniophora puteana*, uzročnice smeđe truleži

Original scientific paper • Izvorni znanstveni rad

Received – prispjelo: 20. 10. 2006.

Accepted – prihvaćeno: 12. 3. 2007.

UDK: 630*844.2

ABSTRACT • This paper reveals the alteration of selected physical and chemical properties of non-tension beech wood exposed to short- and medium-term degradation by the brown-rot fungus *Coniophora puteana*. The fungus caused a gradual mass loss and a significant decrease in wood density by the decay progression. Biodegradation increased the contents of polar extractives in wood markedly, it caused a substantial removal of cellulose and it relatively increased the contents of lignin in wood. The above mentioned alterations of beech wood were reflected in an expressively increased rate of wood/water interactions, influenced its permeability and the rate of surface swelling. Wood colour turned to brown, and its lightness was reduced after 60-day degradation. The chemical analyses, VIS and FTIR spectra confirmed significant chemical changes of beech wood.

Key words: beech wood, *Coniophora puteana*, physical properties, VIS and FTIR spectra

SAŽETAK • U radu se objašnjavaju određene promjene fizikalnih i mehaničkih svojstava netenzijske, zdrave bukovine nastale kratkotrajnim i srednjetrojnim djelovanjem gljive *Coniophora puteana*, uzročnice smeđe truleži. Gljiva je tijekom svog razvoja i napredovanja prouzročila postupni gubitak mase i znatno smanjila gustoću bukovine. Biorazgradnjom se izrazito povećao sadržaj polarnih ekstraktiva, nestalo je celuloze i relativno se povećao sadržaj lignina u drvu. Navedene promjene bukovine očitovale su se izrazito povećanom interakcijom vode i drva, odnosno utjecale su na njegovu permeabilnost i veličinu površinskog bubrenja. Boja drva postala je smeđa, a sjaj je nakon 60 dana izlaganja gljivi smanjen. VIS i FTIR spektralne kemijske analize potvrdile su znatne kemijske promjene bukovine.

Ključne riječi: bukovina, *Coniophora puteana*, fizička svojstva drva, VIS i FTIR spektrometrija

1 INTRODUCTION

1. UVOD

Besides the benefits resulting from conversion of plant substrates into organic portion of forest and agri-

cultural soil, the activity of brown-rot fungi in technical practice is undesired, especially if construction materials made from wood are attacked. Degradation of wood substance in this case results in a deep loss of polysaccharides portion of wood, and sometimes also of

¹The authors are professor, professor, assistant, assistant and associated professor at the Faculty of Wood Sciences and Technology of the Technical University of Zvolen. ²The author is scientist at the Slovak Academy of Sciences in Bratislava. ³The author is professor at the State Pulp and Paper Research Institute in Bratislava.

¹Autori su profesor, profesor, asistent, asistent i izvanredni profesor na Fakultetu za znanost o drvu i drvnu tehnologiju Tehničkog sveučilišta u Zvolenu. ²Autorica je znanstvenica Slovačke akademije znanosti u Bratislavi. ³Autorica je profesorica u Državnom institutu za celulozu i papir u Bratislavi.

lignin. The physico-mechanical properties of wood are gradually reduced with the development of biodegradation, even in a relatively short time of the process (Reinprecht, 1991a,b; Reinprecht, 1994). The accompanying phenomena of the brown-rot are the mass loss, decrease in density, change of colour and lightness, loss of cohesion, shrinkage and increased fragility of wood (Fengel, Wegener, 1984).

The effect of brown-rot and moulds on wood as a raw material in the pulp and paper production is highly undesired, due to reduced yield of pulp, its diminished quality and increased consumption of pulping chemicals (Šutý, 1982; Bergman, 1985).

The aim of this paper was to judge the alterations in the chemical composition and selected physical properties of beech wood occurring in the course of short and medium-term degradation by the brown-rot fungus *Coniophora puteana*. This paper represents a continuation of the previous research focused on pre-treatment of hard wood species by white-rot fungi prior to pulping.

2 MATERIALS AND METHODS

2. MATERIJALI I METODE

A 60 cm long section of the tree trunk was taken from its middle part. From this section a prism of non-tension wood with dimensions of 3x3x60 cm, (longer dimension parallel with grain) was prepared. The position of the prism was approximately 6 cm from the section circumference. The age of the tree was 82 years. The dimensions of specimens prepared from the prism were 3x3x1 cm. The shorter dimension was parallel, and the longer ones were perpendicular to grain. From the specimens a comparable series, each comprising 5 pieces, were prepared. A criterion of selection was the number of annual rings, density and position of the specimens in the prism. A small number of specimens in a series (5) were due to from some long lasting analyses of the selected physical properties of wood. This is why the contribution was focused on the estimation of trends and not on the precise data from a numerous series of the compared specimens.

2.1 Biodegradation

2.1. Biorazgradnja

The brown-rot fungus *Coniophora puteana* (Schum. Ex. Fr.) P. Karst BAM 273 was used for degradation. The fungus was grown on a malt-agar nutrient medium. The degradations were carried out in Kolbe flasks at 22 °C for 15, 30 and 60 days. The model decay was stopped by a 2-hour immersion of the specimens into 99 % methanol. The specimens were dried in two steps. The first step - careful air drying was followed by drying in a dessicator over P₂O₅; and both procedures were performed at the ambient temperature.

2.2 Measurements and analyses

2.2. Mjerenja i analize

- mass loss of the specimens was determined gravimetrically,

- density of the specimens was determined in their absolutely dry states,
- coefficients of permeability in axial direction were determined by using the method of Regiňáč et al. (1977),
- kinetics of facial swelling was determined according to the contact method with PC data processing (Solár et al, 2005),
- colour of wood samples was estimated with the spectrometer Conica Minolta CM-2600 D in the range of 360 – 740 nm. From each series comprising 5 specimens, 60 shots were taken in total. The spectra were evaluated in co-ordinates of the colour space „CIELAB“. The “differential spectra” represented a difference between the spectra of biodegraded and sound beech wood. Moisture content of the samples was 4.5 %,
- extractives of medium polarity were determined by extraction with benzene/ethanol (2:1 v/v) mixture in a Soxhlet apparatus; time of extraction was 8 h,
- cellulose was determined by using the method of Kürschner and Hoffer (K-H), and 3 delignification steps were performed,
- lignin in wood and residual lignin in the cellulose preparations were determined by TAPPI Standards T-13m method,
- nitrobenzene oxidation (NB) of extractive-free wood (4.0 ml of 2M NaOH and 0.25 ml of C₆H₅NO₂ on 200 mg of wood meal) were performed at 180°; time of oxidation was 2.5 h; the finals were analysed by HPLC, using an UV detector with the optimised wavelength,
- total hydrolysis of extractive-free wood meals was performed by using the method of Seaman et al. (1954) and mono-saccharides were determined by GLC of their aldnitrile-acetates,
- FTIR spectra were obtained by Nicolet Magna 750 spectrometer using KBr technique; difference spectra were expressed as a difference between the spectra of biodegraded and sound wood in their absolutely dry states.

Methods of chemical analyses are described in detail in the book by Kačík and Solár 1999.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1 General data and chemical analyses

3.1. Osnovni podaci i kemijske analize

As given in Tab. 1, the degradation of beech wood by the brown-rot fungus *C. puteana* led to its marked mass loss, decrease in density and alterations in its chemical composition, almost proportional to the time of fungal action.

The reduction in density of biodegraded beech wood is in accordance with its mass loss, and the variability of data is low.

Table 1 Mass loss, density, BA extract and the contents of lignin and cellulose in sound beech wood and beech wood degraded by *C. puteana* (%)

Tablica 1. Gubitak mase, gustoća, BA ekstrakt te sadržaj lignina i celuloze u zdravom drvu bukve i drvu razorenom gljivom *C. puteana* (u %)

Basic statistics <i>Osnovna statistika</i> Component <i>Komponenta</i>	Sound wood <i>Zdravo drvo</i>	15-day degradation <i>Nakon 15 dana truljenja</i>	30-day degradation <i>Nakon 30 dana truljenja</i>	60-day degradation <i>Nakon 60 dana truljenja</i>
Mass loss, % <i>gubitak mase, %</i>	0	11.11	25.89	46.41
<i>n</i>	-	5	5	5
<i>v</i> , %	-	10.27	14.23	7.03
Density, g·cm ⁻³ <i>gustoća</i>	0.6629	0.5569	0.4753	0.3784 ?
<i>n</i>	5	5	5	3
<i>v</i> , %	0.950	2.622	3.972	3.655
BA extract <i>BA ekstrakt</i>	0.91	2.47	3.48	7.76
Lignin – <i>lignin</i>	22.43 (22.23)**	23.97 (20.78)	28.04 (20.47)	37.36 (18.47)
Cellulose – <i>celuloza</i>	51.96 (51.48)	48.73 (42.26)	43.68 (31.89)	33.57 (16.59)

- An approximate value due to deformation of specimens and crack formation during degradation and drying.
- *Približna vrijednost zbog promjene oblika uzoraka i pukotina nastalih nakon truljenja i sušenja.*

**Data in brackets express content of the component recalculated relative to mass of wood before degradation, taking into considering mass loss and BA extract of wood. Correction of cellulose contents on lignin has not been performed due to its low contents in K-H cellulose preparations (0.2 – 0.3 %).

***Podaci u zagradama predočuju udio pojedine komponente u odnosu prema masi drva prije biorazgradnje, uzevši u obzir gubitak mase i BA ekstrakt drva. Korekcija udjela celuloze u odnosu prema ligninu nije napravljena zbog njezina malog udjela pri-*

As shown in Tab. 1, the action of *C. puteana* led to a relative increase in the lignin portion in the extractive-free biodegraded wood. The obtained data, when related to initial mass of wood prior to biodegradation, indicate, however, the proceeding removal of lignin, which equalled 16.9 % after 60 days of decay. Degradation of lignin by the brown-rot may result from action of H₂O₂, H₂O₂/Fe²⁺ and Mn³⁺/oxalate complexes taking part in the polyoses degradation instead of the lacking enzyme exo-β-glucanase (Eriksson et al, 1990; Reinprecht, 1996).

The content of cellulose in beech wood was markedly reduced with the development of biodegradation, and a 60-day action of *C. puteana* resulted in a 33.6 % removal of this component (Tab. 2). The rate of cellulose decomposition slowed down moderately after a 30-day decay (Tab. 2). More detailed data concerning the degradation of polysaccharides by the brown-rot fungus are given in Tab. 2.

The data in Tab. 2 confirmed a high rate of degradation of cellulose and glucomannans. The rate of xylenes and other hemicelluloses decomposition was appa-

Table 2 Relative representation of anhydro-saccharides in hydrolysates of extractive-free beech wood (in %)

Tablica 2. Relativna zastupljenost anhidro-saharida i hidrolizata ekstrahirane bukovine (u %)

Component <i>Sastojak</i>	Sound wood <i>Zdravo drvo</i>	15-day degradation <i>Nakon 15 dana truljenja</i>	60-day degradation <i>Nakon 60 dana truljenja</i>
Glucan	47.04 (45.56)*	42.84 (37.15)	33.95 (16.78)
Mannan	0.87 (0.86)	0.56 (0.49)	0.44 (0.22)
Xylan	15.07 (14.93)	14.13 (12.25)	12.72 (6.29)
Arabinan	1.17 (1.16)	1.03 (0.89)	1.04 (0.51)
Rhamnose side units	0.75 (0.74)	0.68 (0.59)	0.61 (0.30)
Galactan	traces – <i>u tragovima</i>	traces – <i>u tragovima</i>	traces – <i>u tragovima</i>

* Data in brackets represent the contents of polysaccharides expressed relative to mass of wood before biodegradation.

* *Podaci u zagradama označavaju relativan sadržaj polisaharida (šećera) u odnosu prema masi drva prije truljenja.*

Table 3 Yield of nitrobenzene oxidation (NB) products of native lignin in sound and biodegraded extractive-free beech wood (in % of lignin in wood)**Tablica 3.** Produkt oksidacije nitrobenzenom (NB) sastojaka prirodnog lignina u zdravoj bukovini i natruloj ekstrahiranoj bukovini (u % u odnosu prema ligninu)

Oxidation product <i>Oksidirani sastojak</i>	Sound wood <i>Zdravo drvo</i>	Wood degraded for 15 days <i>Drvo nakon 15 dana truljenja</i>	Wood degraded for 60 days <i>Drvo nakon 60 dana truljenja</i>
3,4-dihydroxybenzaldehyde <i>3,4-dihidroksibenzaldehid</i>	0.249	0.320	0.216
p-hydroxybenzaldehyde <i>p-hidroksibenzaldehid</i>	0.223	0.250	0.213
Vanillic acid – <i>vanilna kiselina</i>	1.329	1.311	1.183
Syringic acid – <i>siringilna kiselina</i>	3.509	3.483	3.287
Vanilline – <i>vanilin</i>	13.722	12.856	12.001
Syringaldehyde – <i>siringil aldehid</i>	34.206	31.958	27.841
Total of products – <i>suma produkata</i>	53.234	50.178	44.740
S/G ratio – <i>omjer S/G</i>	2.493	2.486	2.320
S/G ratio incl. aromatic acids* <i>omjer S/G, uključujući aromatične kiseline</i>	2,506	2.502	2.361

* weight ratio of Σ syringyl aldehyde + syringic acid to Σ vanilline + vanillic acid* *Maseni udio Σ siringil aldehida + siringilna kiselina u odnosu prema Σ vanilinu + vanilnoj kiselini.*

rently milder. A deep removal of polyoses from the cell walls modifies their micro structure, sub-micro structure as well polarity, and may partly explain the altered physical and mechanical properties of wood attacked by the applied brown-rot fungus. Lower portions of “glucan” in the wood hydrolysates compared to the corresponding contents of cellulose may result from residual non-cellulosic polyoses and lignin present in the K-H cellulose preparations (data shown in Tab. 2)

HPLC of the nitrobenzene oxidation products of the extractive-free beech wood meals gave the data concerning the alterations of “in vitro” lignin due to the action of *C. puteana* (Tab. 3).

Chromatography of the oxidation products of lignin in the compared samples of beech wood pointed out a reduction in the total yield of aromatic aldehydes and aromatic carboxylic acids with the time of biodegradation. This phenomenon may result from coupling of phenoxi-, and quinonmethide radicals arising in the enzymatic degradation of lignin in a substrate. In this case, however, also a relative enrichment of lignin for more cross-linked structures might play some role. The reduced S/G ratio in lignin, apparent after a 60-day biodegradation, indicates a faster decomposition of syringyl units in lignin and enrichment of wood for the not yet degraded middle lamellae lignin.

3.2 Physical properties

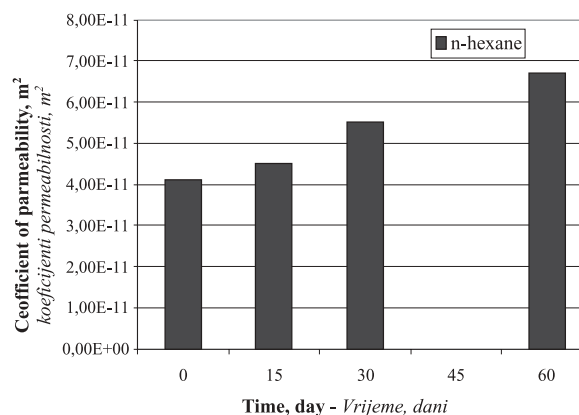
3.2. Fizička svojstva

A positive influence of biodegradation on wood permeability and its interactions with different media as ethanol-water, craft and NSSC liquors, water (Solár et al. 2001), respectively, might result from a rapid decrease in density of biodegraded wood (Tab. 1). The achieved results confirmed this assumption for a non-polar medium n-hexane (Fig. 1). The measure-

ments of axial permeability of beech wood with water as a medium failed due to the formation of cracks on the surface of biodegraded specimens.

As shown in the histogram in Figure 1, biodegradation increased wood permeability proportionally to the time of fungal attack. The increase in this property may result from the diminished density and increased porosity of the biodegraded material. The obtained data, however, are of an informative value only, due to a small number of specimens in a series of the compared samples.

Figure 2 illustrates an increase in the kinetics of the first phase of facial swelling of the biodegraded beech wood. A short-term action of *C. puteana* had the most apparent effect on the swelling kinetics, and the corresponding rate constant of surface swelling repre-

**Figure 1** Coefficients of axial permeability of sound beech wood and beech wood degraded by *C. puteana* ($n = 5$; $w_{\text{inic.}} = 4.5\%$; $v_{\text{coeff.}} = 30$ to 40%)

Slika 1. Koeficijent permeabilnosti u longitudinalnom smjeru zdrave bukovine i bukovine nakon razgradnje (truljenja) proizročenoga gljivom *C. puteana* ($n = 5$; $w_{\text{inic.}} = 4.5\%$; koef. varijacije = $30 - 40\%$)

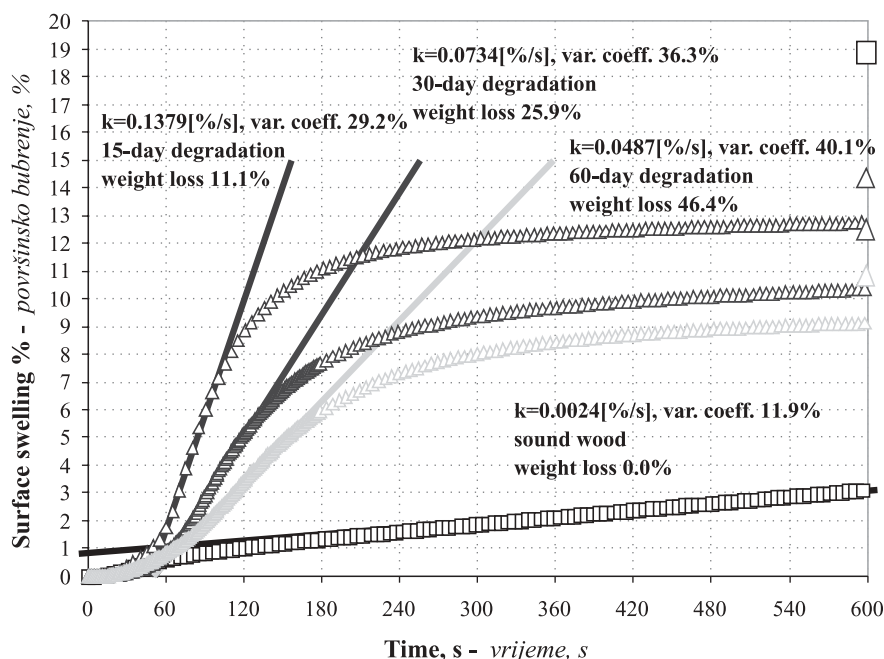


Figure 2 Kinetic plots and relative rate constants of the first phase of facial swelling of beech wood as a function of time of degradation by *C. puteana*; $n = 5$; $w_{mic.} = 4.5\%$; medium: water; $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (marks on the right co-ordinate y correspond to a 24-hour swelling)

Slika 2. Kinetička slika površinskog bubrenja i relativna konstanta porasta u početnoj fazi bubrenja bukovine u ovisnosti o vremenu izlaganja gljivi *C. puteana*; $n = 5$; $w_{mic.} = 4,5\%$; medij: voda; $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (oznake na desnoj ordinati predočuju 24-satno bubrenje)

sents a 57 multiple of the value found for sound material. Biodegradation prolonged to 30 and 60 days, respectively, led to a drop in the rate constants of beech wood facial swelling, which equalled only a 20 multiple of the value determined for sound wood after 60-day degradation. The reduction in the initial rate of facial swelling due to prolonged biodegradation might follow from the increase in the content of less polar lignin. The diminished density of the degraded samples may also play a role in this case. The final values of surface swelling of beech wood attacked by *C. puteana* were considerably lower than that of sound wood.

An increase in the rate of “wood/water” interactions, expressed by the kinetics of facial swelling of beech wood degraded by the brown-rot fungus, may influence negatively its dimensional stability and lead to crack formation in contact of dry wood with polar media.

The action of the brown-rot caused also changes in the optical properties of beech wood (Figs. 3, 4 and 5).

As shown in Fig. 3, the short-term 15-day action of *C. puteana* caused a negligible shift in the colour of beech wood from red to green. Longer degradation caused a reverse effect on its colour, and a regular shift from green to red colour became more apparent (co-ordinate a^*). The initial stages of the brown-rot were accompanied by an unexpectedly slight increase in the lightness of beech wood that was followed by a deep drop after a 60-day degradation equalling 5.5 % of the scale in co-ordinate L^* .

Fig. 4 illustrates lightness and colour of the biodegraded material in co-ordinates L^* and b^* .

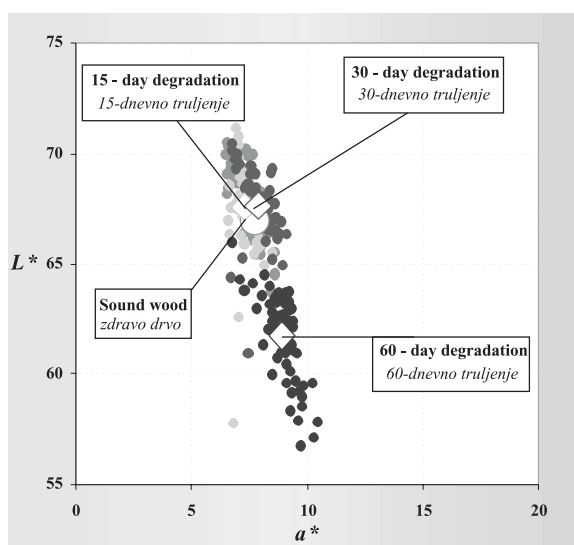


Figure 3 Lightness (L^*) and colour of wood in co-ordinate a^* of the CIELAB colour space (var. coeff. L^* : sound wood – 2.66 %, 15 days degr. – 2.91 %, 30 days degr. – 2.32 %, 60 days degr. 3.26 %; var. coeff. a^* : sound wood – 8.53 %, 15 days degr. – 5.49 %, 30 days degr. – 7.68 % and 60 days degr. – 8.03 %)

Slika 3. Svjetlina (L^*) i koordinata boje drva (a^*) u koordinatnom sustavu analize boje CIELAB (koef. varijacije L^* : zdravo drvo – 2,66 %, 15-dnevno truljenje – 2,91 %, 30-dnevno truljenje – 2,32 %, 60-dnevno truljenje 3,26 %; koef. varijacije a^* : zdravo drvo – 8,53 %, 15-dnevno truljenje – 5,49 %, 30-dnevno truljenje – 7,68 %, 60-dnevno truljenje – 8,03 %)

Fig 4 expresses a slight increase in the lightness of the compared samples of beech wood in initial stages of the brown-rot and an apparent decrease in this property after a 60-day biodegradation. At the same time, a shift was recorded in the colour of wood from blue to

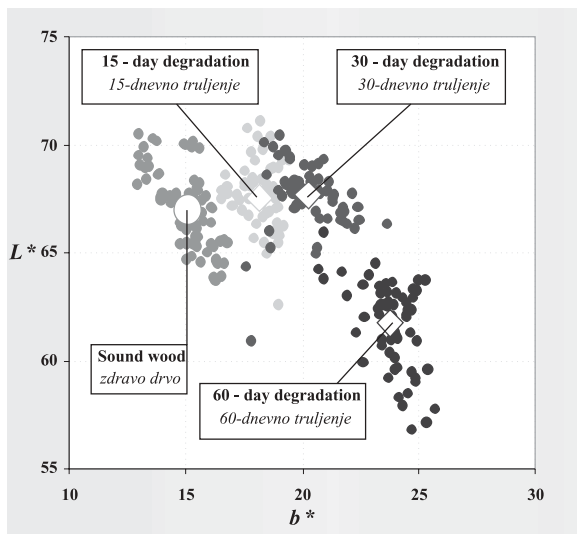


Figure 4 Lightness (L^*) and colour of sound beech wood and beech wood degraded by *C. puteana* (L^*) expressed in the co-ordinate b^* (var. coeff. L^* : sound wood – 2.66 %, 15 days degr. 2.91 %, 30 days degr. – 2.32 %, 60 days degr. 3.26 %; var. coeff. b^* : sound wood 6.64 %, 15 days degr. – 4.03 %, 30 days degr. – 6.12 % and 60 days degr. – 4.57 %)

Slika 4. Svjetlina (L^*) i koordinata boje drva (b^*) zdrave i gljivom *C. puteana* razorene bukovine (koef. varijacije L^* : zdravo drvo – 2,66 %, 15-dnevno truljenje 2,91 %, 30-dnevno truljenje – 2,32 %, 60-dnevno truljenje 3,26 %; koef. varijacije b^* : zdravo drvo 6,64 %, 15-dnevno truljenje – 4,03 %, 30-dnevno truljenje – 6,12 %, 60-dnevno truljenje – 4,57 %)

yellow (9 % of the scale in co-ordinate b^*) - almost proportional to the time of biodegradation.

Fig. 5 represents the VIS differential reflex spectra of beech wood expressing the difference between the averaged spectra of the biodegraded and sound wood. Each spectrum used for their construction represented the mean of 60 spectra taken from the surface of the compared samples.

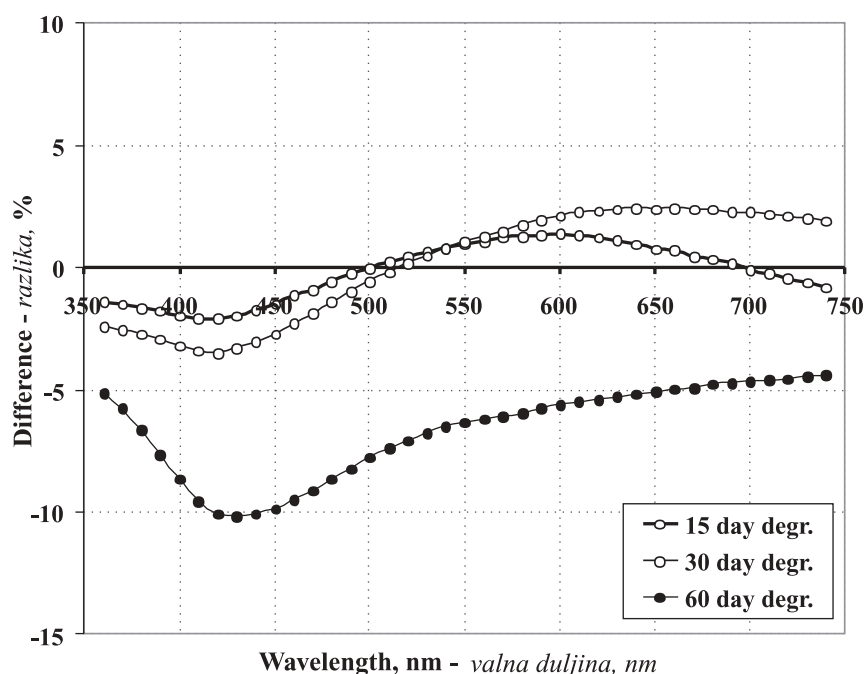


Figure 5 Differential reflex spectra of beech wood degraded by *C. puteana*

Slika 5. Spektar diferencijalnog odsjaja bukovine razorene gljivom *C. puteana*

A small maximum in the visible range of light (λ_{\max} of approximately 600-650 nm) in the spectra of 15 and 30 days biodegraded wood indicate a reduced absorption of light in the range of 500-700 nm, compared to that of sound wood. This observation is in good accordance with the increased lightness of the short-term biodegraded material. On the other hand, the both short-term degraded samples exhibited moderate minima in the region of 360 to 500 nm, thus confirming the increased light absorption in this area. A longer, 60-day biodegradation led to a decrease in the light reflection from the specimens surface within the whole range of the monitored wavelength. A considerably reduced reflection (or increased absorption) of light in the region of 360-760 nm with a minimum at 425-430 nm possibly results from the new chromophores formation, especially in lignin. Increased content of lignin, contributing to absorption at 450 nm (Wilcox, 1975) in the biodegraded wood plays undoubtedly a significant role in the colour alterations of wood due to the brown-rot.

Absorption FTIR spectra and differential spectra of extractive-free and absolutely dry wood meals of beech wood are shown in Figs. 6 and 7.

In the spectra of biodegraded wood (Fig. 6) a decrease can be seen in the associated hydroxyl groups (band at 3420 cm^{-1}) and in C-H vibrations (bands at 2923 and 2852 cm^{-1} – stretch. and bend. modes) of $-\text{CH}_2-$ and $-\text{CH}_3$ groups in wood with the time of brown-rot. The alterations are milder in the spectrum of wood degraded for 15 days, and marked in the spectrum of 60-day degraded wood. Reduction of these bands is the result of removal of polysaccharides, as well as de-methylation of lignin.

A moderately increased absorbance of the peak at wave number of 1760 cm^{-1} (β -keto group, C-O in esters and carboxyl acids) after a 15-day degradation (Figs. 6

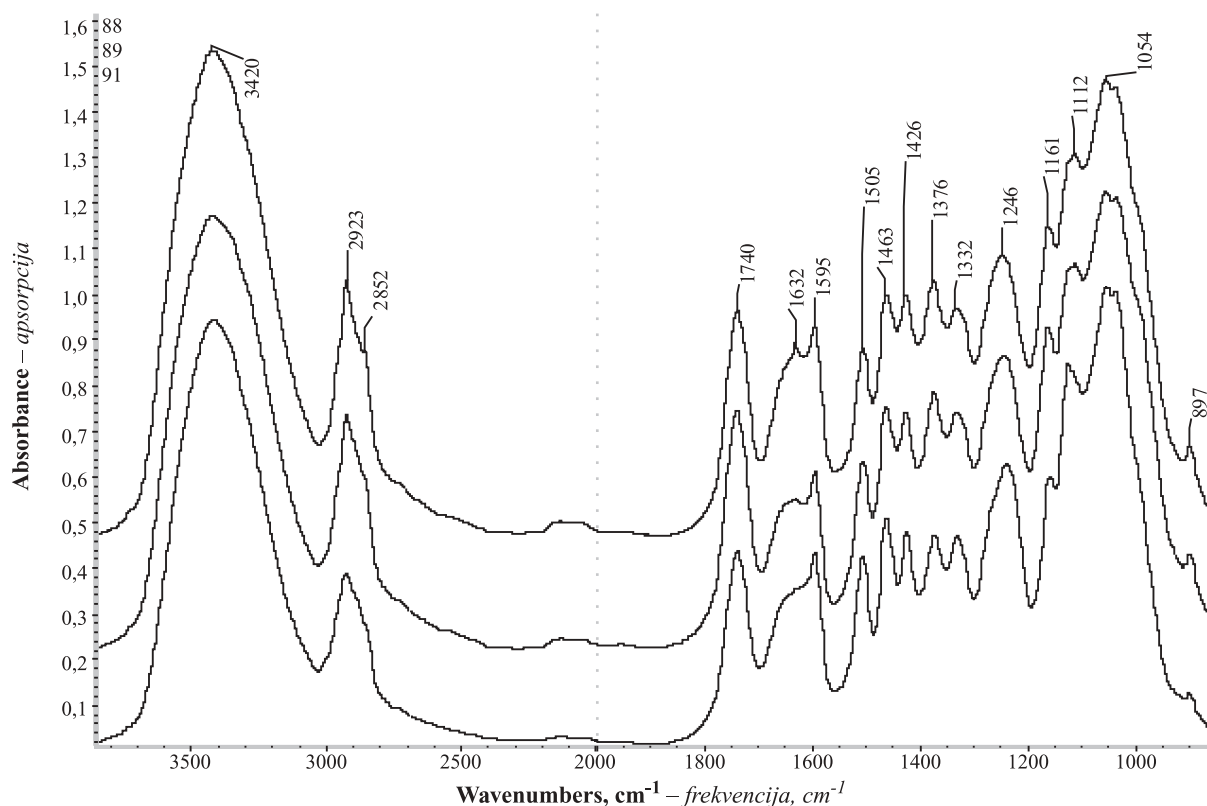


Figure 6 FTIR spectra of sound beech wood and beech wood biodegraded by *C. puteana* (Samples: 88 – sound beech wood; 89 – 15 days degraded wood; 91 – 60 days degraded wood)

Slika 6. FTIR spektr zdrave bukovine i bukovine razorene gljivom *C. puteana* (uzorak: 88 – zdrava bukovina; 89 – drvo nakon 15 dana truljenja; 91 – drvo nakon 60 dana truljenja)

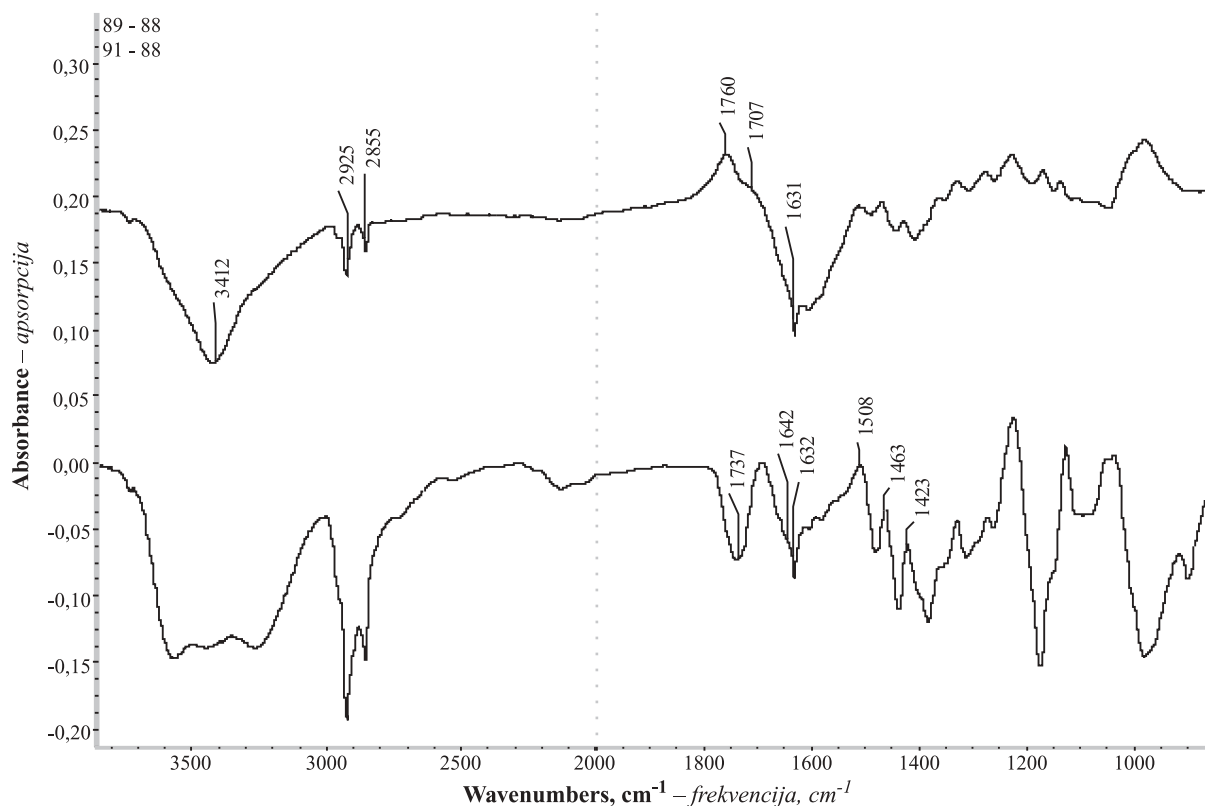


Figure 7 Difference FTIR spectra of beech wood biodegraded by *C. puteana* (89 – 88: spectrum of beech wood degraded for 15 days; 91 – 88: spectrum of 60-days degraded beech wood)

Slika 7. Razlike FTIR spektra bukovine razorene gljivom *C. puteana* (89 – 88: spektar bukovine nakon 15 dana truljenja; 91 – 88: spektar bukovine nakon 60 dana truljenja)

and 7) may point out at the relative stability of 4-O-methyl glucurono-xylanes in initial stages of the brown-rot. A prolonged 60-day action of *C. puteana* caused marked reduction of the band at 1740 cm^{-1} . This observation confirms the degradation of glucurono-xylanes connected with splitting of acetyl groups and 4-O-methyl glucuronic acids side units (data agree with the reduced contents of xylanes in biodegraded wood).

In the spectra of biodegraded wood a decrease in the absorbance of the composed band at 1632 cm^{-1} was observed. This band comprises absorption of α -CO groups conjugated with p-hydroxi -substituted aromatic ring and o-, p-quinone structures in lignin.

An intensive broad minimum in the region of $1700\text{--}1508\text{ cm}^{-1}$ in the difference spectrum of 15-day degraded wood, and a smaller one in the spectrum of a 60-day degraded wood may hint at the continuous decomposition and formation of various chromophoric structures with the development of brown-rot.

Reduction of the band at 1595 cm^{-1} in the spectra of both biodegraded samples (a composed maximum comprising the aromatic ring stretching, associated with aromatic C-C stretch. mode in lignin, and carboxylate ion C=O stretch. in uronic acids) indicates a cleavage of the side branches of 4-O-methylglucuronic acid from glucurono-xylanes.

The absorbance of a peak at 1505 cm^{-1} did not change apparently, despite the relative increase of lignin in the biodegraded wood with the time of degradation. This observation might imply the formation of o-quinoid structures in lignin due to its oxidative de-methylation.

The band at 1463 cm^{-1} (aromatic ring vibration and C-H deformation) did not change apparently due to biodegradation, and possibly represents the not-yet-attacked lignin in biodegraded wood.

A decrease in the absorbance of bands at 1426 and 1375 cm^{-1} in the spectra of biodegraded wood indicates partial degradation of lignin. The former band may be attributed to aromatic skeletal vibrations, the latter one comprises symmetric C-H deformations, phenolic O-H deformations and C-O stretching mode.

A slightly diminished maximum at 1332 cm^{-1} (syringyl ring breath. with C-O stretch.) results from degradation of syringyl units in lignin, which is in conformity with the NB oxidation data.

Maxima arising at 1225 cm^{-1} in the difference spectra of biodegraded samples (Fig. 7) may imply the formation of new phenolic hydroxyl groups in lignin, especially after a 60-day influence of brown-rot.

A slight reduction of a small band at 1161 cm^{-1} (ring breathing with C-O stretching, and C-O stretching in tertiar alcohol) implies a possible degradation of guaiacyl structures in lignin (conformity with the NB oxidation data).

A number of minima in the region of wave numbers of $1000\text{--}1430\text{ cm}^{-1}$ in the difference spectra is connected with a diminished concentration of O-H and C-O linkages (bending frequency) in the degraded wood resulting from the preferential removal of carbohydrates. The following sources were used for the interpretation of

absorption bands in FTIR spectra: Sarkanen and Ludwig, 1971; Kováč and Leško, 1980; Fengel and Wegener, 1984 and Faix and Banhoff, 1988.

4 CONCLUSIONS

4. ZAKLJUČCI

The experimental data concerning properties of non-tension beech wood degraded by brown-rot fungus *Coniophora puteana* led to the following conclusions:

- degradation of beech wood by brown-rot *C. puteana* under experimental conditions resulted in its marked mass loss and decrease in its density, proportional to time of fungal action,
- the rate of cellulose and non-cellulosic polysaccharides decomposition was increasing with the time of biodegradation, especially in an interval between 30 and 60 days; the side L-rhamnose units in hemicelluloses seemed to be the most resistant,
- content of lignin in extractive-free biodegraded beech wood was rising relative to time of degradation, however recalculation of its content to wood before degradation confirmed decomposition of this bio-polymer in an unexpected degree,
- NB oxidation data confirmed preferential degradation of syringyl structures of "in vitro" lignin due to the action of brown-rot fungus, and the diminished yield of products of NB oxidation indicate lignin condensation via coupling of its radical intermediates arising in the process of biodegradation,
- biodegradation of beech wood increased its axial permeability for n-hexane and markedly influenced the rate of wood/water interactions expressed outwards by the steeper fast pseudo-linear phase of its facial swelling,
- the most apparent effect on the swelling kinetics of beech wood had a 15-day action of *C. puteana* leading to 57 multiply increased value of the relative rate constant of its facial swelling,
- early stages of biodegradation of beech wood led to unexpectedly slight increase in its lightness, and only a moderate shift was recorded in the colour of wood from blue to yellow,
- a longer 60-day action of *C. puteana* apparently reduced lightness of beech wood, and caused a slight shift in its colour from green to red, and a more intensive one from blue to yellow,
- VIS and FTIR spectra confirmed alterations in the basic wood constituents due to biodegradation, however the spectra did not explain satisfactorily the formation of new chromophores responsible for its optical properties.

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Bergman, O., 1985: Deterioration and Protection of Pulpwood Chips in Outdoor Storage. The Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Report No 170. 95 p.
2. Eriksson, K. E.; Blanchette, R. A.; Ander, P., 1990: Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components: Springer Series in Wood Science, Berlin-Heidelberg, 407 p.
3. Faix, O.; Banhoff, O., 1988: FTIR spectra of milled wood lignins and lignin polymers models (DHP's) with enhanced resolution obtained by deconvolution. J. of Wood Chem. and Technol., 8(4) 505-522.
4. Fengel, D.; Wegener, G., 1984: WOOD (chemistry, ultra-structure, reactions), De Gruyter - Berlin, New York, 2nd Edition, 613 p.
5. Kačík, F.; Solár, R., 1999: Analytická chémia dreva (Analytical chemistry of wood), Vydavateľstvo TU Zvolene. 368 p.
6. Kováč, Š.; Leško, J., 1980: Spektrálne metódy v organickej chémii (Spectral methods in the organic chemistry). Alfa Bratislava, 477 p.
7. Regináč, L.; Čop, D.; Štefka, V., 1977: Zariadenie na skúšanie priepustnosti pórovitých materiálov, najmä dreva, pre kvapaliny a plyny (Device for testing permeability of porous materials, especially of wood, for liquids and gases). Patent ČSFR, PV 5308 – 7 (11.8.1977).
8. Reinprecht, L., 1991a: Charakterizácia štádií deštruktívnej hniloby prostredníctvom vybraných mechanických vlastností a chemických rozborov (Characterisation of stages of the destructive-rot by means of selected mechanical and chemical analyses, Part 1). Časť 1.: Hniloba drevín lipy, buka a javora. Wood Research (Drev. Výsk.) 129, p. 43-62.
9. Reinprecht, L., 1991b: Charakterizácia štádií deštruktívnej hniloby prostredníctvom vybraných mechanických vlastností a chemických rozborov (Characterisation of stages of the destructive-rot by means of selected mechanical and chemical analyses, Part. 2). Časť 2.: Hniloba drevín brezy, topol'a, jelše, smreka, vejmutovky a borovice. Wood Research (Drev. Výsk.) 130, p. 29-44.
10. Reinprecht, L., 1994: Impact bending strength – the best destructive detector of wood decay. In: Wood structure and properties (Eds. Požgaj A. and Babjak K.), TU Zvolen, p. 307-315.
11. Reinprecht, L., 1996: Procesy degradácie dreva (Processes of degradation of wood). ES TU vo Zvolene, August 1996, 150 p.
12. Sarkanen, K. V.; Ludwig, C. H., 1971: LIGNINS, Occurrence, Formation, Structure and Reactions. Wiley and Sons, Inc., New York-London-Sydney-Toronto, 867 p.
13. Seaman, J. F.; Moore, W. E.; Mitchel, R. L.; Millet, M. A., 1954: Technique for the determination of pulp constituents by quantitative paper chromatography. Tappi 37, p. 336-343.
14. Solár, R.; Kurjatko, St; Liptáková, E.; Mamoň, M; Vacek V., 2001: Influence of hornbeam wood pretreatment by white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* on the course of organosolv, kraft and neutral sulphite delignifications (Part. 2: Selected properties of the biodegraded material). Wood Research, 46(4): 9-21.
15. Solár, R.; Mamoň, M.; Kurjatko, S.; Lang, R.; Vacek, V., 2006: A simple method for determination of the kinetics of radial, tangential and surface swelling of wood. Drvna industrija 57 (2): 59-65, Zagreb.
16. Šutý, L., 1982: Výroba a vlastnosti buničín (Production and properties of pulps). ALFA Bratislava, SNTL Praha. 485 p.
17. Wilcox, M. D., 1975: Svensk Paperst. 78, p. 71-76 in: Fengel D., Wegener G.: WOOD chemistry, ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyeter , Berlin- New York 1984, 613 p.

Corresponding address:

Prof. ing. RASTISLAV SOLÁR, PhD.

Technical University of Zvolen
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovak Republic
e-mail: rsolar@vsld.tuzvo.sk

Vodeći informativni časopis u sektoru prerade drva i proizvodnje namještaja

Distribucija na 2000 stručnih adresa u Hrvatskoj i zemljama Regije

Šest brojeva godišnje, 26 rubrika s aktualnostima, besplatnim malim oglasima i tržišnim barometrom

Tjedne elektronske vijesti s pregledom najnovijih informacija



TJEDNO BESPLATNO DOSTAVLJAMO SEKTORSKE VIJESTI NA VAŠ E-MAIL

REGISTRIRAJTE SE: newsletter@drvo-namjestaj.hr

Izdavač: Centar za razvoj i marketing d.o.o.
J. P. Kamova 19, 51 000 Rijeka

Tel.: + 385 (0)51 / 458-622, 218 430, int. 213

Faks.: + 385 (0)51 / 218 270

E-mail: mail@drvo-namjestaj.hr

www.drvo-namjestaj.hr

STRUČNI ČASOPIS



TEMATSKI PRILOZI

Glued laminated panels as kitchen countertops

Lijepljene lamelirane ploče kao radne ploče u kuhinji

Preliminary paper • Prethodno priopćenje

Received – prispjelo: 2. 10. 2006.

Accepted – prihvaćeno: 12. 3. 2007.

UDK: 630*832.284; 630*836.1

ABSTRACT • The present study was conducted to investigate the possibility of using PVA-glued laminated panels in place of conventional kitchen countertops namely 32 mm thick MDF and 38 mm thick particleboard. Three types of glued laminated panels were manufactured by laminating two 16 mm thick MDFs, two 16 mm thick particleboards, and three 12 mm thick particleboards at a pressure of 3 MPa, a temperature of 25 °C and variable pressing times of 20, 30, and 40 minutes. Bending and shear strengths, water absorption, and thickness swelling of the laminates were measured and compared with a 32 mm thick MDF and 38 mm thick particleboard. The results indicated that the glued laminated panels remained more dimensionally stable compared to the conventional kitchen countertops. Particleboard laminates had improved bending and shear strengths compared to 38 mm thick particleboard. The results of this study demonstrated that PVA-glued laminated panels could be used as kitchen countertops.

Key words: 32 mm thick MDF, 38 mm thick particleboard, glued laminated panel, kitchen countertop

SAŽETAK • Istraživanje prikazano u radu provedeno je s ciljem ispitivanja mogućnosti uporabe lamelirane ploče lijepljene PVA ljepilom umjesto konvencionalnih kuhinjskih radnih ploča, MDF ploča debljine 32 mm i iverice debljine 38 mm. Tri tipa lijepljenih lameliranih ploča proizvedena su od dvije MDF ploče debljine 16 mm, dvije ploče iverice debljine 16 mm i tri ploče iverice debljine 12 mm pri tlaku prešanja 3 MPa i temperaturi 25 °C, uz promjenjivo vrijeme prešanja od 20, 30 i 40 minuta. Mjerene su čvrstoća savijanja i čvrstoća smicanja, apsorpcija vode te debljinsko bubrenje lamelirane ploče i uspoređeno sa svojstvima MDF ploče debljine 32 mm i iverice debljine 38 mm. Rezultati su pokazali da su lijepljene lamelirane ploče dimenzionalno stabilnije od konvencionalnih kuhinjskih ploča. Lamelirana ploča od iverice imala je bolju čvrstoću savijanja i smicanja od ploče iverice od 38 mm. Rezultati istraživanja pokazuju mogućnost uporabe lameliranih ploča lijepljenih PVA ljepilom za kuhinjske radne ploče.

Ključne riječi: MDF ploča debljine 32 mm, ploča iverica debljine 32 mm, lijepljena lamelirana ploča, kuhinjska radna ploča

1 INTRODUCTION

1. UVOD

In kitchen cabinet industry, 38 mm thick particleboard and 32 mm thick medium density fiberboard (MDF) are the primary raw materials for the fabrication of kitchen countertops, i.e. kitchen worktops. However,

due to the lack of thick panels, PVA-glued laminated panels are widely used by some cabinet industries to manufacture kitchen countertops. Glued laminated panels used for kitchen worktops refer to two or more layers of thin particleboards or MDFs laminated together to obtain the nominal 38 mm or 32 mm thicknesses. The materials are processed in a manner similar to

¹The authors are assistant professor, Ph.D. student and graduated student, respectively in Wood Science and Technology Department, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

¹Autori su profesor, doktorand i diplomant u Zavodu za znanost o drvu i drvnu tehnologiju, Fakultet prirodnih resursa, Sveučilište u Teheranu, Karaj, Iran.

wood-based sandwich panels, structural composites (SCLs), and glued laminated timbers (glulams). Many authors have studied the characteristics of these structural panels (Kawasaki et al. 1999; Aydin et al. 2004) but very few studies have been conducted regarding glued laminated panel fabrication (McNatt et al. 1984).

Most of kitchen cabinet industries use cold-setting poly (vinyl acetate) resin to fabricate glued laminated countertops. However, it is well known that PVA glue has limited water resistance (Pizzi 1983) and is not generally recommended for joints subjected to high temperature or high humidity (Sellers et al. 1988). In addition, Uysal et al. (2005) reported that PVA adhesive was unsuitable for the fabrication of laminated veneer lumber (LVL) used in wet conditions. They also reported that shear strength of the PVA-bonded LVL panels was less than that of UF or PF-bonded LVL panels.

Countertops are the most important parts of the kitchen cabinet requiring desired dimensional stability as well as adequate strength. Although the glued laminated countertops are laminated with a moisture resistance overlay, such as high pressure laminate (HPL), they may suffer lack of resistance to water due to PVA application. Therefore, this study was undertaken to evaluate the possibility of using PVA-glued laminated panels for kitchen countertops.

2 MATERIALS AND METHODS

2. MATERIJAL I METODE

2.1 Materials

2.1. Materijali

12 and 16 mm thick particleboards, and 16 mm thick MDF with mean densities of 0.61, 0.76, and 0.65 g cm⁻³ were selected to fabricate PVA-glued laminated panels. 38 mm thick particleboards and 32 mm thick MDFs with mean densities of 0.61 and 0.71 g cm⁻³ were used as control panels for comparison. Physical and mechanical properties of control panels are given in Table 1. The panels were provided from Oraman Wood Industrial Co.

PVA adhesive with a pH value of 4.52, solid content of 28% and viscosity of 0.42 cp provided from Shomal Adhesive Co. was used in the construction of laminated panels.

2.2 Glued laminated panel fabrication

2.2. Proizvodnja lamelirane ploče

For producing glued laminated panels, PVA was applied by uniformly brushing approximately 240 g m⁻² on each laminate. Then, two 16 mm thick particleboards, two 16 mm thick medium density fiberboards, and three 12 mm thick particleboards were assembled together. The dimensions of the laminated panels were 500 × 500 mm. For gluing with cold-setting adhesives, such as PVA, extended assembly time may be required to ensure adequate adhesive wetting before pressure is applied (Sellers et al. 1985). Therefore, the pressure was applied approximately 10 minutes after adhesive application. The laminas were cold-pressed at 25 °C

and 3 MPa for 20, 30, and 40 minutes. The glued laminated panels were subsequently conditioned at 65 % relative humidity and 20 °C for about 2 weeks.

2.3 Physical and mechanical testing

2.3. Ispitivanje fizikalnih i mehaničkih svojstava

Test specimens were cut from each laminated panel according to DIN 68763 specification. The dimensions of the specimens to test bending strength, shear strength, and thickness swelling and water absorption after 24h immersion were 250 × 50, 50 × 50, 20 × 20 and 20 × 20 mm, respectively. The bending and shear strengths, thickness swelling and water absorption of the laminates were measured according to DIN 52362, ASTM D 1037, and DIN 52364 specifications, respectively.

Data were analyzed using analysis of variance. Standard deviations were also computed from the data and are shown as error bars in each corresponding figure.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1 Bending strength

3.1. Čvrstoća savijanja

The results indicate that bending strength of all particleboard laminates, except 12 mm thick particleboard laminate, increases with increasing of the press time from 20 min to 30 min, and then remains approximately constant (Fig. 1). The MDF laminates have higher bending strength than particleboard laminates due to greater bond line strength caused by lower penetration of PVA glue into the MDF structure. However, the bending strength of 12 mm thick particleboard laminate fabricated at 30 min was abnormally high. This abnormal behavior can be explained by the fact that PVA glue cures completely within 30 min but excessive press time destroys the laminate structure, resulting in lower bending strength. Another explanation for this behavior is considered to be overpenetration of adhesive into laminate structure during increased press time. It appeared that bending strength of the MDF laminate increased with increase in the press time. All laminated panels, except laminated 12 mm thick particleboard fabricated at 20 minutes, had higher bending strengths than the 38 mm thick particleboard. Bending strength of the 32 mm thick MDF was higher than that of the glued laminated MDF (Table 1 and Fig. 1).

3.2 Shear strength

3.2. Čvrstoća na smik

It can be seen from Fig. 2 that glued laminated MDF had higher shear strength than glued laminated particleboard. The results also showed that shear strength of the laminated 16 mm thick particleboard was higher than that of laminated 12 mm thick particleboard. As it can be observed from Table 1 and Fig. 2, the particleboard laminates have higher mean values of shear strength compared to the 38 mm thick particleboard. In addition, shear strength of the MDF laminate was hi-

Table 1 Physical and mechanical properties of control panels

Tablica 1. Fizikalna i mehanička svojstva kontrolnih ploča

Panel type <i>Vrsta ploče</i>	Bending strength <i>Čvrstoća savijanja</i> MPa	Shear strength <i>Čvrstoća na smik</i> MPa	Water absorption <i>Apsorpcija vode</i> %	Thickness swelling <i>Debljinsko bubrenje</i> %
38 mm thick particleboard <i>iverica debljine 38 mm</i>	9.72 (0.47)	1.2 (0.08)	105.17 (3.44)	25.93 (0.61)
32 mm thick MDF <i>MDF debljine 32 mm</i>	38.08 (0.72)	2.88 (0.28)	65.85 (8.2)	24.6 (0.67)

*Values in parentheses are standard deviations. (*Vrijednosti u zagradi standardne su devijacije.*)

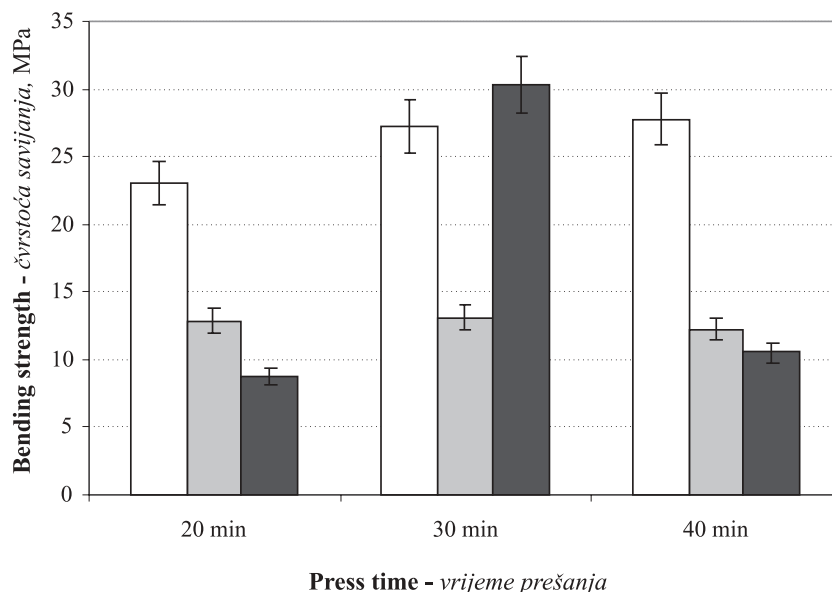


Figure 1 Bending strength of glued laminated panels, ■ – laminated 12 mm thick particleboard, ■ – laminated 16 mm thick particleboard, □ – laminated 16 mm thick MDF

Slika 1. Čvrstoća savijanja lijepljenih lameliranih ploča, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 12 mm, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 16 mm, □ – lamelirana ploča od MDF ploča debljine 16 mm

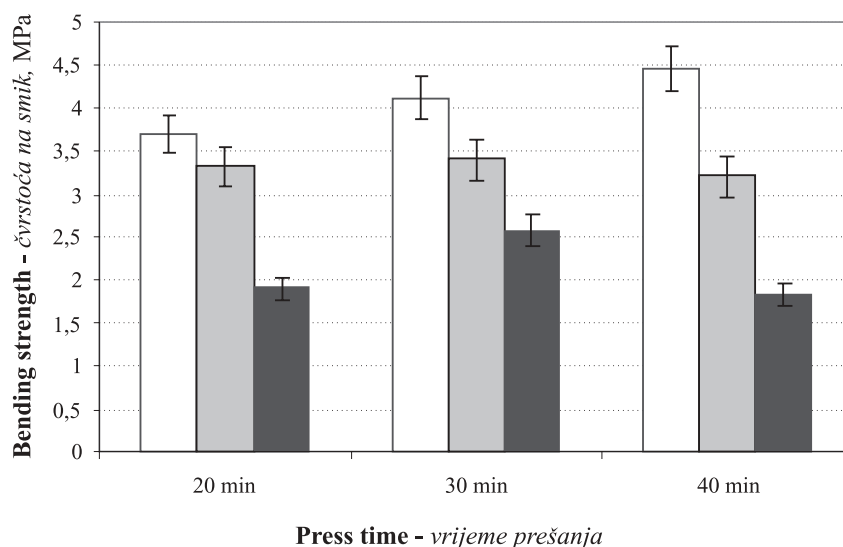


Figure 2 Shear strength of glued laminated panels, ■ – laminated 12 mm thick particleboard, ■ laminated 16 mm thick particleboard, □ – laminated 16 mm thick MDF

Slika 2. Čvrstoća na smik lijepljenih lameliranih ploča, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 12 mm, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 16 mm, □ – lamelirana ploča od MDF ploča debljine 16 mm

gher than that of the control panel 32 mm thick MDF. A positive relationship between press time and shear strength of the MDF laminate was observed, whereas

shear strength of the 12 mm thick particleboard laminate increased at first and then decreased as the press time increased.

3.3 Water absorption

3.3. Apsorpcija vode

As shown in Fig 3, the glued laminated MDF is higher water resistant than the glued laminated particleboard. The MDF laminate showed a different behavior in comparison with the particleboard laminate. In contrast to the particleboard laminate, a positive relationship between press time and water resistance of the MDF laminate was observed. This may be attributed to complete curing of PVA adhesive due to the increased press time. The negative relationship between press time and water resistance of particleboard laminates may be due to collapse in the laminate structure. Despite low water resistance of the PVA adhesive, water absorption content of the glued laminated panels was lower compared to control panels, 32 mm thick MDF and 38 mm thick particleboard (see Table 1 and Fig. 3).

This behavior shows that water absorption is seldom caused directly by the adhesive used for gluing laminates, but rather directly by the rigidity of the adhesive connection (River et al. 1991).

3.4 Thickness swelling

3.4. Debljinsko bubrenje

Figure 4 illustrates the effect of press time on thickness swelling of glued laminated panels. The results showed that the MDF laminate was more dimensionally stable than the particleboard laminate. Similar to water absorption, dimensional stability of the MDF laminate improved as press time increased. Dimensional stability of particleboard laminates was adversely correlated to press time. Adverse influence of press time on dimensional stability of particleboard laminates is explained by structural failure in the particleboard.

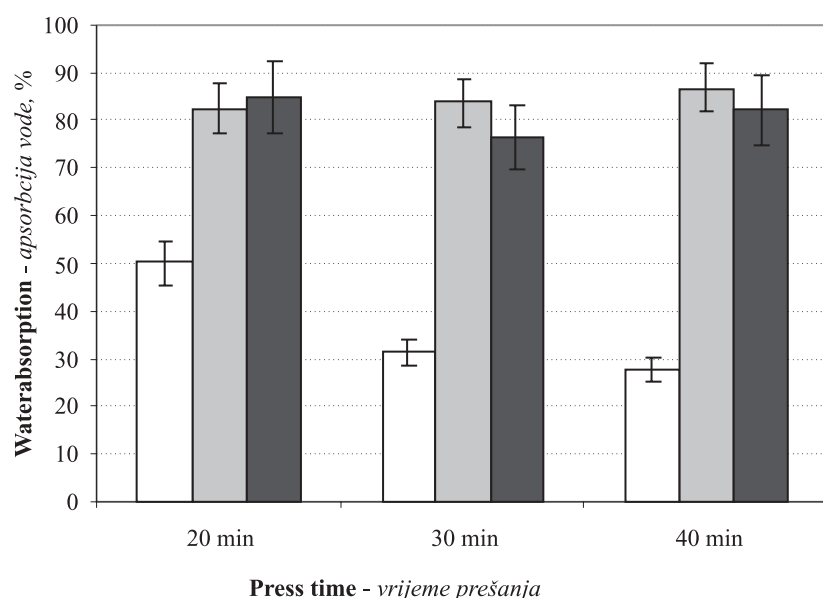


Figure 3 Water absorption of glued laminated panels, ■ – laminated 12 mm thick particleboard, ■ – laminated 16 mm thick particleboard, □ – laminated 16 mm thick MDF

Slika 3. Apsorpcija vode lijepljenih lameliranih ploča, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 12 mm, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 16 mm, □ – lamelirana ploča od MDF ploča debljine 16 mm

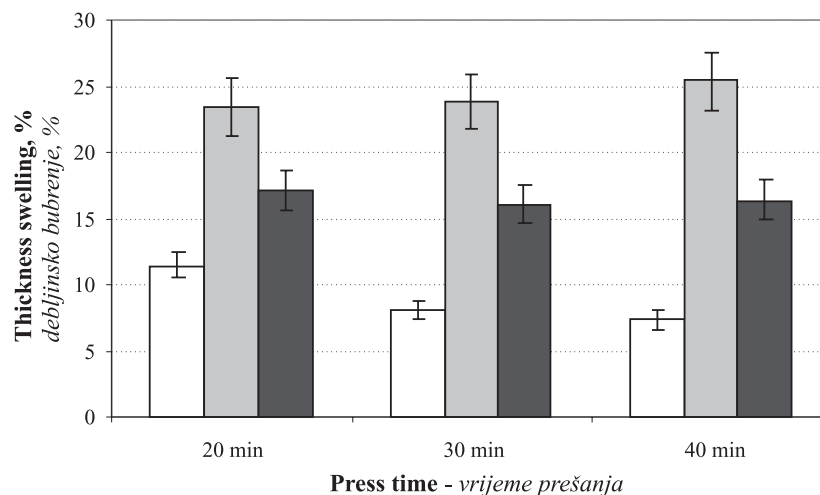


Figure 4 Thickness swelling of glued laminated panels, ■ – laminated 12 mm thick particleboard, ■ – laminated 16 mm thick particleboard, □ – laminated 16 mm thick MDF

Slika 4. Debljinsko bubrenje lijepljenih lameliranih ploča, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 12 mm, ■ – lamelirana ploča od iverice debljine 16 mm, □ – lamelirana ploča od MDF ploča debljine 16 mm

Particleboard laminates remained more stable than 38 mm thick particleboard. In the 38 mm particleboard, higher porous structure in the core layer in comparison with the glued laminated panels allows easy penetration and uptake of water, resulting in high water absorption as well as thickness swelling. In addition, the MDF laminates showed lower thickness swelling compared to the 32 mm thick MDF.

4 CONCLUSIONS

4. ZAKLJUČCI

The results of this study revealed that the MDF laminates had higher values of bending and shear strengths in comparison with particleboard laminates. This behavior is explained by less absorption of PVA glue with MDF, resulting in higher glue strength of the laminates. All mean thickness swelling and water absorption values for the MDF laminates were lower than those of particleboard laminates. The reason for this behavior is attributed to better water resistance performance of medium density fiberboard in comparison with particleboard. This is also thought to occur because of higher strength of adhesive connection in the MDF laminates.

The 12 mm thick particleboard laminate showed lower strength but better water resistance than the 16 mm thick particleboard laminate; however, the 12 mm thick particleboard laminate fabricated at press time of 30 min had abnormally high bending strength. The reason for this abnormal behavior is relatively unclear. However, this is assumed to be due to complete curing of PVA glue at press time of 30 min, resulting in higher joining strength in the fabricated laminate. In addition, excessive press time, namely 40 min is expected to destroy the laminate structure. The overpenetration of glue into the laminate structure during press time of 40 min caused by low surface quality of the used laminates is another explanation for decreasing of the laminate strength at that press time.

From comparison between properties of the laminated panels fabricated at different press times, it can be seen that all properties of the MDF laminates improve as the press time increases, whereas those of laminated particleboard panels remain almost constant or slightly decrease with the increase of press time. However, the highest strength value of 12 mm laminated particleboard panel is attained when the press time of 30 min is applied.

Lower performance of particleboard laminates at press time of 40 min is attributed to the overpenetration of glue into the particleboard laminate structure caused by low surface quality of particleboard panels.

On the basis of the data obtained in this study, almost all types of particleboard laminates can be substituted for 38 mm particleboard as kitchen countertops. All properties of the MDF laminate, except bending

strength, were found to be higher than those of the 32 mm thick MDF. Thus, the MDF laminates fabricated in this study can be used as kitchen worktops instead of 32 mm MDF.

Aside from press time, the performance of glued laminated panels is also affected by several other factors, such as pressure and press temperature. Therefore, further studies for selecting proper press conditions to improve performance of the laminates are recommended.

Acknowledgements - Zahvala

The authors greatly appreciate Oraman Kitchen Cabinet Co. for supplying the panels. The authors are also grateful to Omid Hoseinaei and Saeid Abtahi.

5 REFERENCES

5. LITERATURA

1. Aydin, I.; Colak, S.; Colakoglu, G.; Salih, E., 2004: A comparative study on some physical and mechanical properties of laminated veneer lumber (LVL) produced from Beech (*Fagus Orientalis Lipsky*) and Eucalyptus (*Eucalyptus Camaldulensis Dehn.*) veneers. Holz als Roh-und Werkstoff 62: 155-163.
2. Kawasaki, T.; Zhang, M.; Kawai, S., 1999: Sandwich panel of veneer-overlaid low density fiberboard. Wood Sci 45: 291-298
3. McNatt, J.D.; Superfesy, J.M., 1984: How some test variables affect bending, tension, and compression values for particle panel products. Res. Pap. FPL, Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory.
4. Pizzi, A., 1983: Wood adhesive: chemistry and technology. Marcel Dekker, 384 p.
5. River, B.H.; Vick, C.B.; Gillespie, R.H., 1991: Wood as an adherend. Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, Madison, Wisconsin, 233 p.
6. Sellers, J.R.; Mcswen, J.R.; Nearn, W.T., 1988: Gluing of eastern hardwoods: a review. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory
7. Sellers, J.R., 1985: Plywood and adhesive technology. Marcel Dekker, New York, 661p.
8. Uysal, B., 2005: Bonding strength and dimensional stability of laminated veneer lumbars manufactured by using different adhesives after the steam test. 395-403.

Corresponding author:

ASGHAR TARMIAN, PhD student

Wood Science and Technology Department
Faculty of Natural Resources
Tehran University, Karaj,
P.O.BOX 31585-4314,
Iran
e-mail: portahmsi@ut.ac.ir

DRVNA INDUSTRIJA

**ZNANSTVENO-STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL JOURNAL OF WOOD TECHNOLOGY**

Izdavač: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

Glavni i odgovorni urednik: izv. prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić

Adresa: Svetošimunska 25, HR-10000 ZAGREB

tel. +385 1 235 2430 tel./fax. +385 1 235 2564

Časopis je dostupan na Internetu <http://drvnaindustrija.sumfak.hr>

Drvena industrija je jedini hrvatski znanstveno-stručni časopis za pitanja drvne tehnologije. Već 57 godina objavljuje izvorne znanstvene, stručne i pregledne radove, prethodna priopćenja, izlaganja sa savjetovanja, stručne obavijesti, bibliografske radove, preglede te ostale priloge s područja iskorištavanja šuma, biologije, kemije, fizike i tehnologije drva, pulpe i papira te drvnih proizvoda, uključivši i proizvodnu, upravljačku i tržišnu problematiku u drвноj industriji.

Časopis izlazi kvartalno.

Godišnja pretplata u Hrvatskoj na časopis "Drvena industrija" iznosi 300 kn,
a 100 kn za đake, studente i obrazovne institucije.

Uplata na žiro račun 2360000-1101340148 s naznakom "za Drvnu industriju".

**PRATITE HRVATSKU ZNANOST
PRIHVATITE STRUČNE INFORMACIJE
PRIMAJTE REDOVITE STRUČNE OBAVIJESTI
PRENESITE SVOJU PORUKU**

Drvena industrija objavljuje i stručne priloge i informacije kojima proizvođači strojeva, opreme, uređaja i repromaterijala mogu redovito obavještavati tehnološki i rukovodeći kadar u hrvatskim drvnoindustrijskim poduzećima o ponudi svojih proizvoda.
Sve informacije na adresi redakcije.

Igor Đukić, Vlado Goglia¹

Buka i vibracije pri radu jarmača i tračnih pila trupčara*

Noise and vibration in using framesaws and bandsaws

Prethodno priopćenje • Preliminary paper

Prispjelo – received: 10. 11. 2006.

Prihvaćeno – accepted: 12. 3. 2007.

UDK: 630*822.326; 630*822.341.6

SAŽETAK • U radu se iznose mjerni rezultati istraživanja utjecaja vibracija koje se s jarmače prenose na tijelo rukovatelja jarmače, te buka pri radu jarmača i tračnih pila trupčara. Mjerenja su obavljena u pogonskim uvjetima, pri piljenju jelovine (*Abies alba Mill.*) i u skladu s važećim normama vezanima za način mjerenja i potrebni instrumentarij za svaku od navedenih mjernih veličina. Mjerenjima vibracija koje se prenose na tijelo rukovatelja jarmače ustanovljeno je da u promatranim uvjetima ne postoji opasnost za zdravlje rukovatelja jarmače ni tijekom 8-satnog izlaganja utvrđenim razinama ubrzanja. Mjerenjima buke ustanovljena je razina buke od 92 dB(A) pri uhu rukovatelja jarmače, što je za 7 dB(A) više od dopuštene razine. U kabini rukovatelja tračne pile trupčare izmjerena je razina buke od 75 dB(A), a na mjestu pomoćnog radnika uz tračnu pilu trupčaru izmjerena je razina buke od 100 dB(A). Općenito, buka je jedan od najvećih ergonomskih problema u pilanskoj preradi drva.

Ključne riječi: jarmača, tračna pila trupčara, buka, vibracije

ABSTRACT • This paper presents the results of measurement of the influence of the whole-body vibration transmitted from the framesaw to the operator and noise emission in using framesaws and bandsaws. Measurements were conducted under factory conditions during sawing of Silver Fir (*Abies alba Mill.*) and in accordance with the applicable measurement standards for the given values. Based on measurement results of the whole-body vibration transmitted to the framesaw operator, it can be concluded that there is no health risk for the operator during an 8-hour working day. Noise level measured at the ear of the framesaw operator was 92 dB(A). That is 7 dB(A) more than allowed. Noise level measured in the cabin of the bandsaw operator was 75 dB(A) and noise level measured at the bandsaw workplace was 100 dB(A). Generally, noise is one of the biggest ergonomic problems in sawmills.

Key words: framesaw, bandsaw, noise, vibration

1. UVOD

1 INTRODUCTION

Cilj svakoga proizvodnog procesa jest optimalan rad, odnosno najbolji mogući rad u danim uvjetima, uz zadane kriterije koje treba ostvariti i odgovarajuća ograničenja vezana za sam proizvodni proces. Tako je u me-

haničkoj obradi drva potrebno, kao uostalom i u mnogim drugim procesima, promatrati jedinstvo četiriju osnovnih činitelja koji u tome sudjeluju, a to su materijal (drvo), alat kojim se drvo obrađuje, stroj na kojemu se obrađuje i čovjek koji sudjeluje u radu (Goglia, 1994). Za proces piljenja, kao i za većinu mehaničkih obrada u preradi drva, možemo reći da su ciljevi optimizacije pro-

¹Autori su asistent i redoviti profesor na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska.

¹The authors are assistant and professor at the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia.

* Dijelovi ovog rada objavljeni su u znanstvenome magistarskom radu Đukić, I. (2005) Usporedba ergonomskih i energetske značajki jarmača i tračnih pila trupčara.

cesa (Göttlober i Fischer, 2003) maksimizacija količine ispiljene građe i efektivnog vremena rada alata između dva oštrenja, minimizacija potrošnje električne energije i neželjenih emisija prašine, buke i vibracija, uz zadane obratke (trupce), količine, dimenzije, potrebnu kvalitetu, vrstu drva, opremu, strojeve i alate. Utjecaj većine tehničko-tehnoloških parametara koji utječu na iskoristivost procesa mehaničke obrade drva relativno je dobro istražen, a u posljednje je vrijeme sve veća potreba proučavanja i smanjenja štetnih utjecaja emisije buke, prašine i vibracija kao faktora koji utječu na rad samih strojeva, kao i na rad operatera na strojevima, a samim time mogu utjecati i na njihovu produktivnost, zdravlje i dr., odnosno, u konačnici, i na iskoristivost cijeloga obradnog procesa (Göttlober i Hemmila, 2003; Hemmila i dr., 2003). Prema nekim istraživanjima (Magnusson, 1970), radnici u pilanama smatraju buku u pogonima najuznemiravajućim činiteljem u njihovu radu. Osim što utječe na sluh radnika, visoka razina buke u pogonima utječe i na osjećaj socijalne izoliranosti radnika, povećanje stresa te smanjenje učinka radnika. Kao razlozi mjerenja buke mogu se navesti provjera ispunjenja graničnih uvjeta (maksimalnih dopuštenih razina buke) na pojedinome radnome mjestu, određivanje zvučne emisije strojeva i uređaja, kontrola graničnih uvjeta novoisporučeni strojeva i opreme te razrada mjera sprečavanja buke (Ingemansson i Elvhammar, 1995). Uz rad većine strojeva vezana je i pojava vibracija koje nastaju tijekom rada i u praksi ih je teško izbjeći njih. One se obično pojavljuju zbog promjenjivog djelovanja proizvodnih tolerancija, zazora, kontakata među dijelovima strojeva pri kotrljanju i trenju te zbog neuravnoteženih sila u rotirajućim i povratnim dijelovima. Njihov je utjecaj uglavnom bitan za praćenje stanja strojeva (održavanje strojeva prema stanju), zbog njihovoga utjecaja na kvalitetu obrade (pogotovo je važan utjecaj samouzbudnih vibracija alata, zbog čega nastaju značajna odstupanja kvalitete od predviđene; u tračnih pila trupčara i jarmača taj je fenomen poznat kao tzv. *washboarding*). Ako su rukovatelji strojeva u izravnom dodiru s vibrirajućim dijelovima strojeva, izuzetno važan može biti i utjecaj vibracija na rukovatelja. Ako razine vibracija prelaze određene granice, mogu utjecati na komfor, ali i na zdravlje radnika na strojevima.

2. MATERIJAL I METODE

2 MATERIALS AND METHODS

Ispitivanja su obavljena u pogonskim uvjetima pilanskog postrojenja na liniji s tračnim pilama trupčarama proizvođača Primultini tip SHC s kolicima za pomak tipa CEG, te u pilanskom postrojenju na liniji vertikalnih jarmača s njišućim (oscilatornim) jarmom proizvođača Wurster Dietz, tipa GDZGE. U oba ispitivanja piljena je jelovina (*Abies alba* Mill.).

2.1. Mjerenje i analiza buke

2.1 Noise measurement and analysis

Mjerena je buka na radnim mjestima rukovatelja na jarmači, pomoćnog radnika na tračnoj pili trupčari i u

kabini rukovatelja tračne pile trupčare. Mjerenja buke obavljena su zvukomjerom Bruel&Kjaer, tip 2209, s preciznim kondenzatorskim mikrofonom Bruel&Kjaer, tip 4145. Mikrofon i zvukomjer udovoljavaju zahtjevima iz IEC publikacije 651 i IEC publikacije 123 za instrumente tipa 1. Mjerenjem razine buke vrednovane A-tipom filtra za vrednovanje te je dobivena vrijednost u dB(A) (Hassal i Zaveri, 1979). Rezultati mjerenja razine buke uspoređivani su s dopuštenim razinama buke danim u *Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave* – NN 145/2004.

2.2. Mjerenje i analiza vibracija

2.2 Vibration measurement and analysis

Mjerene su vibracije koje se s kolica za pomicanje u jarmače prenose na tijelo rukovatelja. Mjerenja su obavljena u skladu s preporukama norme HRN ISO 2631-1997. Istodobno su mjerena ubrzanja u sve tri osi koordinatnog sustava postavljenoga prema slici 1, i to pomoću troosnog akcelerometra proizvođača Bruel&Kjaer, tip 4321, koji je bio smješten u odgovarajuće kućište na kojemu rukovatelj sjedi. Mjerni se lanac sastojao od troosnog akcelerometra, nabojnih pojačala Bruel&Kjaer, tip 2635, i magnetofona Bruel&Kjaer, tip 7003, na koji je istodobno sniman vremenski zapis ubrzanja u sve tri osi. Za analizu mjernih podataka upotrijebljen je frekventni analizator Bruel&Kjaer, tip 2131, spojen na računalo s odgovarajućim programima za analizu.

Pomoću frekventnog analizatora obavljena je terena analiza, a iz tih su rezultata izračunane vrednovane razine ubrzanja u pojedinim osima (a_{wx} , a_{wy} , a_{wz}) prema jednadžbi:

$$a_w = \left[\sum_i (W_i \cdot a_i)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

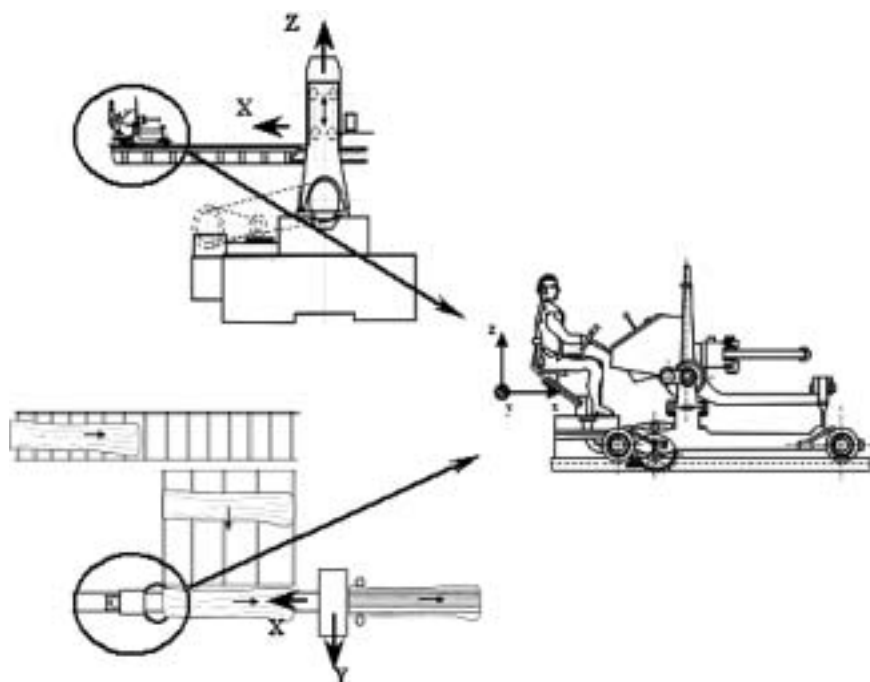
gdje je a_w – vrednovana razina ubrzanja (m/s^2), W_i – faktor vrednovanja pojedinih terci za odgovarajuću os prema ISO 2631-1997, a_i – efektivna vrijednost ubrzanja u pojedinoj terci (m/s^2).

Kako se radni ciklus jarmače sastoji od više karakterističnih perioda različitog intenziteta i trajanja, prema normi je određena ekvivalentna energetska razina ubrzanja ($a_{w,e}$) prema jednadžbi:

$$a_{w,e} = \left[\frac{\sum a_{wi}^2 \cdot T_i}{\sum T_i} \right]^{1/2} \quad (2)$$

gdje je $a_{w,e}$ – ekvivalentna energetska razina ubrzanja (m/s^2), a_{wi} – vrednovana razina ubrzanja u osi s najvećim iznosom ubrzanja za period T_i (m/s^2), T_i – period izloženosti vibracijama (s).

Jedan radni ciklus jarmače podijeljen je na pet karakterističnih perioda, i to na: nabacivanje trupca na poprečni transporter, nabacivanje i manipulaciju trupca s poprečnog transportera na kolica jarmače, ulazak kolica s trupcem u zahvat, piljenje i povrat kolica. Izračunana ekvivalentna razina ubrzanja uspoređena je s granicama dopuštenoga dnevnog izlaganja vibracijama koje se prenose na cijelo tijelo navedenim u HRN ISO 2631 –1:1997(E), Annex B.



Slika 1. Položaj koordinatnog sustava za mjerenje vibracija koje se prenose na tijelo
Figure 1 Coordinate system for whole-body vibration measurement

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Rezultati mjerenja razine buke

3.1 Results of noise measurement

Mjerenjima razine buke kojoj je izložen rukovatelj jarmače pri radu ustanovljena je razina buke $L_{A,eq} = 92$ dB(A), što je za 7 dB(A) više od dopuštenoga. Stoga bi se radnik trebao koristiti sredstvima za zaštitu od buke ili provoditi najviše šest sati u takvoj radnoj okolini kako njegova dnevna izloženost ne bi prelazila dopuštene vrijednosti te da bi se izbjeglo oštećenja sluha. Takva razina buke ujedno utječe i na zamor i na prosudbe radnika, ako znamo da je prema propisima čak i za lakši mentalni rad te za fizički rad koji zahtijeva pozornost i koncentraciju dopuštena ekvivalentna razina buke od 65 dB(A), te utječe i na mogućnost međusobne komunikacije radnika tijekom radnog procesa. Izmjerena razina buke u kabini rukovatelja tračne pile kada su vrata kabine zatvorena iznosila je $L_{A,eq} = 75$ dB(A), a kako je ustanovljeno da oni često rade uz otvorena vrata, izmjerena je razina buke i u tom slučaju. Iznosila je 82 dB(A). Izmjerena razina buke ne prelazi dopuštene vrijednosti, ali s obzirom na to da rukovatelj tračne pile trupčare odlučuje o mnogim parametrima kako bi se dobilo optimalno iskorištenje sirovine, što zahtijeva pozornost i koncentraciju, može se zaključiti da bi bilo dobro smanjiti razinu buke u kabini rukovatelja. Prema važećim propisima najviša dopuštena ekvivalentna razina buke za lakši mentalni rad jest 65 dB(A), pa se stoga može preporučiti dodatna zvučna izolacija kabine radi osiguranja kvalitetnijih uvjeta rada s obzirom na poslove koje radnik na takvome radnom mjestu mora obavljati. Na radnome mjestu pomoćnog radnika uz samu tračnu pilu trupčaru ustanovljena je razina buke $L_{A,eq} = 100$ dB(A). U tim je uvjetima obvezna upotreba

zaštitnih sredstava, i to antifona koji smanjuju razinu buke za 20 – 30 dB kako ne bi nastala trajna oštećenja sluha tih radnika. Tolika razina buke može nepovoljno djelovati i na raspoloženje odnosno na radnu sposobnost radnika, a svaka komunikacija ili alarmiranje u takvim uvjetima znatno je otežano.

3.2. Rezultati mjerenja vibracija

3.2 Results of vibration measurements

Rezultati mjerenja vibracija koje se s kolica jarmače prenose na tijelo rukovatelja prikazani su u tablici 1.

Na temelju vrijednosti iz tablice 1. izračunana je ekvivalentna energetska razina ubrzanja prema (2) i iznosila je $a_{w,e} = 0,39$ m/s². Prema preporukama norme HRN ISO 2631 –1:1997(E), Annex B, utvrđeno je da izmjerena razina ubrzanja ne utječe na zdravlje radnika na kolicima jarmače ni nakon 8-satnog dnevnog izlaganja, ali nakon jednosatnog izlaganja smanjuje se komfor rada, što može utjecati na udobnost radnika, te na njegov radni učinak. Prema nekim istraživanjima (Goglia i Grbac, 2004), pokazalo se da je ekvivalentna razina ubrzanja veća od preporučenih razina za 4-satno izlaganje.

4. ZAKLJUČAK

4 CONCLUSION

Iz iznesenoga se može zaključiti da je buka jedan od većih problema u pilanskoj preradi drva, ali iz obavljenih se mjerenja može vidjeti kako se odgovarajućim zahvatima (udaljavanjem radnika od izvora buke, zvučnom izolacijom stroja i dr.) može znatno utjecati na smanjenje opterećenja radnog mjesta bukom. Mjerenjima vibracija koje se prenose na tijelo rukovatelja jarmače utvrđeno je da u danim uvjetima nema opasno-

Tablica 1. Rezultati mjerenja vibracija koje se prenose na tijelo rukovatelja jarmače i pripadajuća trajanja pojedinih radnih operacija

Table 1 Results of whole-body vibration measurement and corresponding work cycle times

Radna operacija - Work operation	a_{wib} , m/s^2	T_i , s
nabacivanje trupca na poprečni transporter <i>Log manipulation to the cross conveyor</i>	0,822	3
nabacivanje trupca na kolica jarmače <i>Log manipulation to the framesaw carriage</i>	1,006	5
ulazak kolica s trupcem u zahvat <i>Log entering the procedure</i>	0,335	6
piljenje – Cutting	0,276	60
povrat kolica – Return of the framesaw carriage	0,267	9

sti za zdravlje rukovatelja, ali takav se rezultat ne može poopćiti pa nije moguće tvrditi da pri radu na jarmačama ne postoji opasnost za zdravlje radnika na kolicima. U obzir treba uzeti činjenicu da su pri mjerenju vibracija piljene meke vrste drva, s malim brojem pila u zahvatu, te se može pretpostaviti da su i opterećenja, a time i vibracije manje nego pri piljenju tvrdih vrsta drva, s većim brojem pila u zahvatu. Radi dobivanja potpunije slike opterećenosti radnika bukom i vibracijama u pilanskim postrojenjima bilo bi ih nužno detaljnije istražiti u više različitih pilanskih postrojenja i u različitim uvjetima rada.

5. LITERATURA 5 REFERENCES

- Ager, B., 1974: A review of the ergonomic problems in sawmills and wood-working industries, Proceedings of IUFRO Joint Meeting, Sweden, 1-9.
- Goglia, V., 1994: Strojevi i alati za obradu drva, I. dio, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Goglia, V.; Grbac, I., 2004: Whole-body vibration transmitted to the framesaw operator, Applied Ergonomics 36; 43-48.
- Göttlober, C.; Fischer, R., 2003: Basics in optimization of wood cutting using the example of peripheral milling, Proceedings of the 16th IWMS, Part 2:Poster presentation, Matsue, Japan.
- Göttlober, C.; Hemmila, P., 2003: Analysis and modeling of human and environmental aspects on the example of peripheral planing, Proceedings of the 16th IWMS, Part 2, Matsue, Japan, 742-754.
- Hassal, J. R.; Zaveri, K., 1979: Acoustic Noise Measurements, Bruel & Kjaer, Denmark.
- Hemmila, P.; Gottlober, C.; Welling., I., 2003: Effect of cutting parameters to dust and noise in wood cutting, laboratory and industrial tests, Proceedings of the 16th IWMS, Part 1, Matsue, Japan, 375-384.
- Ingemansson, S.; Elvhammar, H., 1995: Zaštita od buke – načela i primjena. ZIRS, Zagreb.
- Magnusson, E., 1970: Risker i jobbet, Tra, Prisma, Lund.
- *** HRN EN ISO 2631, 1997: Evaluation of human exposure to whole body vibration.
- *** HRN ISO 1996 –1 –2 –3: Akustika – opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoline.
- *** HRN ISO 9612: Akustika – smjernice za mjerenje i utvrđivanje izloženosti buci u radnoj okolini.
- *** IEC 651 1979: Sound level meters.
- *** IEC 123: Recommendations for Sound Level Meters
- *** NN 145/2004: Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave.

Corresponding address:

MSc IGOR ĐUKIĆ

Department of process techniques
Faculty of Forestry
Svetošimunska 25
HR-10002 Zagreb
Croatia
e-mail: dukic@sumfak.hr

Metode poboljšanja svojstava građevnog drva

Methods for improving building wood properties

Pregledni rad • Review paper

Prispjelo – received: 7. 12. 2006.

Prihvaćeno – accepted: 12. 3. 2007.

UDK: 630*833.15; 630*841.6

SAŽETAK • Posljednjih godina intenzivno se radi na razvoju metoda poboljšanja svojstava i trajnosti drva i sustava prevlaka-drvo. Svojstva drva poput dimenzionalne stabilnosti, vodoodbojnosti, otpornosti prema biološkoj razgradnji te otpornosti prema ultraljubičastoj i vidljivoj svjetlosti, pa čak i mehanička svojstva drva mogu se poboljšati modifikacijskim (toplinskim i kemijskim) postupcima. Nadalje, uvođenjem novih materijala za površinsku obradu s nanočesticama može se povećati vodoodbojnost, a dodatno i otpornost prema ultraljubičastom zračenju. Postupci toplinske modifikacije i acetilacija u inozemstvu se već komercijalno primjenjuju, dok se djelotvornost ostalih pokusnih postupaka, kao što je obrada površine nano premazima, tek treba potvrditi u praktičnoj primjeni. Zbog poboljšanih svojstava drvo ostaje konkurentan materijal u graditeljstvu, posebno za drvena pročelja, ograde, prozore i vrata, vrtni namještaj, ali i kao materijal za podove i namještaj u interijeru.

Ključne riječi: modifikacija drva, pregrijano drvo, acetilacija, nano premazi, drvoplastični kompoziti

ABSTRACT • The development of methods for improving wood properties and durability of wood and wood-coating system has been intensified lately. Wood properties such as dimensional stability, water repellency, biological resistance, lightfastness in ultraviolet (UV) and visible spectrum, and even mechanical properties, can be improved by modification methods, such as heat treatments and chemical modifications. Furthermore, the application of new finishing materials which incorporate nano-sized particles may lead to improved hydrophobicity and resistance to UV radiation. Heat treatments and acetylation are currently being commercially applied in EU, while the efficacy of other experimental modification methods, such as nano-coating finishing, seek final practical affirmation. Due to improved natural properties, wood still remains a competitive building material, particularly in applications for wooden claddings, fences, joinery, garden furniture, as well as for interior furniture and flooring.

Key words: wood modification, heat-treated wood, acetylation, nano-coatings, wood-plastic composites, WPC

1. UVOD 1 INTRODUCTION

Drvo u vanjskim konstrukcijama prolazi kroz niz kemijskih i fizikalnih promjena koje uzrokuju polaganu razgradnju njegove površine, što se uobičajeno naziva starenjem drva (Turkulin i dr., 1997).

Voda, bilo u obliku vodene pare, bilo u tekućem obliku, i ultraljubičasti dio Sunčeve svjetlosti glavni su činitelji propadanja drva u vanjskim konstrukcijama.

Izloženost drva vlažnosti, što potiče biološku razgradnju je neposredno ili posredno glavni uzrok oštećenja; oko 80 % svih šteta u vanjskim drvnim konstrukcijama povezano je s vlagom (Richter, 2005). Tako se i svi postupci poboljšanja trajnosti baziraju na sprečavanju štetnog utjecaja vode i ultraljubičastog zračenja na drvo, bilo promjenom sastojaka drva kemijskom modifikacijom, bilo toplinskom obradom. Nadalje, uvođenjem novih materijala za površinsku obradu koji sadržavaju čestice nano veličina, tzv. nano premaza, poboljšava se vodoodbojnost i posto-

¹ Autori su redom izvanredni profesor, profesor i asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska.

¹ The authors are associate professor, professor and assistant at the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia.

janost površine na svjetlost. U Japanu i SAD-u, posebice na pročeljima, primjenjuje se tehnologija kombiniranja termoplastičnih sintetičkih materijala s drvnim vlaknima ili drvnim iverjem, tzv. drvno-plastični kompoziti.

2. TOPLINSKI OBRAĐENO DRVO (PREGRIJANO DRVO) 2 HEAT TREATED WOOD

Toplinska obrada ili pregrijavanje drva postupak je kojim se bez unošenja dodatnih kemikalija, samo pod utjecajem topline, tlaka i vlage, mijenja kemijska struktura staničnih stijenki (Hasan i Despot, 2003). Promjenom kemizma stanične stijenke smanjuje se njezin afinitet prema vodi te poboljšava dimenzijska stabilnost drva. Toplinska obrada drva pridonosi manjoj vodoupojnosti, poboljšava dimenzijsku stabilnost, povećava otpornost drva prema biološkoj razgradnji i pridonosi dubinskim, ravnomjernim promjenama boje u tamnije tonove. Pri tome četinjače dobivaju izgled starog drva i rabe se za imitaciju rustikalne gradnje, a pregrijane listače ostavljaju dojam egzotičnog drva. Manje vrijedna sirovina, npr. nepravna srž bukovine i jasenovine, ovim se postupkom može pretvoriti u estetski i tehnički vrijedne proizvode (npr. ekskluzivni parket), a pregrijana brezovina i topolovina u Skandinaviji se rabi za saune i namještaj. Ipak, pregrijano se drvo najčešće upotrebljava u vanjskim konstrukcijama za pročelja i ograde, nenosive konstrukcije, vanjske podove te prozore i vrata. Komercijalno se ističu prednosti pregri-

janog drva u smislu “eliminiranog” bubrenja i utezanja te “biološke otpornosti”, no treba imati na umu i nedostatak tog materijala: mehanička svojstva takvog drva bitno su smanjena, promjena boje na suncu nije stalna, drvo je sklono površinskim pukotinama i ne može se primijeniti u doticaju s tlom. Osim toga, proizvodi dulje vrijeme, čak mjesecima, šire miris paljevine u prostor. Različiti postupci termičke modifikacije komercijalno se primjenjuju već deset godina. Europski kapaciteti termički modificiranog drva već su danas veći od 50 000 m³ (Richter, 2005), a u Hrvatskoj se uvode dva komercijalna postrojenja za takvu obradu drva.

Toplinska obrada najčešće se provodi pri temperaturama od 120 °C do 280 °C, bez prisutnosti kisika, u trajanju 15 minuta do 24 sata, ovisno o vrsti procesa, vrsti drva, dimenzijama obradaka, sadržaju vode u drvu, te ciljanim svojstvima proizvoda, tj. o potrebnim mehaničkim svojstvima, željenoj otpornosti prema biološkoj razgradnji, dimenzijskoj stabilnosti proizvoda te o jačini promjene boje. Duljinom trajanja procesa i temperaturom defini- ra se stupanj modifikacije drva. Što je trajanje dulje, to su dimenzijska stabilnost i trajnost modificiranog drva veći, a gustoća i mehanička svojstva se smanjuju. Produljenjem vremena modifikacije mijenja se i boja drva, posebno svjetlina boje (Patzelt i dr., 2002). Promjene boje prilikom toplinske modifikacije ovise o temperaturi; što je ona veća, promjene boje su veće (sl. 1. i 2). Primjerice, četinjače prilikom zagrijavanja na 240°C postaju tamno-smeđe (Kollmann i dr., 1975). U početku primjene meto-



Slika 1. Prirodna bukovina (desno) i toplinski obrađena bukovina pri različitim temperaturama (lijevo i u sredini); foto: Turkulin
Figure 1 Genuine beech-wood (right) and heat-modified wood treated at various temperatures (left and middle). Photo: Turkulin



Slika 2. Prirodna jasenovina (desno) i toplinski obrađena jasenovina pri različitim temperaturama (lijevo i u sredini); foto: Turkulin

Figure 2 Genuine ash-wood (right) and heat-modified wood treated at various temperatures (left and middle). Photo: Turkulin

de toplinske modifikacije promjena boje se smatrala nedostatkom, ali danas je ona jedan od razloga primjene jer je moguće postići boju drugih vrsta drva po cijelom poprečnom presjeku elementa (Sundquist, 2004). Da bi se zadržao željeni estetski izgled površine toplinski modificiranog drva, nužno je nanijeti zaštitne prevlake jer je toplinski obrađeno drvo podložno promjenama boje (Ayadi i dr., 2003). Iako se prirodna boja drva toplinskom obradom ujednači, njezin ton nije postojan na svjetlost, te ga treba stabilizirati. Izlaganjem UV svjetlosti i povremenoj kondenzaciji u QUV uređaju tijekom 835 sati (što bi moglo približno odgovarati polugodišnjem prirodnom vanjskom izlaganju) boja pregrijane jasenovine se promijeni za oko $5 \Delta E^*$ jedinica (prema CIE – $L^* a^* b^*$ sustavu), što je jasna, okom uočljiva promjena, dok bukovina posvijetli za $10 \Delta E^*$ jedinica, što je značajna optička promjena (Ayadi i dr., 2003). Praktično iskustvo kaže da smeđa boja nezaštićene površine pregrijanog drva četinjača tijekom vanjskog izlaganja u trajanju od 3 do 6 mjeseci izbljedi, dok za promjenu boje u interijeru (npr. na parketima) nema podataka.

Površinska obrada pregrijanog drva u osnovi je dobra, osobito u četinjača, u kojih se ulja, smole i voskovi ekstrahiraju na temperaturi višoj od 180°C . Ipak, kut kvašenja pregrijanog drva malo je veći za bukvinu (42°) a vrlo je povišen za topolovinu i borovinu (veći od 85°), što upozorava na moguće probleme kvašenja za određene kombinacije supstrata i premaza (Pétrissans i

dr., 2003). Promijenjena površinska energija pregrijanog drva zahtijeva oprez i pri lijepljenju. Neka preliminarna istraživanja u Njemačkoj pokazuju da za određene vrste pregrijanog drva treba upotrijebiti modificirana ljepila. Finska iskustva s lijepljenjem pregrijanog drva govore da je pri primjeni PVAc ljepila potrebno dulje vrijeme prešanja jer pregrijano drvo polaganije apsorbira vodu. Kao pogodna ljepila za pregrijano drvo oni preporučuju rezorcinol-fenolna, poliuretanska i druga dvokomponentna ljepila (Jämsä i Viitaniemi, 2001). U Europi se trenutačno provode istraživanja lijepljenja pregrijanog drva te će uskoro o toj problematiki biti više informacija.

Prisutnost kisika tijekom procesa zagrijavanja drva može rezultirati znatnim oštećenjem celuloze, a posljedica toga je smanjenje mehaničkih svojstava drva (Patzelt i dr., 2002; Rep i Pohleven, 2001). Zato se proces najčešće provodi uz inertnu atmosferu (vodena para, ugljični dioksid, dušik) ili se pak obraci pregrijavaju potopljeni u industrijsko biljno ulje (Rapp i Sailer, 2001). Pri zagrijavanju drva bez kisika najprije se razgrađuju hemiceluloze, zatim celuloza te na kraju lignin. Zato pregrijano drvo ima postotno veći udio lignina nego normalno drvo. Organske kiseline i fenolne jedinice iz lignina, koje nastaju pri zagrijavanju, spajaju se u formaldehid, koji umrežuje i na taj način smanjuje udio vezane vode u drvu (Tjeerdsma i dr., 1998). Posljedica toga je smanjenje iznosa ravnotežnog sadržaja

vode pregrijanog drva, te poboljšana dimenzijska stabilnost pri promjeni vlage u okolini. Smanjenje količine vezane vode glavni je činitelj zapriječene biološke aktivnosti, a vjerojatno mnogobrojni, uglavnom kiseli i blago toksični, produkti razgradnje djeluju inhibitorски na gljive uzročnice truleži (Kamdem i dr., 2002). Naravno, razgradnja polisaharida prouzročit će smanjenje gustoće i bitno umanjiti sva mehanička svojstva drva osim tvrdoće, što rezultira krtošću i sklonošću mnogobrojnim sitnim površinskim pukotinama pregrijanog drva u uporabi.

Kemijska analiza toplinski modificiranog drva pokazala je manju razgradnju lignina u usporedbi s nemodificiranim drvom, što pokazuje moguće povećanje trajnosti modificiranog drva prilikom izlaganja vremenskim utjecajima (Jämsä i Viitaniemi, 2004). Istodobno povećani koeficijent difuzije vode duž vlakana upućuje na potrebu pojačanog zaštićivanja čelnih presjeka.

Rezultati desetogodišnjeg izlaganja toplinski modificiranog drva vanjskim vremenskim utjecajima pokazali su vrlo male dimenzijske promjene na modificiranim uzorcima u usporedbi s nemodificiranim (Jämsä i Viitaniemi, 2001). Ravnotežni je sadržaj vode i nakon tri godine izlaganja bio 40-60 % manji nego na nemodificiranim uzorcima, bez obzira na sustav površinske obrade. To znači da pri jednakoj relativnoj vlažnosti zraka drvo higroskopski primi gotovo dvostruko manje vode, što utječe na smanjenje promjena dimenzija utezanjem. Pregrijana se bukovina tako uteže do 13 % manje od normalne, u četinjača se to smanjenje kreće oko 40 % (Militz i Tjeerdsma, 2001). Sve navedeno ipak ne sprečava stvaranje pukotina na modificiranom drvu (Jämsä i Viitaniemi, 2004). Štoviše, krtost i naprezanja u pregrijanom drvu u uporabi dovode do finih površinskih pukotina, čak i pri niskim sadržajima vode i njihovim malim kolebanjima (Jämsä, 2006). Nezaštićena površina pregrijanog drva tada i nešto brže erodira nego površina normalnog drva, osobito na zonama ranog drva, što je posljedica razgradnje hemiceluloze tijekom procesa obrade te povećanog udjela lignina na izloženoj površini. No ako se pregrijano drvo zaštititi slabo permeabilnom troslojnom prevlakom, pojava pukotina se sprečava. Istraživanja su pokazala da su se mehanička svojstva toplinski modificiranih uzoraka drva nakon desetogodišnjeg izlaganja smanjila bez obzira na parametre procesa; drvo je postalo krto, smanjena je vlačna čvrstoća i čvrstoća na savijanje, zabilježen je gubitak mase od 15 % i intenzivna promjena boje, to veća što je temperatura bila viša (Jämsä i Viitaniemi, 2004). Obradom na temperaturama do 190 °C dinamička se čvrstoća na savijanje smanjuje od 5 do 18 % (Militz i Tjeerdsma, 2001), a pri temperaturama višim od 200 °C čvrstoća se smanjuje i preko 50 % (osobito čvrstoća na savijanje) te drvo postaje vrlo krto, što mu ograničava uporabu za nenosive građevne elemente. Takve promjene krtosti doprinose i nepovoljnijim tehnološkim obilježjima: pri obradi se razvija finija, iritirajuća prašina, površina pregrijanog drva je igličasta i hrapava, lako se zacjepljuje i odvaja u obliku oštih ivera.

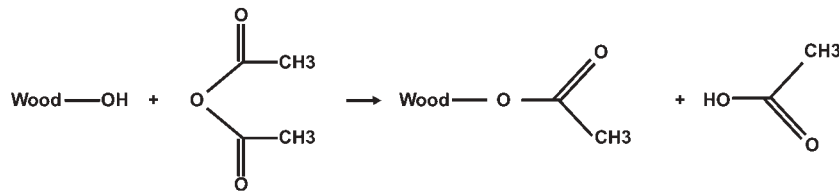
Kombinacijom različitih parametara toplinske modifikacije i njihovom pažljivom kontrolom neželjene posljedice modifikacije mogu se smanjiti. Primjerice, vrlo visoka temperatura na kraju procesa osigurat će visoku trajnost proizvoda, ali mehanička svojstva takvog drva bit će uvelike smanjena. Osim toga, niska temperatura na kraju procesa samo će malo produljiti trajnost proizvoda, ali će i samo malo smanjiti mehanička svojstva.

Istraživanja su pokazala da se otpornost pregrijanog drva prema gljivama truležnicama povećava s povećanjem stupnja modifikacije (Sailer i Rapp, 2000). Tako bi se prirodna otpornost smrekovine pregrijavanjem pomaknula iz razreda otpornosti 4 u razred otpornosti 2 prema EN 335-1, i mogla bi se rabiti sasvim izložena vanjskim uvjetima iznad tla (razred otpornosti 3). Međutim, toplinski obrađeno drvo ipak nije toliko otporno na gljive plavila i plijesni da se može rabiti na otvorenome bez kemijske ili površinske zaštite (Hasan i Despot, 2003).

Procesi toplinske modifikacije drva i dalje se istražuju. Iako pregrijano drvo pokazuje izuzetne prednosti u smislu estetskih svojstava (jednolična i efektna promjena boje) te nekih tehničkih odrednica (znatno smanjeno bubrenje i utezanje te poboljšana otpornost na gljive), treba biti svjestan i njegovih nedostataka u usporedbi s normalnim drvom. Mehanička svojstva bitno se smanjuju, tako da se taj materijal uglavnom rabi za nenosive konstrukcije, a površina je osjetljiva na izbjeljivanje pri svjetlosti i pojavu pukotina. U svakom slučaju, potrebno je steći iskustva o reakciji svake vrste drva na pregrijavanje jer se pokazalo da različite vrste drva reagiraju vrlo različito, te istražiti odnos fizikalnih odrednica postupka obrade i posljedičnih promjena na drvu. Najveći izazov u tim istraživanjima jest kako zadržati smanjenje mehaničkih svojstava modificiranog drva pod nadzorom, uz istodobno poboljšanje trajnosti sustava drvo - prevlaka.

3. ACETILIRANO DRVO **3 ACETYLATED WOOD**

Od svih postupaka kemijske modifikacije drva acetilacija je najčešće istraživana (Richter, 2005). Otkrivena je početkom 20. stoljeća, ali širu praktičnu primjenu tog izuzetnog postupka ograničavali su visoki troškovi postupka. Postoje pokazatelji da se acetilacija sada može komercijalno provoditi, pa se u Nizozemskoj razvija pogon kapaciteta 20 000 m³ (Homan i Jorissen, 2004). Glavna zadaća acetilacije drva jest poboljšanje dimenzionalne stabilnosti drva i njegove otpornosti protiv biološke razgradnje. Drvo se u reaktoru impregnira tekućim anhidridom octene kiseline, zagrijava do 120 °C i određeno vrijeme drži na toj temperaturi. Pri tome se hidroksilne grupe polimera stanične stijenke (celuloze, polioza i lignina) zamjenjuju acetilnim grupama (sl. 3). Kovalentne veze acetilnih grupa otporne su na hidrolitičku razgradnju, pa drvo upija manje vode te se smanjuje ravnotežni sadržaj vode. Kao sporedni produkt reakcije nastaje octena kiselina,



Slika 3. Reakcija drva s anhidridom octene kiseline (Homan i Jorissen, 2004)

Figure 3 The reaction of wood with acetic anhydride (Homan and Jorissen, 2004)

koja se zajedno s viškom anhidrida octene kiseline dodatnim vakuumom mora ukloniti iz drva. Nakon tog vakuumskeg postupka drvo još uvijek sadržava octenu kiselinu, tako da je potrebna i dodatna obrada (ekstrakcija vodom, obrada vodenom parom).

Acetilacija je u laboratorijskim uvjetima relativno lak proces jer se radi s malim uzorcima. U komercijalnoj primjeni dimenzije uzoraka i vrsta drva imaju važnu ulogu. Vrste drva koje se teško impregniraju poput smrekovine i duglazijevine nisu pogodne za acetilaciju ako je riječ o većim dimenzijama (Homan i Jorissen, 2004). Da bi se postigla dovoljno velika brzina acetiliranja, drvo impregnirano anhidridom octene kiseline treba zagrijati u zatvorenoj komori, na temperaturu veću od 100 °C. Toplina se obično dovodi izvan komore i prenosi na drvo konvekcijom, što dosta produljuje proces i može negativno utjecati na kvalitetu gotovog proizvoda zbog određene toplinske razgradnje drva. Uporabom energije mikrovalova, toplina prolazi kroz cijeli impregnirani element, no u tom je slučaju potrebno utvrditi sposobnost apsorpcije mikrovalova i dubinu penetracije sredstva ovisno o temperaturi tijekom procesa (Larsson Brelid i dr., 1999). Istraživanja spomenutih autora pokazala su da se polje mikrovalova pri frekvenciji od 2 450 MHz širi punom snagom do dubine 10 cm, što znači da je takav proces primjenjiv na uzorcima poprečnog presjeka od minimalno 20 cm × 20 cm. Energija mikrovalova pokazala se vrlo efikasnom i pri zagrijavanju anhidrida octene kiseline i njome impregniranog drva, jer omogućuje brzo zagrijavanje cijelog presjeka obratka na željenu temperaturu (120 – 130 °C). Također je učinkovita i pri uklanjanju viška anhidrida octene kiseline i njezinih nusprodukata, uz djelovanje vakuuma, pri čemu se tijekom prvih 30 minuta može ukloniti oko 70 % preostalih kemikalija.

Istraživanja Larssona Brelida i Simonsona (1999) te Larssona Brelida i dr. (2000) pokazala su da se acetiliranjem povećava sadržaj acetilnih skupina u drvu za oko 20 %, dok u nemodificiranom drvu on iznosi 1 – 2 %. Unošenje novih acetilnih skupina u drvo uzrokuje promjene holoceluloze te, posljedično, bubrenje staničnih stijenki i stanične lamele (Evans i dr., 2000), što u kombinaciji sa smanjenom mogućnošću vezanja molekula vode rezultira povećanjem dimenzijske stabilnosti. Postojanost prema gljivama razaračima drva znatno se poboljšava te je usporediva s drvom impregniranim solima bakra, kroma ili arsena. Bitno je još naglasiti kako se poboljšanja tih svojstava postižu bez negativnih utjecaja na mehanička svojstva drva. Djelotvornost postupka ovisi o stupnju acetilacije koji se mjeri postotnim povećanjem mase nakon obrade (engl. weight percent gain, WPG %).

Ako je WPG 20 % ili više, postižu se izvanredna svojstva modificiranog drva: praktično sve acetilirano drvo pripada grupi biološke otpornosti 1, povećanje dimenzijske stabilnosti iznosi 65 – 80 % (Larsson Brelid i Simonson, 1999; Homan i dr., 2000). Mehanička svojstva, za razliku od svojstava pregrijanog drva, bitno se ne smanjuju, već se tvrdoća i čvrstoća na savijanje, štoviše, mogu i povećati do 20 % (Kollmann i Cote, 1968; Homan i dr., 2000; Mahlberg i dr., 2001). To, međutim, ovisi o vrsti drva i odrednicama postupka. Istraživanja u Europi, Sjevernoj Americi, Novom Zelandu i Japanu upućuju na povećanu otpornost acetilirane bukovine, borovine i topolovine prema gljivama truležnicama, na smanjenje dimenzionalnih promjena navedenih vrsta, povećanu otpornost prema ultraljubičastoj svjetlosti i neotpornost acetiliranog drva na gljive uzročnike modrenja. Richter (2004) navodi istraživanje Zimmera i dr. iz 2003, u kojemu se na acetiliranim bukovim furnirima fasadnih ploča obrađenih različitim sustavima premaza nakon ubrzanoga i realnog izlaganja vanjskim utjecajima pokazalo da je bukovina vrsta kojoj se acetilacijom osobito dobro mogu poboljšati svojstva i time povećati njezina primjena, da boja drva tijekom procesa ostaje svjetla, da je otpornost površinske prevlake povećana, a intervali između obnavljanja smanjeni, ali da acetilirane površine s vremenom posive.

Iako se acetilacijom prirodna boja drva bitno ne mijenja, što je glavna razlika tog postupka modifikacije od postupka pregrijavanja, Richter (2005) napominje da acetilirano drvo s vremenom posivi, što je u skladu s činjenicom da acetilacija stabilizira celulozu, a mnogo slabije lignin. Hon je (1995) pokazao da se promjena boje razlikuje od boje prirodnog drva po tome što je u početku vrlo slaba i spora, no nakon dužeg izlaganja sivljenje površine postaje neizbježno. Kakogod, pri vanjskom izlaganju drvo acetilirano do 20 % WPG pokazalo se stabilnijim, uz manju eroziju i gubitak mase nego u prirodnog drva (Evans i dr., 2000).

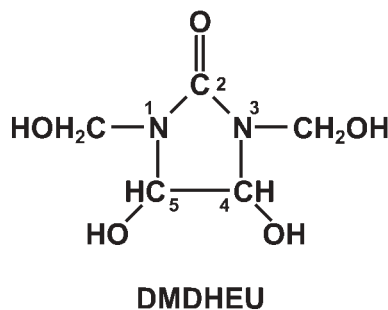
4. DRVO MODIFICIRANO DIMETILOLDIHIKROSIETILEN UREOM (DMDHEU)

4 WOOD MODIFIED WITH DIMETHYLOLDIHYDROXYETHYLENEUREA (DMDHEU)

Zbog sličnosti kemijskog sastava i tehničkih obilježja pamuka i drva impregnacijska sredstva koja su pokazala dobre učinke u postupcima oplemenjivanja celuloznih tekstilnih materijala primjenjiva su i u obradi drva (Katović i dr., 2004).

Jedna od kemikalija koje se upotrebljavaju za modifikaciju drva jest vodotopljiva smola 1,3-dimetilol 4,5-dihidroksietilen urea-DMDHEU, prikazana na slici 4, koja se godinama primjenjuje u tekstilnoj industriji kao sredstvo protiv gužvanja. Za postupke kemijske modifikacije karakteristično je stvaranje kovalentne veze između molekula celuloze i reaktivnog sredstva. Primjenom N-metilolnih spojeva (jedan od njih je DMDHEU) stvaraju se eterske veze, uz dodatak Lewisove kiseline ($MgCl_2$) kao katalizatora (Katović i dr., 2004).

DMDHEU reagira s hidroksilnim skupinama lignina i celuloze, ali može tvoriti i polimerne komplekse



Slika 4. Dimetiloldihidroksietilenurea (DMDHEU) (Tomažič, 2006)

Figure 4 Dimethyloldihydroxyethyleneurea (Tomažič, 2006)

samoumrežavanjem. Rezultat je povećanje dimenzijske stabilnosti drva te poboljšanje njegove biološke otpornosti. Za dobar učinak potrebno je od 30–40 % povećanje mase drva ali tada u drvu zaostaje slobodni formaldehid što je velik nedostatak tog postupka modifikacije. Osim toga, magnezijev klorid kao katalizator može djelovati agresivno na polisaharide, osobito u eterifikaciji pri temperaturama višim od 120 °C. Gubitak čvrstoće uvjetovan je hidrolizom polioza stanične stijenke, poglavito hemiceluloze, ali i infiltracijom smole u staničnu stijenku, što smanjuje slobodu gibanja lanaca i čini stijenku krutom (Xie i dr., 2005). Kiseli katalizator prouzrokuje 70 - postotni gubitak mikrovlačne čvrstoće četinjača (Xie i dr. 2006), pa se u novije vrijeme eksperimentira s varijantama DMDHEU-a, s drugim katalizatorima i postupcima fiksacije. Dok se procesi ne usavrše, nema znatnijih komercijalnih primjena DMDHEU-a na drvu, osim jednoga pokusnog postrojenja u Njemačkoj. Tomažič je (2006) ispitivao interakcije borovine modificirane dimetiloldihidroksietilen ureom (DMDHEU) i premaza za vanjsku primjenu te je ustanovio povećanu trajnost premaza na DMDHEU-om modificiranom drvu pri realnim i laboratorijskim izlaganjima. Autor je ustanovio povećanu dimenzionalnu stabilnost DMDHEU-om modificiranog drva, FTIR spektrometrijom dokazao je da su za vrijeme modifikacije nastale kemijske reakcije između polimera drva i DMDHEU-a, ustanovio je manji modul elastičnosti modificiranog drva te bolje kvašenje, dublju penetraciju i bolju mokru adheziju premaza na modificiranom drvu. Drvo modificirano DMDHEU-om i obrađeno premazima pokazalo je odličnu otpornost na modrenje te manje promjene boje, ljuštenje, nastanak manje pukotina i slabije mjehuranje nego nemođificirano drvo.

5. NANOMATERIJALI U POVRŠINSKOJ OBRADI DRVA

5 NANOMATERIALS IN WOOD FINISHING

Jedno od područja na kojima se može uspješno primijeniti nanotehnologija jest područje zaštite površina nanomaterijalima. Pojam nanostrukturirani materijali ili nanofazni materijali odnosi se na materijale čije su dimenzije faza (čestica praška, zrna strukture ili proizvedenih slojeva) reda veličine od nekoliko do stotinjak nanometara (Filetin, 2005). U skladu s tim, razvoj nanolakova temelji se na nanočesticama, nanoslojevima, nanostrukturama (Rössler, 2005).

Krute čestice nanometarskih veličina (npr. SiO_2) mogu se dispergirati u laku i poboljšati njegova svojstva, a da one same zbog svojih dimenzija ostanu nevidljive. Primjena nanočestica u prozirnim materijalima zasniva se na fizikalnoj pojavi prema kojoj ona komponenta u sustavu (npr. u laku) koja ima dimenzije manje od jedne desetine valne duljine svjetlosti ne pridonosi raspršivanju svjetlosti i ne mijenja refrakcijski indeks. Ako su, dakle, čestice manje od približno 40 nm, one neće biti vidljive u optičkom dijelu spektra. Primjenom nanočestica moguće je povećati otpornost lakova na ogrebotine i abraziju (Frigge, 2000). Na tržištu već postoje na taj način razvijeni materijali za lakiranje parketa i namještaja koji imaju posebnu otpornost na ogrebotine izazvane čeličnom vunom.

Mnogi znanstveni radovi bave se mogućnostima zaštite drva od svjetlosnog zračenja uklapanjem anorganskih nanometarskih čestica pigmenta (npr. ZnO ili TiO_2) ili nanočestica željezova oksida u pogodna vezi-va premaza za drvo.

Antimikrobno djelovanje iona srebra, koje je već dugo poznato, može se iskoristiti za proizvodnju tzv. higijenskih lakova dodavanjem nanočestica srebra u odgovarajuće recepture laka. Sadržaj nanočestica srebra pri tome iznosi vrlo malo, manje od 1 % (Parzl, 2004). Na tom se načelu izrađuju komercijalni proizvodi u rasponu od higijenskih lakova za hladnjake i drvene igračke do boja za zidove u sanitarnim bolničkim i kuhinjskim prostorima.

Nanoslojevi su nanometarski tanki slojevi koji se kontrolirano nanose ili se sami organiziraju na površini supstrata (Rössler, 2005). Takvi slojevi mogu znatno promijeniti svojstva supstrata. Sol-gel tehnologijom moguće je proizvesti homogene anorganske metalne okside poželjnih svojstava tvrdoće, optičke prozirnosti, kemijske otpornosti, željene poroznosti i toplinske otpornosti (Filetin, 2005). Koloidna otopina (sol) jest otopina koja sadržava vrlo sitne čestice, promjera od 1 nm do 1 μm , koje su jednolično suspendirane u tekućini. Gel je koloidna suspenzija tekućine u krutini, pri čemu nastaje želatinasti materijal krući od sola. Iz koloidne otopine (sol) kontroliranom hidrolizom i kondenzacijom, odnosno naknadnim isparivanjem/ishlapljanjem otapala ostvaruje se amorfno vezanje čestica (gel) odnosno stvara se sloj (Rössler, 2005). Kao prekursor, tj. polazni materijal za sintezu koloida, najčešće se rabe alkoksisilani, a osim metalnih alkoksida kao

prekursori se upotrebljavaju i anorganske soli ili soli organskih kiselina (Filetin, 2005).

Za površinsku obradu drva, odnosno zaštitu površine drva od tekuće vode posebno su zanimljivi hidrofobni slojevi debljine 0,03-0,1 μm , koji smanjuju primanje tekuće vode, a ujedno štite drvo od promjene boje (Maggiore, 2004). Hidrofobne supstancije nove generacije ne temelje se na uljima i voskovima kao prijašnje, nego na spojevima silicija.

Kemizam i djelovanje hidrofobnih slojeva na drvu istražuje se u EU - projektu HYDROPHOB: Improvement of wood product properties by increased hydrophobicity obtained by the use of silicon compounds (Richter, 2004). Pregled postupaka za poboljšanje kvalitete drva upotrebom silicijevih spojeva dali su Mai i Militz, 2003. Većina tih materijala zahtijeva primjenu tehničkih impregnacijskih postupaka koji se ne ubrajaju u sredstva za klasičnu površinsku obradu drva. Iznimka su samo mikroemulzije sa silikonima.

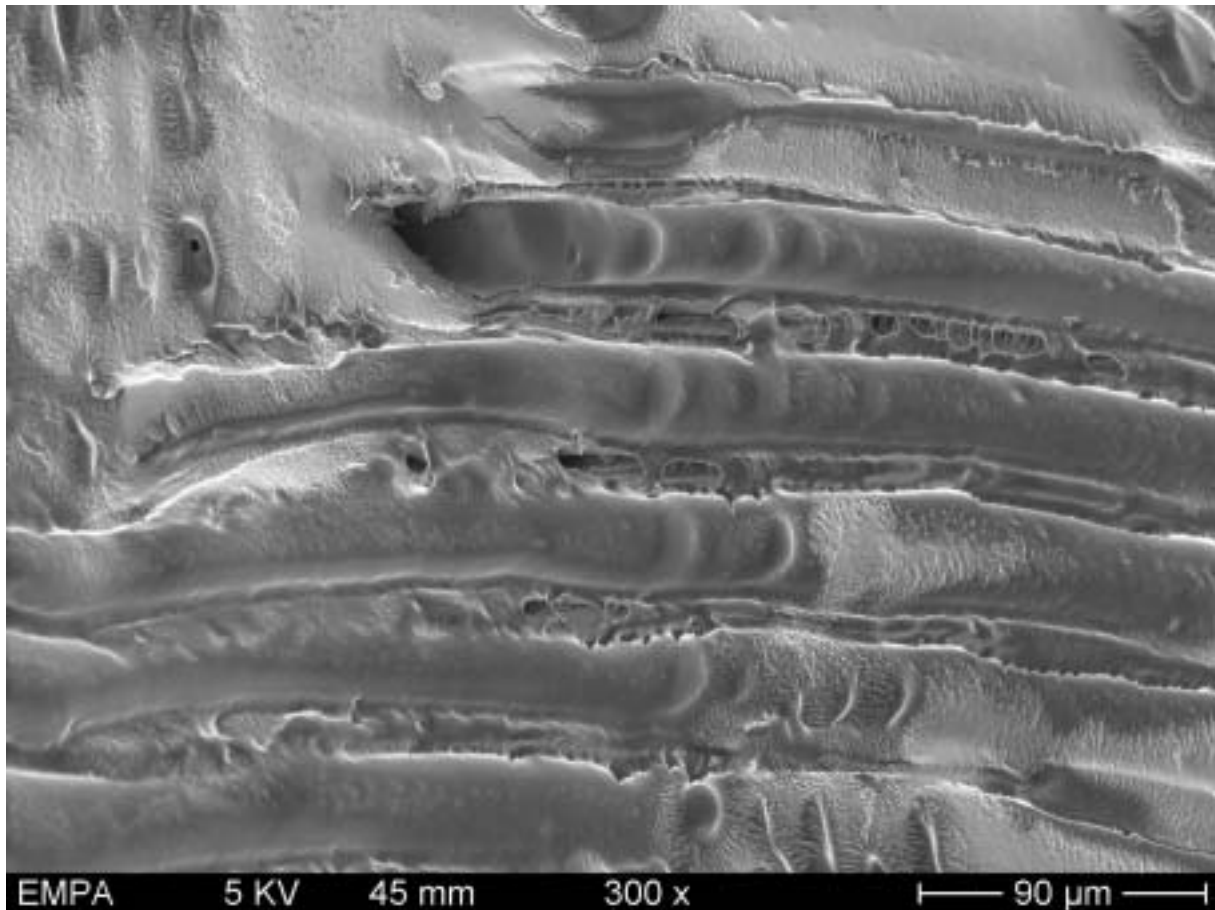
Hidrofobni, tj. vodoodbojni premazi za drvo reklamiraju se zapanjujućim prikazima kako voda uopće ne kvasi tako obrađeno drvo, pa se kuglaste kapljice, s kutem kvašenja i većim od 150° , samo otkotrljaju s površine drva (tzv. pearling ili beading efekt, poznat i kao efekt lotusova lista, sl. 5). Treba, međutim, napomenuti da površina tako obrađenog drva ostaje paropropusna, pa drvo, iako je vodoodbojnost površine velika, u duljem razdoblju izlaganja higroskopski ipak

primi mnogo vlage (sl. 6), osobito na vodoravnim i koso izloženim plohama (Turkulin i dr., 2006). Na vertikalnim plohama i onim drvnim građevnim elementima koji su fizički zaštićeni od velike količine tekuće vode, npr. na pročeljima, primjena hidrofobnih impregnacijskih slojeva vrlo je zanimljiva jer na drvu obrađenom na taj način ostaju otvorene pore pa ono djeluje kao da nije površinski obrađeno (Richter, 2004). Hidrofobni, vodoodbijajući učinak takve obrade djeluje nekoliko godina, a nakon toga se drvo na jednostavan način ponovno obradi istim sredstvom. Promjena boje zbog vremenskih utjecaja ne može se spriječiti vodoodbijajućim impregnacijskim sredstvom, ali se može usporiti. Obrada samo hidrofobnim impregnirajućim sredstvima nije dostatna za drvene građevne elemente od kojih se očekuje dimenzionalna stabilnost jer ne postoji zaštita od difuzije vodene pare. Kombinacija hidrofobnih materijala sa svjetlozaštitnim dodacima osigurala bi produženje trajnosti drvnih građevnih elemenata i povećala intervale između obnavljanja elemenata bez filmogenog premaza. Stoga se u mnogim istraživačkim centrima na tome intenzivno radi, a na tržištu su već neka sredstva koja služe kao hidrofobni impregnacijski slojevi s UV zaštitom. S druge strane, povećanje hidrofobnosti samih filmova ili njihova naknadna obrada tankim vodoodbojnim slojevima osiguravaju dugotrajnost transparentne prevlake i njezinu učinkovitost u osiguranju postojanosti drva na svjetlost (Richter,



Slika 5. Povećanje hidrofobnosti drva obrađenog hidrofobnim impregnacijskim sredstvom (desno) u usporedbi s neobrađenim drvo (lijevo); foto: Turkulin

Figure 5 Improvement in water-repellent properties of wood treated with hydrophobic primer (right) in comparison with genuine wood (left). Photo: Turkulin



Slika 6. Hidrofobni (vodoodbojni) nanopremazi čine drvo odbojnim za kapljice vode, no struktura ostaje otvorena za higroskopno upijanje vodene pare (Turkulin i dr., 2006)

Figure 6 Hydrophobic nano-based coatings make wood surface repellent for water droplets, but the surface structure remains open for hydrophobic vapour uptake (Turkulin et al. 2006)

2004; Turkulin i dr., 2006). Na tržištu nekih europskih zemalja već se nalaze sredstva koja služe kao temeljni hidrofobni impregnacijski slojevi ili kao UV zaštita.

Sol-gel procesima moguće je pri niskim temperaturama stvoriti sasvim nove anorganske ili anorgansko-organske (nanokompozitne) materijale različitih svojstava i struktura. Organsko-anorganske hibridne prevlake pod nazivom ORMOCER[®] (organically modified ceramics) i NANOMER[®] već se nalaze se na tržištu (50,51). Ti materijali mogu poboljšati površinska svojstva mnogih podloga, uključujući i drvo. Osim povećane mehaničke i kemijske otpornosti podloge, na površini se mogu postići različite kombinacije svojstava, npr. otpornost na abraziju i grebanje, korozivna postojanost i kemijska stabilnost, antirefleksna svojstva, hidrofилne ili hidrofobne funkcije, antibakterijska svojstva, antistatičko djelovanje itd. (Filetin, 2005). Koncept zaštite drvenih prozora Instituta za nove materijale (INM- Leibniz Institute for New Materials) sastoji se od impregnacije drva s Nanomerom, čime se ojačava drvena matrica i dimenzijska stabilnost, zatim od nanošenja fleksibilnoga temeljnog premaza, otpornoga na abraziju koji sadržava Nanomer i kompenzira površinska naprezanja prouzročena utezanjem i bubrenjem drva, nakon čega slijedi nanos završnog sloja s Nanomerom koji ima veliku otpornost na abraziju i ogrebotine. Završni premaz može biti različitog stupnja sjaja i

različite površinske energije te imati antistatička i protuklizna svojstva (Schmidt i Becker-Willinger, 2004).

Nova veziva za boje i lakove na bazi vodenih nanokompozitnih disperzija (disperzija nanostrukturiranih silika-akrilat čestica) koje imaju visoku otpornost na blokiranje, uz visoku elastičnost, dobru otpornost prema prljanju i gorenju te visoku propusnost za vodenu paru, osobito su zanimljiva kao premazi za drvo (Leuninger i dr., 2004).

Razvijeni su i tzv. dendritski polimeri, hiperrazgranati poliuretani koji mogu tvoriti vrlo tvrde, ali istodobno elastične poliuretanske prevlake (Rössler, 2005; Bruchmann, 2002).

Iako je nanotehnologija tek na početku razvoja, ti primjeri pokazuju da su nanolakovi naša realnost i da će nanotehnologija imati važnu ulogu u razvoju tih materijala.

6. KOMPOZITI DRVA I PLASTIKE 6 WOOD-PLASTIC-COMPOSITS, WPC

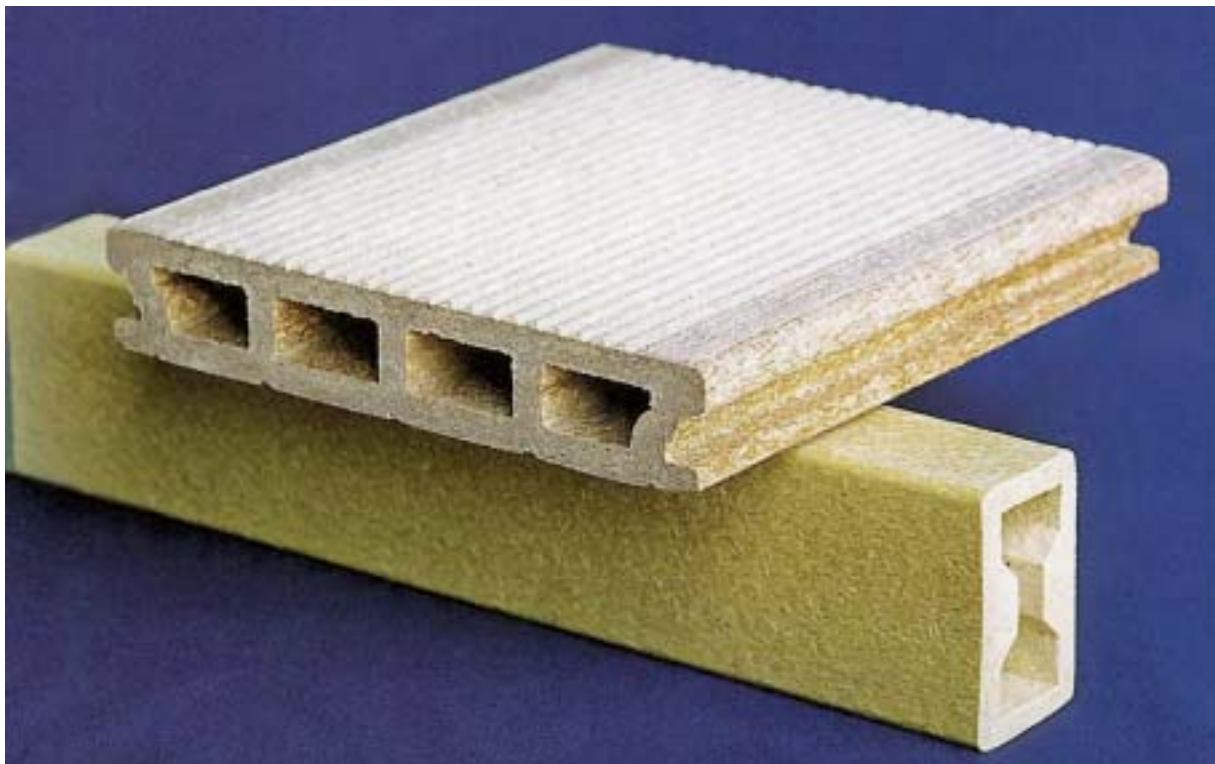
Iako se u SAD-u posljednjih godina bilježi stalan rast upotrebe kompozita drva i plastike (engl. Wood-Plastic-Composits, WPC), u Europi ti proizvodi još uvijek nemaju bitnije značenje, iako udio drva u tim proizvodima, ovisno o recepturi, može iznositi do 70 %. Najčešće se WPC materijal u SAD-u rabi za vanjske

podove (engl. decking), ali mnoge istraživačke organizacije i instituti provode istraživanja tih proizvoda da bi postigli što dulju trajnost tih materijala i cijenom ih učinili konkurentnima i za upotrebu na pročeljima, ogradama te krovštima (Winandy i dr., 2004). Najveći je izazov pravim omjerom polimera, vlakana i aditiva stvoriti drvno-plastični građevni materijal koji će biti otporan prema Sunčevoj svjetlosti, zadržavati boju i oblik te dobro odbijati vlagu. Problem miješanja drva s polimerom, npr. s polipropilenom, jest neusklađenost između polarnog drva i nepolarnoga ugljikovodičnog polimera. Razi i dr. (1997) pokazali su da se kompozit razljepljuje na sljubnici drva i polimera, pri čemu dolazi do kredanja, koje je intenzivnije pri djelovanju vlage i UV svjetlosti u vanjskim uvjetima, a vjerojatno je i pojačano dodatnim zaostalim naprezanjima nakon stiskanja profila u ekstruderu. Dodatkom tvari za povećanje prionljivosti dobivaju se kompoziti veće tvrdoće, krutosti i postojanosti, a kalemljenjem UV stabilizatora na drvno brašno može se bitno produljiti vrijeme do obnavljanja u vanjskoj primjeni (Kiguchi i Kataoka, 2004). U SAD-u se WPC materijali većinom proizvode od otpadnih materijala. Otprilike polovica svih industrijskih materijala u SAD-u je na bazi drva (Falk 1997). Drvno se brašno kao najčešće punilo u WPC materijalima dobiva od drvne blanjevine, iverja i piljevine, koji su ostatak pri preradi drva, ali i recikliranjem drvnih paleta, starih novina te građevnoga drvnog otpada. Mnogi komercijalni WPC proizvodi u SAD-u izrađeni su od recikliranih drvnih vlakana, recikliranih polimera ili obojega. Drvno-plastična industrija u SAD-u potrošila je 2001 g. 204 milijuna kilograma plastike od čega je 95 % bilo reciklirano (Principia, 2002). Young-

quist i dr. (1994) istraživali su utječe li na svojstva drvno-plastičnih materijala činjenica je li sirovina od čistoga ili recikliranog materijala. Nisu ustanovljene nikakve razlike ni u mehaničkim svojstvima ni u fizikalnim svojstvima testiranih ploča pri usporedbi čistoga i recikliranog polietilen tereftalata ili čistih i recikliranih drvnih vlakana. Ustanovili su da vlakna dobivena od starih novina kao ojačivača imaju prednosti pred drvnim brašnom, koje je najčešće punilo u komercijalnim kompozitima. Osim toga, WPC sustavi od recikliranoga novinskog papira mogu se i sami kasnije više puta reciklirati, uz mali ili nikakav gubitak mehaničkih svojstava.

WPC je u Europi još uvijek preskup materijal jer Europa nema tako veliko tržište poput tržišta drvenih obloga u SAD-u (Markarian, 2005). Potrošači još uvijek ne znaju dovoljno o tim proizvodima, a ne postoje ni norme.

Kompoziti drva i plastike dobivaju se u dvostupanjskom proizvodnom procesu. Najprije se drvna vlakanca, iverje ili drvno brašno u masenom udjelu od 45 do 70 % miješa s polimerom (25 do 49 %), koji po pravilu ima temperaturu taljenja nižu od 200 °C, npr. polietilen, polipropilen, polivinilklorid. Aditivi se dodaju u masenom udjelu od 2 do 3 %, i to su prije svega sredstva za prijanjanje (anhidrid maleinske kiseline, organosilani, izocijanati), bojila, stabilizatori, fungicidi i sredstva za podmazivanje. Od te se mješavine proizvode granulati, koji nakon toga u proizvodnom procesu ekstrudiraju u profile (sl. 7). Profili koji se primjenjuju za pročelja mogu biti ravno prešani ili u obliku lamela. Na temelju iskustava iz SAD-a, kompoziti drva i plastike kao materijali za pročelja imaju prednosti kao što je



Slika 7. Različiti profili drvno-plastičnih kompozita (Steurer, 2006)

Figure 7 Examples of extruded wood-plastic composite (WPC) profiles (Steurer, 2006)

moгуćnost korištenja drvnih ostataka, visoka otpornost prema vlazi i promjenama dimenzija, mogućnost bojenja po cijelom presjeku, niski troškovi održavanja. Nedostaci su im moguće smanjenje toplinske otpornosti, moguće smanjenje biološke otpornosti (ovisno o udjelu drva i recepturi) te smanjena otpornost prema ultraljubičastoj svjetlosti. Stalnim usavršavanjem tih materijala može se očekivati i početak njihove primjene za pročelja u Europi, posebno za industrijske građevine i građevine s više katova, te za zvukobrane ograde na autocestama.

6. ZAKLJUČAK 6 CONCLUSION

Postupci poboljšanja trajnosti drva u vanjskim konstrukcijama temelje se na sprečavanju štetnog utjecaja vode i ultraljubičastog zračenja na drvo bilo promjenom komponenata drva (modifikacijom drva) ili uvođenjem novih materijala za površinsku obradu i zaštitu koji sadržavaju čestice nanoveličina, tzv. nanolakova i impregnacija. Acetilacija i toplinska modifikacija drva već se komercijalno primjenjuju, dok su ostali postupci modifikacije drva još u fazi istraživanja. Nanomaterijali za površinsku obradu i zaštitu drva još su uvijek u fazi laboratorijskih istraživanja i tek se trebaju dokazati u praksi. U Japanu i SAD-u posebno se za drvo na pročeljima primjenjuje tehnologija kombiniranja termoplastičnih sintetičkih materijala s drvnim vlaknima ili drvnim iverjem, dok je u Europi primjena kompozita drva i plastike ograničena isključivo na automobilsku industriju.

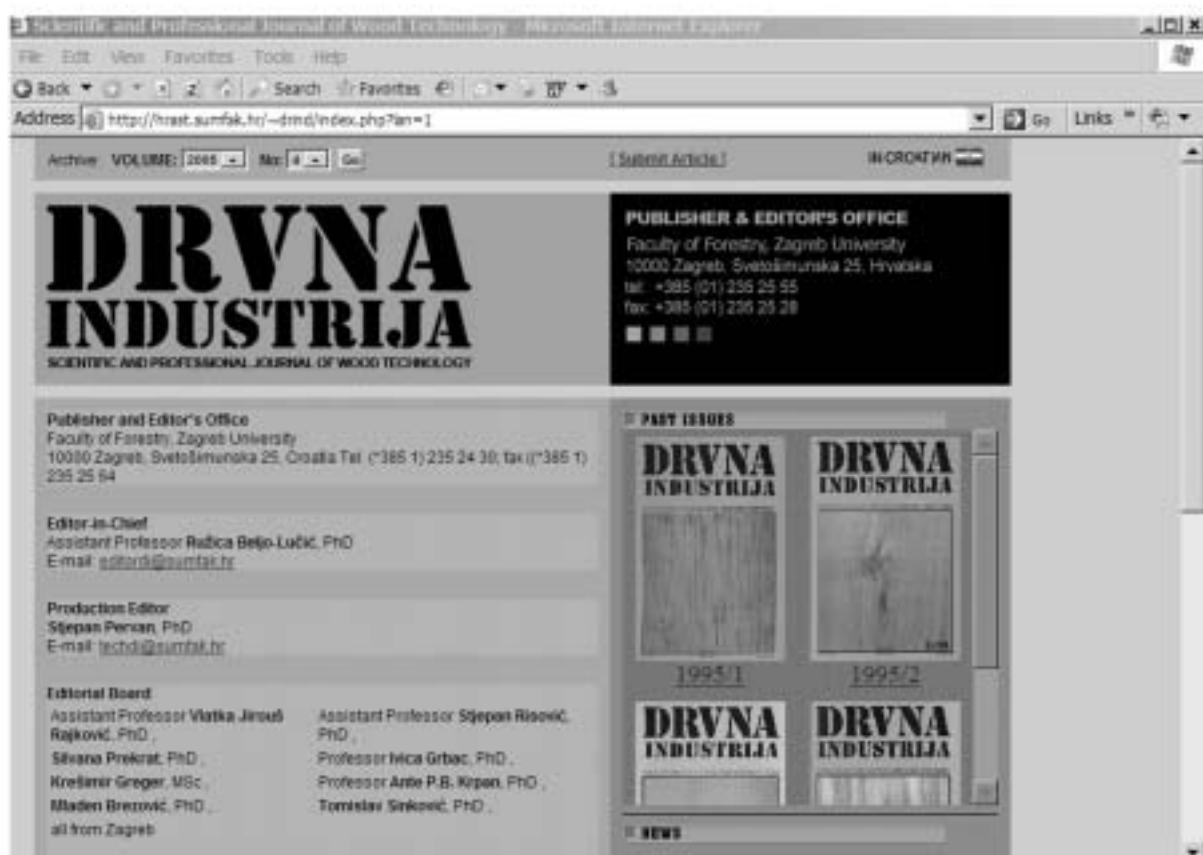
7. LITERATURA 7 REFERENCES

1. Ayadi, N.; Lejeune, F.; Charrier, B.; Merlin, A., 2003: Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. *Holz als Roh- und Werkstoff* 61:221-226.
2. Bruchmann, B., 2002: Baummoleküle im Nanomaßstab 2002: Dendrimere für neue Drucksysteme und Autolacke. Nanotechnologie in der Chemie-Experience meets Vision. 28-29., Mannheim.
3. Evans, P.D.; Wallis, A.F.A.; Owen, N.L., 2000: Weathering of chemically modified wood surfaces. Natural weathering of Scots pine acetylated to different weight gains. *Wood Sci Tech.* 34: 151-165.
4. Falk, R.H., 1997: Wood recycling: Opportunities for the woodwaste resource. *Forest Products Journal* 47(6):17-21.
5. Filetin, T., 2005: Primjena nanomaterijala u tehnici. Suvremeni materijali i postupci, Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, Zagreb, 2005, str. 226.
6. Frigge, E. 2000: Doppelt geschützt hält besser. *Farbe&Lack* 106(7):78-80.
7. Hasan, M.; Despot, R., 2003: Termički modificirano drvo – materijal današnjice. *Les* 55(10):342-345.
8. Homan, W.; Tjeerdsma, B.; Beckers, E.; Jorissen, A., 2000: Structural and other properties of modified wood. *Proceedings: World Conference on Timber Engineering*, July 31 – August 3. 2000, Whistler Resort, British Columbia, Canada.
9. Homan, W.J.; Jorissen, A.J.M., 2004: Wood modification developments. *HERON* 49(4):361-386.
10. Hon, D.N.S., 1995: Stabilization of wood color: is acetylation blocking effective? *Wood Fiber Sci* 27(4): 360-367.
11. Jämsä, S.; Viitaniemi, P., 2001: Heat treatment of wood – Better durability without chemicals. Cost E22 – Environmental optimization of wood protection. Meeting proceedings: Review of heat treatments of wood. Antibes, France.
12. Jämsä, S.; Viitaniemi, P., 2004: Coatings for thermowood. 4th International Woodcoatings Congress. Developments for a Sustainable Future. The Hague, 25-27 October 2002. PRA, Teddington, Middlesex, TW11 8 LD, UK.
13. Jämsä, S., 2006: Influence of wood material and surface treatment on water absorption and cracking. In: *Proceedings, Fifth international woodcoatings congress “Enhancing service life”* Prague, October 17-18 2006. Paint Research Ass. Teddington, UK. Paper 3: 1-7. www.pra-world.com.
14. Kamdem, D.P.; Pizzi, A.; Jermannaud, A., 2002: Durability of heat-treated wood. *Holz Roh- Werkstoff* 60 (1): 1 – 6 .
15. Katović, D.; Trajković, J.; Bischof Vukšić, S.; Šefc, B., 2004: Alternativna sredstva i postupci kemijske modifikacije drva. *Drvna ind.* 55(4):175-180.
16. Kiguchi, M.; Kataoka, Y., 2004: Weathering performance of woodfibre-plastic composites. In: *Proceedings, Fourth international woodcoatings congress “Developments for a sustainable future”* Hague, October 25-27 2004. Paint Research Ass. Teddington, UK. Paper 3: 1-7. www.pra-world.com
17. Kollman, F.P.; Cote, W.A., 1968: Principles of wood science and technology. Vol.1: Solid wood, 135-139. New York: Springer.
18. Kollmann, F.P.; Kuenzi, E.W.; Stamm, A.J., 1975: Principles of Wood Science and Technology-Wood Based Materials. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.
19. Larsson Brelid, P.; Simonson, R.; Risman, P.O., 1999: Acetylation of solid wood using microwave heating. Part 1: *Holz als Roh-und Werkstoff* 57: 259-263.
20. Larsson Brelid, P.; Simonson, R., 1999: Acetylation of solid wood using microwave heating. Part 2. *Holz als Roh und Werkstoff* 57: 383-389.
21. Larsson Brelid, P.; Simonson, R.; Bergman, Ö.; Nilsson, T., 2000: Resistance of acetylated wood to biological degradation. *Holz als Roh-und Werkstoff* 58:331-337.
22. Leuninger, J.; Tiarks, F.; Wiese, H.; Schuler, B., 2004: Wässrige Nanokomposite. *Farbe&Lack* 110(10):30-38.
23. Maggiore, G., 2004: Nanotechnik in der Vorbehandlung. *Besse lackieren* 20:8.
24. Mahlberg, R.; Paajanen, L.; Nurmi, A.; Kivistö, A.; Koskela, K.; Rowell, R.M., 2001: Effect of chemical modification of wood on the mechanical and adhesion properties of wood fiber/polypropylene fiber and polypropylene (veneer composites). *Holz Roh Werkstoff* 59. 319-326.
25. Mai, C.; Militz, H., 2003: Einsatz von Siliziumverbindungen zur Holzvergütung. *Proceedings 23. Holzschutz-Tagung*, Augsburg, 26/27. 3. 2003.
26. Markarian, J., 2005: Wood-plastic composites: current trends in materials and processing. *Plastics Additives&Compounding* 7(5): 20-26.
27. Militz, H.; Tjeerdsma, B. 2001: Heat treatment of wood by the PLATO-process. Cost E22 – Environmental optimization of wood protection. Meeting proceedings: Review of heat treatments of wood. Antibes, France.

28. Parzl, A., 2004: Mittels Nanotechnologie funktionelle Oberflächen erzeugen. *Besser lackieren* 11:11.
29. Patzelt, M.; Stingl, R.; Teisinger, A., 2002: Thermische Modifikation von Holz und deren Einfluß auf ausgewählte Holzeigenschaften. In: *Modified Wood*. IHF & VHÖ. BOKU Wien.
30. Pétrissans, M.; Gérardin, P.; El Bakali, I.; Serraj, M., 2003: Wettability of heat-treated wood. *Holzforschung* 57(3): 301 – 307.
31. Principia Partners, 2002: Natural & Wood Fiber Composites:Principia Newsletter. September 30, 1(9).
32. Rapp, A.; Sailer, M., 2001: Oil-heat-treatment of wood – process and properties. *Drvna ind*, 52(2):63-70.
33. Razi, P.S.; Raman, A.; Portier, R., 1997: Studies on mechanical properties of wood-polymer composites. *J. Compos. Mater.* 31 (23): 2391-2401.
34. Rep, G.; Pohleven, F. 2001: Wood modification- a promising method for wood preservation. *International Conference: Wood in construction industry:Tradition and future*. Zagreb, Croatia, 25 April 2001: 27-38.
35. Richter, K., 2004: Neue Entwicklungen: Materialien und Beschichtungen. SAH-Kurs 2004.
36. Richter, K., 2005: Neue Materialien und Beschichtungen für den Oberflächenschutz. *Schweizer Holzbau* 7:12-17.
37. Rössler, A., 2005: Nanotechnologische Applicationen in der Farben-und Lackindustrie. *Bachofner Consulting/SVC, CH-5502 Hunzenschwil*.
38. Sailer, M.; Rapp, A.O., 2000: Upgrading of wood by application of an oil-heat treatment. *Holz als Roh-und Werkstoff* 58 (1-2):15-22.
39. Schmidt, H.; Becker-Willinger, C., 2004: Nanotechnologie in der Oberflächen-Behandlung von Holzfenstern. *Fenster und Türen Treff.*, Alpbach, 18 i 19.3. 2004. www.holzforchung.at/sem_deu/Nanotechnologie.pdf
40. Steurer, A., 2006: Developments in timber engineering. *Birkhäuser-Publishers for Architecture*, Basel, Switzerland.
41. Sundquist, B., 2004: Colour changes and acid formation in wood during heating. *Doctoral thesis*. Divisions of Wood Material Science. Lulea University of technology, Skelleftea, Sweeden.
42. Tjeerdsma, B.; Boonstra, M.; Pizzi, A.; Tekely, P.; Militz, H., 1998: Two-steps heat-treated timber: molecular-level reasons for wood performance improvement. *Holz Roh-Werkstoff* 56 (3): 149-153.
43. Tomažič, M., 2006: Premazi za zunanjo uporabo na lesu, modificiranem z derivatom imidazola. *Doktorska disertacija*. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.
44. Turkulin, H.; Jirouš-Rajković, V.; Grbac, I., 1997: Površinska postojanost drvnih građevnih konstrukcija. *Šumarski list* 11-12:617-629.
45. Turkulin, H.; Arnold, M.; Strub, E.; Jirouš Rajković, V.; Mihulja, G., 2006: Hydrophobic treatment for improvement of wood surface durability. *Fifth International Woodcoatings Congress, Prague, October 17-18*.
46. Xie, Y.; Krause, A.; Mai, C.; Militz, H.; Richter, K., Urban, K., Evans, P.D., 2005: Weathering of wood modified with the N-methylol compound 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea. *Polym. Degrad. Stab. 89(2): 189-99*.
47. Xie, Y.; Mai, C.; Krause, A.; Militz, H.; Turkulin, H.; Richter, K., 2006: Changes in Tensile Strength of Wood during Modification with the N-methylol Compound 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea. *Holzforchung* 61: (u tisku).
48. Winandy, J.E.; Stark N.M.; Clemons, C.M., 2004: Considerations in recycling of wood-plastic composites. *5th Global Wood and Natural Fibre Composites Symposium*. April 27-28, 2004 in Kassel/Germany. www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl_2004_winandy001.pdf
49. Youngquist, J.A.; Myers, G.E.; Muehl, J.M; Krzysik, A.M.; Clemons, C.M., 1994: *Composites From Recycled Wood and Plastics*. USDA, Forest Laboratory Madison, WI. www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1994/young94a.pdf
50. *** www.inm-technology.de/kompetenzen/unternehmen/applikationen/nanomer_hartschichten/
51. *** www.isc.fhg.de/alteseiten/ormocere/index_o3.html

Corresponding address:

Prof. VLATKA JIROUŠ-RAJKOVIĆ, PhD
Department for furniture and wood products
Faculty of Forestry, Zagreb University
Svetošimunska 25
10000 Zagreb
Croatia
e-mail: jirous@sumfak.hr



Search wood technology science at

<http://drvnaindustrija.sumfak.hr/>

Exportdrvo na europskim sajmovima u 2007. godini

Cilj izlaganja Exportdrva na europskim sajmovima jest putem polufinalnih i finalnih drvnih proizvoda prezentirati tehnološke mogućnosti hrvatskih drvoprerađivača, uspostaviti mehanizam konkurentnosti domaćeg proizvoda na zahtjevnom tržištu EU i u snažnoj međunarodnoj konkurenciji pozicionirati hrvatski drveni proizvod kao prepoznatljivu robnu marku.

Polufinalne drvene proizvode izlagali smo tradicionalno na Domotexu u Hannoveru, drugi put na Baumesse u Münchenu te prvi put na Swissbau u Baselu. Finalne drvene proizvode izlagali smo na sajmu SALON DU MUEBLE DE PARIS, gdje izlažemo više od 40 godina.

Tijekom godine planiramo nastupiti na još nekoliko strukovnih sajmova. Na sajmu graditeljstva BATIMAT (Francuska) i sajmu repromaterijala MADERALIA (Španjolska) izložiti ćemo razne vrste podova i ploče, dok ćemo s dječjim namještajem nastupiti na sajmu KIND & JUGEND.

Sajam BAUMESSE, München, od 15. do 20. siječnja 2007.

Njemačko je tržište najveće u Europi, u posljednje vrijeme izrazito ciklično, ali ne treba zaboraviti - i gospodarski generator EU. Tržište te regije traži kvalitetnu robu uz ponudu iz cijelog svijeta, poglavito zemalja Europe i Trećeg svijeta - Kine i istoka Europe. Uložili su velika sredstva u *outsourcing*, kombinirajući *loon* poslove s izravnim uvozom.

BAUMESSE je jedan od najvećih sajmova graditeljstva i opremanja koji se seže u sva područja pripreme, izgradnje te završnih radova. Kontakti ostvareni na prethodnom Münchenskom BAU rezultirali su i ovogodišnjim nastupom Exportdrva. Dodatni je razlog vidljiva stagnacija prisutnosti na njemačkom tržištu, kao i u cijeloj regiji, posljednjih deset godina, pa stoga odluka o sudjelovanju na ovakvom sajmu dobiva dodatno značenje.

Sajam je bio dobro posjećen, no logistika pripreme pomalo je proširila drveni segment, koji je zbog toga bio nedovoljno homogen i pristupačan. Koristeći se iskustvima Baumessea 2005, prezentirali smo parkete različitih izvedbi (mozaik, klasični, gotovi), širinski lijepljene ploče za gazišta i K/C ploče za ploče stolova i furnire. Najveće zanimanje posjetitelja privukli su par-



keti svih vrsta, što se moglo i očekivati, manje zanimanje privukli su furniri, rezani ili piljeni, a zatim i lijepljene ploče. Komparativne su prednosti hrvatskih proizvoda prije svega kvaliteta sirovine, blizina tržišta i kvalitetna prerada. Hrvatska drvena industrija nakon poratne stagnacije doživljava uzlet, poglavito u polufinalnim, a zatim, sve više, i u finalnim proizvodima. Ulaškom u EU komparativne prednosti našeg prostora, uz našu tradiciju, doći će još više do izražaja. Objektivno, konkurencija svakim danom jača zbog navedenog *outsourcinga*, te lokalnih ulaganja u tehniku, a zatim i





zbog osjetnije prisutnosti Kine i dalekoistočnih proizvođača. Naša je prednost naša blizina i kvaliteta sirovine te dugogodišnja tradicija. Međutim, potrebno je svakako poraditi na kvaliteti obrade i rokovima, a posebno na *imageu* i *brandu* hrvatskoga drvnog proizvoda.

Sajam DOMOTEX, Hannover, od 13. do 17. siječnja 2007.

Sajam parketa DOMOTEX 2007. bio je nešto slabije posjećen nego godinu prije toga, što je razumljivo jer se istodobno u Münchenu održavao BAU, pa su izlagači, kao i posjetitelji, bili podijeljeni u odabiru sajma. Exportdrvo već tradicionalno izlaže na Domotexu, što je posljednjih godina rezultiralo prepoznavanjem imena Exportdrvo i branda - drveni podovi *made in Croatia*.

Od izložaka možemo spomenuti mozaik parket 160 mm (različitih izvedbi: engleski vez, paralel, riblja kost), *multipleks* pod 14 mm i 18 mm od različitih vrsta drva i različitih načina obrade gornjeg sloja (četkano, lakirano, uljeno), klasični parket i gotov parket 2200 x 206 x 13,5mm.

I ove je godine lider na tržištu hrast, sadržan u svim vrstama proizvoda - od masiva do troslojnoga i dvoslojnog parketa privukao je najveće zanimanje kupaca. U usporedbi s proteklom godinama, zanimanje za seljački pod ove je godine bilo nešto manje, dok se mnogo upita odnosilo na mozaik parket i gotovi parket (Karlovac). Objašnjenje je u povećanju izvoznog poreza u Kini za 15%, što rezultira višom izvoznom cijenom kineskih gotovih podova. U skladu s novonastalom situacijom na tržištu, kupci koji su dosada bili usmjereni

na cjenovno niži razred kineske robe, sada ispituju europsko tržište radi usporedbe cijene, ali i kvalitete i kvantitete, u odnosu prema kineskim proizvodima i njihovim nedostacima (plaćanje unaprijed, nema konstante u kvaliteti itd.). Novonastala bi situacija mogla otvoriti mogućnosti većeg prodora hrvatskog parketa na tržište EU, ali povećanje cijene naših sirovina (hrasta), o kojemu se govori, nameće pitanje koliko ćemo se moći nositi s konkurencijom iz Azije jer ponovno ulazimo u cjenovni raskorak.

Iznenadujuće malo upita bilo je o toplinski obrađenom ("termo") jasenu i bukvi. Prema informacijama koje smo dobili od proizvođača, razlog tome je u početku loša tehnologija, u sklopu koje se drvo nije ispravno obrađivalo, što je rezultiralo velikim brojem reklamacija. Naime, početna je prodaja prije nekoliko godina dobro krenula, ali se nekoliko mjeseci nakon prodaje drvo počelo „koritati“. Produkt loše tehnologije rezultirao je padom povjerenja kupaca i potrebno je vrijeme revitalizacije. Međutim, svi se slažu da taj proizvod ima budućnost.

Sajam SWISSBAU, Basel, od 23. do 27. siječnja 2007.

Swissbau je sajam građevinarstva regionalnog karaktera i širokog spektra, s naglaskom na opremi objekata (kuća i javnih objekata), koji se održava svake druge godine. Odlično organiziran, privukao je velik broj izlagača i posjetitelja iz šire regije, a najviše iz Francuske, Italije i Njemačke. Većina velikih švicar-



skih proizvođača i trgovaca podova bila je na sajmu u ulozi izlagača.

Exportdrvo je nastupilo prvi put, a kao jedini izlagači iz RH nastojali smo putem izložaka prezentirati tehnološke mogućnosti hrvatskih drvoprerađivača. S obzirom na to da je akcent izložaka bio na podnim oblogama, a manje na pločama, bili smo pozicionirani u hali 2.0, inače specijaliziranoj za podove. Izložili smo mozaik parket 160 mm različite izvedbe (engleski vez, paralel, riblja kost), klasični parket, *multipleks* pod 14 mm i 18 mm od različitih vrsta drva i različitih načina obrade gornjeg sloja (četkano, lakirano, uljeno), gotov dvoslojni parket 10/11 mm i gotov parket 2200 x 206 x 13,5 mm. Iz programa ploča predstavili smo ploče od domicilnih vrsta drva u različitim varijantama spajanja i različitim klasama, s naglaskom na širinski lijepljene ploče za gazišta i K/C ploče, koje se primjenjuju za ploče stolova.

U programu podova najveće je zanimanje iskazano za gotovi i lamel parket različitih vrsta, a iz programa ploča - za ploče od hrastovine. Kontakata je bilo mnogo a upiti su u fazi obrade. Za mjesec-dva očekujemo povratne informacije, pa ćemo moći ocijeniti koliko je naš prvi nastup na sajmu bio uspješan.

Sajam SALON DU MUEBLE DE PARIS, Pariz, od 20. do 25. siječnja 2007.

SALON DU MUEBLE DE PARIS sajam je na kojemu Exportdrvo tradicionalno izlaže već niz godina, a kao i prethodnih, i ove je godine bilo malo izlagača i posjetitelja. Međutim, francusko je tržište veliko, s mnogo mogućnosti, pa sajam ocjenjujemo značajnim jer to je prilika za upoznavanje sa situacijom na tržištu koje definira buduće smjernice razvoja proizvoda i tehnologije.

Na izložbenom prostoru Exportdrva bili su zastupljeni proizvođači namještaja finalnoga i polufinalnog sektora razvijenijih tehnologija i suvremenijih metoda obrade drva. Presjek proizvoda i usluga drvne industrije Hrvatske prezentiran je elementarnim, a ipak različitim izloščima: od korpusnog namještaja, stolova, stolaca, ojastučenog namještaja te poluproizvoda s tendencijom kooperacije (INPO grupa - garnitura za blagovanje s komodom - hrast, rustika; Javor Križevci - garnitura za blagovanje s komodom - hrast, suvremenijih linija; Guberac Sisak - garnitura za blagovanje s komodom - jelovina, patinirana bijelo, provansalski stil, replika; DI Vrbovsko - ambijentalni namještaj namijenjen opremi objekata; Oriolik - ležaj klik-klak s tabureom i stolićem, grupa stolaca različitih proizvođača).

Tradicionalni i rustikalni stil izveden od hrastovine, hrvatski je namještaj kojemu na francuskom tržištu pripisuju srednju kategoriju i čvrsto je pozicioniran bez



obzira na jaku konkurenciju iz Poljske, Rumunjske i Kine. Ocjenjujući naš položaj na tom tržištu, možemo reći da je stabilan, a eventualno proširenje poslova u mnogočemu je ograničeno, ponajviše našim tehnološkim mogućnostima. Naime, sve su češći zahtjevi za višim fazama obrade, za što je u nas osposobljen vrlo mali broj proizvođača. Postavlja se pitanje: Što sutra za nas znači prerada drva, kako toj grani pomoći da se razvija i prati razvojne trendove? U suprotnome je neizbježan sve veći raskorak između zahtjeva tržišta i naših mogućnosti.

Exportdrvo na području Francuske aktivno surađuje s osamdesetak kupaca, a ta suradnja ima i tendenciju rasta. Većinski udio pripada grosistima koji se koriste našim elementima u izradi i površinski finiširaju proizvod. Osim korpusnog namještaja, stolova i stolaca, važno mjesto imaju kuhinjske fronte i vrata izrađena od masivne hrastovine. Strategija vanjskotrgovinskih aktivnosti Exportdrva na francuskom je području usmjerena na jačanje i širenje trgovačke mreže i daljnji rast prodaje namještaja, s većim udjelom finalne obrade.

U sklopu izložbenog prostora Exportdrva ove je godine izlagala i Hrvatska gospodarska komora, koja je promotivnim materijalima prezentirala gospodarsku i turističku branšu Hrvatske.

Visok deficit vanjske trgovine u Hrvatskoj nastao je općim zanemarivanjem jednoga od vodećih resursa hrvatskoga gospodarstva - drvne industrije. Jačanje izvozne orijentacije trebalo bi se temeljiti na egzaktnoj viziji vanjskotrgovinskih aktivnosti, kvalitetnim ciljanim investicijama, ulaganju u suvremene tehnologije, razvoju hrvatskog dizajna i stručnoj edukaciji. Europsko je gospodarstvo pod utjecajem globalizacije postalo otvoreno, fleksibilno i integrirano. Tehnološki napredak, stručno osposobljavanje te slobodno kretanje rada i kapitala postali su generator njegovog rasta. Isti su čimbenici važni i za Hrvatsku radi jačanja nacionalne konkurentnosti, u kojoj svakako sudjeluje i drvni proizvod, koji treba i prepoznati kao strateški važan.

Jadranka Vovk Jakovac

Imm cologne 2007 - rast se nastavlja

Sajam namještaja u Kölnu, *imm cologne* uspješno je označio početak 2007. godine. Ranije od ostalih sajmovi namještaja, *imm cologne* je prvi predstavio nove trendove namještaja u 2007. godini. Slogan tog sajma je bio da je namještaj opet "in".

Činjenicu da se na sajmu *imm cologne* predstavlja globalno tržište namještaja potvrdio je i velik broj proizvođača koji su sudjelovali na tom sajmu. Tijekom sedam dana te manifestacije na sajmu se predstavilo 1 300 izlagača iz 57 zemalja sa svojim proizvodima vrhunske kvalitete i dizajna. Udio stranih izlagača na



sajmu iznosio je 66 %, što je još jedan dokaz da sajam namještaja u Kölnu predstavlja trendove cjelokupnoga svjetskog tržišta namještaja. Sajam je razgledalo 115 000 posjetitelja koji su se mogli informirati o novim trendovima i proizvodima iz tog sektora. Ove je godine zbog loših vremenskih prilika u vrijeme održavanja sajma bilo manje posjetitelja iz Njemačke, ali je došlo više kupaca iz Sjeverne Amerike, Rusije i Bliskog istoka. *Imm cologne* je predstavio nove poglede u arhitekturi, dizajnu te, općenito, o pojmu interijera.

Renomirani arhitekti i dizajneri Zaha Hadid i Naoto Fukasawa predstavili su svoje ideje u dvije "idealne" kuće opremljene namještajem, što je privuklo pozornost većini posjetitelja.



Općenito, prioritet u 2007. godini jednostavan je i jasan dizajn. Stolci i sofe okruglih i laganih formi namijenjeni za ugodan odmor opet su popularne. Visokokvalitetna koža dokazala je i potvrdila svoje mjesto u proizvodnji namještaja, a trenutačno je u trendu ljubičasta boja tapeciranog namještaja. Također su popularne i zidne pregrade u kombinaciji s novim tehnologijama otvaranja pritiskom na gumb. Može se reći da je došlo do odstupanja u kupovini proizvoda niže cijene, a glavni prioritet pri izboru proizvoda jest njegova kvaliteta.

U 2008. godini na tom će sajmu u središtu pozornosti biti kuhinjski namještaj za koji dizajn i arhitektura prostora imaju veliku ulogu, te će se prikazati značenje kuhinje u čovjekovu životnom prostoru. Također dolaze pozitivni signali i za sektor proizvodnje stolova i stolaca te ostalog namještaja u dnevnim sobama.

Sljedeći sajam namještaja *imm cologne* biti će održan od 14. do 20. siječnja 2008, a prije njega će se održati sajam namještaja i prateće industrije od 9. do 12. svibnja 2007. na interzumu u Kölnu.

Zoran Lovrić

Kako ubrzati inovacije u industrijama baziranim na sektoru šumarstva?

Lahti, Finska

22 - 23. studenog 2006.



Međunarodna konferencija *Kako ubrzati inovacije u industrijama baziranim na sektoru šumarstva putem tehnološke platforme tog sektora* (u daljnjem tekstu: FTP¹ konferencija) održana u finskom gradu Lahtiju od 22. do 23. studenog 2006. godine izazvala je veliko zanimanje ne samo znanstvenih i institucionalnih, već i gospodarskih krugova europskih zemalja. Više od 430 sudionika raspravljalo je o glavnoj temi FTP konferencije: *Poticanje inovativnosti, istraživanja i poduzetništva*, a radne skupine unutar nje, formirane prema istraživačkim područjima, izrađivale su smjernice za prijavu prijedloga projekata na Sedmi okvirni program za istraživanje i tehnološki razvoj (FP7²).

Stručnim izlaganjima i prezentacijama prijedloga projekata, vještina i tehnologija nastojalo se potaknuti osnivanje projektnih konzorcija te razviti partnerstvo između malih i srednjih sektorskih poduzeća (MSP) i institucija za istraživanje i razvoj.

Glavni ciljevi tog događaja bili su poticanje inovacija i promidžba strateškog istraživanja; upoznavanje industrije s načinima financiranja inovativnih projekata i pružanja pomoći tijekom prijave na pozive za prikupljanje prijedloga projekata FP7, kao i povećanje broja su-



dionika MSP-a u istraživanju i razvoju te financijskim programima Europske unije (EU).

BACKGROUND KONFERENCIJE

Temeljni cilj revidirane Lisabonske strategije³ jest osigurati brži rast i veće zapošljavanje, što u brojčanim pokazateljima označava rast bruto domaćeg proizvoda (BDP-a) od 3 % te otvaranje šest milijuna novih radnih mjesta do 2010. godine. Postavljena su i nova prioriteta područja razvoja, koja stavljaju naglasak na znanje i inovacije, na stvaranje poticajne klime za investiranje i na održivi razvoj, uz očuvanje okoliša. „Trokut znanja“ (istraživanje, obrazovanje i inovacija) glavni je čimbenik u europskim naporima za ostvarenje lisabonskih ciljeva.

Europski sektor šumarstva i industrije bazirane na njemu usko su povezani surađuju glede ispunjavanja postavljenih lisabonskih ciljeva te na taj način pridonose smanjenju zaostajanja Europe za SAD-om i gospodarstvima Azije, u kojima je gospodarski rast znatno brži nego u EU. Šumarski sektor odredio je vlastiti prioritet unutar Lisabonske strategije: izgraditi industrije koje su okrenute inovacijama, fokusirane na potrošača i zasnovane na znanju, što će pridonijeti razvoju dinamičnijega i konkurentnijega europskoga gospodarstva. Iskorak u tom smjeru jest uspostava FTP-a i pripadajućeg programa *Vizija 2030*, kojima se želi postići održivi razvoj šumarskog sektora putem pratećih industrija okrenutih inovacijskoj politici. Sve glavne europske interesne skupine (Europska komisija, EK; industrije; vlasnici šuma; istraživači i javni sektor) prvi su put ujedinili snage kako bi stvorili viziju budućnosti sektora i uz jasan strateški cilj prišle novom zadatku - definiranju strateškoga istraživačkog programa, STP-a. Održivost, razvoj proizvoda, dostupnost resursa, korištenje šuma na više načina, biološka raznolikost, proizvodnja bioloških energenata i učinkovita potrošnja energije - sve su to nastojanja STP-a, koji je nesumnjivo ambiciozan pothvat. Ta inicijativa postavlja istraživanje i razvoj, inovacije i poduzetništvo na sam vrh

¹ FTP (engl. European Forest-Based Sector Technology Platform) - Europska tehnološka platforma šumarskog sektora.

² FP7 (engl. The European Union's Seventh Framework Program for Research and Technological Development - Europski sedmi okvirni program za istraživanje i tehnološki razvoj).

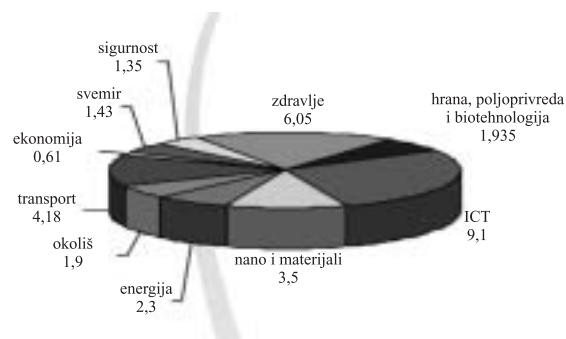
³ Godine 2003. postalo je jasno da su ciljevi Lisabonske strategije neostvarivi do zacrtanog razdoblja, tj. do 2010. godine, pa je strategija 2005. godine revidirana.

prioriteta sektora te stvara okruženje lakšeg pristupa potrebnim financijskim sredstvima za ostvarivanje postavljenih ciljeva. Ukratko, STP služi kao instrument za postizanje strateških ciljeva dokumenta *Vizija 2030*; ona koordinira i u fokus stavlja istraživačke aktivnosti te stimulira financiranje istraživanja u svim interesnim skupinama, bile one javne ili privatne.

U financiranje provedbe/primjene STP-a nastoje se uključiti i mehanizmi financijskih programa EU, a trenutačno je aktualan FP7. Program kojim se financiraju projekti s područja znanosti i istraživanja; koji pokriva gotovo sve znanstvene discipline obuhvatio je i tematske prioritete bitne za sektor šumarstva i industrije bazirane na njemu, a sve zahvaljujući uspostavljenom FTP-u, koji je bio jedan od izvora definiranja prioriteta programa. Tematski prioritete značajni za sektor jesu sljedeći (sl.1): 1. nanoznanosti, nanotehnologije, materijali i nove proizvodne tehnologije; 2. energija i 3. okoliš (uključujući klimatske promjene).

Prioritet 1. nastojati će generiranjem prodornog znanja za nove aplikacije na raskrižju različitih tehnologija i disciplina transformirati europsku industriju od one koja se oslanja na resurse na onu koja se oslanja na znanje.

Uz prioritet 2. jasan je naglasak stavljen na istraživanje obnovljivih izvora energija i energija koje tijekom proizvodnje ispuštaju što manje količine CO₂. Prioritet 3. naglašava istraživanje vezano za predviđene klimatske promjene.



Slika 1. Proračun FP7
Figure 1 FP7 Budget

Općeniti zahtjev za sva područja FP7 jest partnerstvo i projektni konzorciji, dok su detaljni zahtjevi brojni i ovisni o pojedinom području programa, vrsti projekta koji se prijavljuje i drugim elementima. U šumarskom sektoru svjesni su toga da je nužno razviti otvorene i učinkovite komunikacijske kanale glede pitanja partnerstva dotičnih *stakeholdera* kako bi uspješno sudjelovali u FP7. Upravo je održavanje FTP konferencije bilo jedinstvena mogućnost za upoznavanje potencijalnih partnera i pronalaženje sinergija, uz stjecanje znanja o financijskim aspektima, prijavi prijedloga projekata i upravljanju njima.

INOVATIVNOST - PRVA TEMA FTP KONFERENCIJE

Finski ministar za regionalna i komunalna pitanja Hannes Manninen u pozdravnoj je riječi naglasio da

inovativnost ima važnu ulogu kada je riječ o sposobnosti Europe da reagira na izazove i mogućnosti koje nameće globalna ekonomija te da je podupiranje inovacija kao dijela Lisabonske strategije (gospodarstvo utemeljeno na znanju) važno za rast i zapošljavanje. Također je naglasio da Europa i njezine industrije, uključujući industrije bazirane na sektoru šumarstva i pripadajuće klastere, samo inovativnošću mogu postati globalni tehnološki i tržišni lideri. U tom kontekstu naveo je primjer Kine kao brzorastućeg tehnološkog lidera. Naime, Kina danas ima više od 700 multinacionalnih centara za istraživanja i razvoj, a ukupno 59 % kineskih studenata školuje se na području znanosti i tehničkog inženjerstva. Procjenjuje se da će do 2010. godine 90 % svih svjetskih znanstvenika i inženjera živjeti u Aziji. EU je posljednjih godina počeo intenzivno poticati istraživanje i razvoj, jer su indikativni podaci iz 2003. godine koji pokazuju da SAD u te svrhe izdvaja prosječno 2,59 %; Japan čak 3,15 %; a EU samo 1,9 % BDP-a. Znači, nužno je poticati istraživanje za potrebe europske industrije, poticati i podržavati konkurentnost europske industrije, podržavati znanstvene i industrijske izvrsnosti te jačati ulogu europske industrije kao svjetskog lidera.

Christian Patermann iz Opće uprave za istraživanje (jedna od pet uprava EK uključenih u upravljanje okvirnim programima) istaknuo je da upravo inicijative poput FTP-a imaju bitnu ulogu u ubrzanju inovativnosti i istraživanja.

C. Patermann naglasio je da je temelj za pripremu dobrih inovativnih projekata postavljen i da se na taj način može uvelike povećati i uloga MSP-a u europskom gospodarstvu jer ih Lisabonska strategija postavlja kao stup europske ekonomije, odnosno promatra ih kao vodeću snagu u inovativnosti i zapošljavanju, što će u konačnici dovesti do održivog razvoja. Inovacija je glavni činitelj u poticanju ekonomskog rasta. Poticanje inovacije postalo je iznimno važno vladama, industrijama i istraživačkim organizacijama. Istraživanja pokazuju da inovativne tvrtke pobuđuju veću zainteresiranost *stakeholdera* i privlače veće tržišne vrijednosti. Inicijativa STP-a stavlja inovaciju na sam vrh ciljeva šumarskog sektora, a polazišna je točka uvid u potrebe potrošača. Šumarski se sektor može poboljšati, a STP može služiti kao katalizator, kaže C. Patermann.

Postoji i jasan dokaz da interakcija između tržišnih sudionika i istraživačke zajednice dograđuje znanje i potiče inovacije. Provedba STP-a bit će važna za promicanje suradnje i interakcije putem zajedničkih projekata među sveučilištima, institutima, industrijom i drugim poslovnim sudionicima. Takvi projekti osiguravaju raspodjelu rizika, pozitivno utječu na resurse i osiguravaju širokom polju stručnog znanja i novim tehnologijama. Takva interakcija tijekom faze provedbe bit će nužna sastavnica za povećanje broja inovacija u sektoru. Provedba STP-a bit će usmjerena na omogućavanje brže komercijalizacije novih ideja, što će se postići ranijim uključivanjem industrije u proces inovacije i osiguravanjem njezine stalne uključenosti. Naravno, ne potječu sve inovacije iz istraživanja, već i iz raz-

voja, i u njih je nužno uložiti određena financijska sredstva prije nego što postanu proizvodi prihvaćeni na tržištu. STP mora pomoći u mobiliziranju rizičnog kapitala da bi se razvili i predstavili određeni koncepti. Sve spomenute aktivnosti unaprijedit će okruženje za inovacije unutar sektora.

Johan Elvnert, također iz Opće uprave za istraživanje EK, u svojem je izlaganju o istoj temi naglasio da je uspješna primjena STP-a usko vezana za inovativne ideje i hrabre poteze. U tome, istraživači i znanstvenici, zajedno s industrijom, vlasnicima šuma i javnim sektorom moraju nastupiti zajedno kako bi otvorili put koji vodi ostvarivanju *Vizije 2030*. J. Elvnert navodi da funkcionalni inovacijski sustav, akcijski plan za stratešku komunikaciju te aktivnosti na području obrazovanja i edukacije moraju podržavati težnje STP-a i pretočiti viziju budućnosti u stvarnost - kako bi svi mi profitirali. Na slikovit način – uz slogan *Priroda nam pokazuje put* (sl. 2) - pozvao je sve zainteresirane da dosljednim i usmjerenim pristupom, koji ovisi o zajedničkoj angažiranosti i pokretačkoj sili, osiguraju budućnost europskoga šumarskog sektora, a ekonomski će se učinci osjetiti na nacionalnoj i europskoj razini, kao i privatni sektor, ali profitirat će se i u smislu doprinosa društvu i okolišu.



Slika 2. „Priroda nam pokazuje put“
Figure 2 „Nature shows us the way“

ISTRAŽIVANJE - DRUGA TEMA FTP KONFERENCIJE

Europski šumarski sektor ima jaku konkurenciju u dijelovima svijeta u kojima šume rastu brže, gdje su troškovi proizvodnje niži i gdje se tržišta brže šire. Ipak, Europa se može pohvaliti vodećom pozicijom u mnogim tehnološkim aspektima sektora. Jedna od prijetnja su povećani troškovi proizvodnje energije, ali sektor je dobro pozicioniran te može iskoristiti svoje prilike na području obnovljivih izvora energije. Klimatske će promjene povećati rizik od ekstremnih događaja (primjerice, od suša, poplava i požara), ali će također potaknuti rast šuma u različitim dijelovima Europe. U takvom okruženju istraživanja su jedno od najvažnijih oruđa kojima sektor mora raspolagati kako bi postigao da se prilike razvijaju brže od prijetnji. Naveden je i razlog zašto je dokument FTP tako važna prekretnica u transformaciji industrija baziranih na sektoru šumarstva, prekretnica koja ističe znanje i inovaciju kao temelj za održivi razvoj sektora.

Kako bi se ostvarili vizija i strateški ciljevi FTP-a, identificiran je niz relevantnih polja za istraživanje, a prezentirao ih je Sture Blomgren iz švedskoga istraživačkog Vijeća za okoliš, poljoprivredne znanosti i prostorno planiranje. Pregled svih polja istraživanja naveden je u sljedećoj tablici (tabl.1).

Tablica 1. Strateški ciljevi i polja za istraživanje definirani u FTP-u

Table 1 The Strategic Objectives and Research Areas identified in FTP

POLJE ISTRAŽIVANJA	
STRATEŠKI CILJ	
1.	Razvoj inovativnih proizvoda praćenjem potreba tržišta i potrošača
1.1.	Nova generacija funkcionalne ambalaže
1.2.	Papir kao partner u komunikaciji, obrazovanju i učenju
1.3.	Poboljšanje kvalitete zdravstvene skrbi i higijene
1.4.	Živjeti s drvom
1.5.	Graditi drvom
1.6.	Komercijalizacija šumskih proizvoda
1.7.	Pokretanje Europe uz pomoć biološkoga goriva
1.8.	Proizvodnja celuloze, energije i kemikalija od drva
1.9.	„Zelene“ kemikalije
1.10.	Nova generacija kompozita
2.	Razvoj inteligentnih i efikasnih procesa proizvodnje, uključujući smanjenje potrošnje energije
2.1.	Vrijednosni lanac proizvoda baziran na drvnom vlaknu
2.2.	Bolje iskorištenje manjeg <i>inputa</i> u proizvodnji celuloze i papira
2.3.	Smanjenje potrošnje energije u proizvodnji celuloze i papira
2.4.	Nove tehnologije u primarnoj preradi drva
2.5.	Nove tehnologije u sekundarnoj preradi drva
2.6.	Nove tehnologije u proizvodnji bioenergije uz veći <i>output</i>
3.	Povećanje dostupnosti i iskorištavanja šumske biomase
3.1.	„Drveće budućnosti“
3.2.	Isporuka drvne sirovine prema potrebi
3.3.	Recikliranje papira
3.4.	Recikliranje proizvoda od drva – novi izvor materijala
4.	Multifunkcionalnost šumskih proizvoda i održivo upravljanje
4.1.	Šume za višestruku upotrebu
4.2.	Unapređenje znanja o šumskim ekosustavima
4.3.	Prilagođavanje šuma klimatskim promjenama
5.	Komunikacija i potpora društva
5.1.	Procjena cjelokupnog rada sektora
5.2.	Instrumenti za dobro upravljanje šumama
5.3.	Percepcija građana

Znanost je glavni pokretač cjelokupnoga gospodarskog razvoja industrija baziranih na sektoru šumarstva, a znanstvenoistraživački rad sastavni je dio procesa proizvodnje. Samo znatni napredak u primjeni vlastite tehnologije kao finalnog učinka znanstvenoi-

straživačkoga i istraživačkorazvojnog rada može održavati visoke stope rasta i osigurati prodor na tržište.

EDUKACIJA I TRENING - BUDUĆNOST EUROPE

Da bi *Vizija 2030* postala stvarnost, razvoj šumarskog sektora je nužno temeljiti na znanju, a upravo su obrazovanje, osposobljavanje i usavršavanje ključni elementi provedbe STP-a. Značenje navedenih elemenata za sektor šumarstva i industrije bazirane na njemu prezentirao je Peter Lokhorst, generalni direktor nizozemskog trening centra VAPA (engl. Training centre for the Dutch paper industry). P. Lokhorst naglašava potrebu veće zastupljenosti mladih ljudi u sektoru, a glavno pitanje jest: Kako mladim ljudima učiniti šumarski sektor privlačnim? Istraživanje provedeno 2002. godine na inicijativu EK upozorilo je na potrebu poboljšanja na tom području.

STP navodi ove načine poboljšanja/realizacije postavljenog pitanja:

- zanimljivo i dinamično sveučilišno i istraživačko okruženje;
- osposobljavanje mladih kadrova/stručnjaka, potpomognuto suradnjom industrije i privatnih vlasnika šuma;
- upoznavanje sa sektorom u dječjim vrtićima i školama te pomoć u stvaranju uvjeta za bolje obrazovanje u svim relevantnim predmetima;
- pomoć u poticanju mladih naraštaja da postanu više zainteresirani za poslove u industriji i da nastave svoje obrazovanje na polju matematike, tehnologije i prirodnih znanosti;
- podizanje svijesti javnosti o sektoru.

S obzirom na visoku cijenu pripreme i provedbe programa obrazovanja i osposobljavanja, P. Lokhorst je pozvao zainteresirane strane na zajedničko djelovanje na europskoj razini. Jedan od oblika takve suradnje jest stvaranje korisnih europskih mreža (engl. European Network), a aktivnosti na razini EU mogu biti osobito korisne na ovim područjima:

- u organiziranju programa mobilnosti za mlade istraživače;
- u razvijanju obrazovnih programa na svim razinama;
- u organiziranju ljetnih škola;
- u proširenju dostupnosti obrazovnih materijala stavljajući ih na Internet;
- u formiranju mišljenja o šumarskom sektoru u školama;
- u usavršavanju ljudi odgovornih za donošenje odluka u sektoru.

Radi postizanja strateških ciljeva sektora, moraju se uposliti daroviti istraživači s visokom razinom kompetencije, što znači razvijanje partnerstva između sektora i akademskih institucija kako bi se omogućilo stvaranje prikladnih obrazovnih programa na svim razinama.

VEĆE ŠUDJELOVANJE MSP-A U ISTRAŽIVANJU I RAZVOJU

Europska komisija je u sklopu nove financijske perspektive EU za razdoblje 2007-2013. putem Progra-

ma za poduzetništvo i inovacije (engl. Entrepreneurship and Innovation Programme), koji je prvi dio Programa za konkurentnost i inovacije (engl. Competitiveness and Innovation Framework Programme, CIP), počela promovirati poduzetništvo, inovacije i istraživanje. Program CIP prije svega je okrenut razvoju MSP-a i usklađen je s politikom zaštite okoliša. Naime, EU uvelike ovisi o uvozu energije; oko 50 % svojih potreba zadovoljava uvozom, a od toga 25 % uvozi iz Rusije. Prema današnjim projekcijama, ovisnost o uvozu energenata porast će na 70 % do 2020. pa se u segmentu europske energetske politike EK zalaže za energetske učinkovitost, sigurniju opskrbu, znatno povećanje iskorištavanja energije iz obnovljivih izvora i za razvoj novih tehnologija na području energije. U tom kontekstu CIP je podijeljen na tri osnovna dijela, na koja će se rasporediti ukupna financijska sredstva: Program za poduzetništvo i inovacije (engl. Entrepreneurship and Innovation Programme); Program potpore političke informacijske i komunikacijske tehnologije (engl. ICT Policy Support Programme) te na Program inteligentne energije u Europi (engl. Intelligent Energy Europe).

Pri izradi CIP-a i FP7 posebna je pozornost pridana MSP-u. Olakšano je njihovo sudjelovanje u Europskome istraživačkom prostoru, pojednostavnjena su pravila i procedure te se očekuje da MSP budu pokretač europske ekonomije kao odgovor na „brzomijenjajuće“ potrebe građana. EU će unutar nove financijske perspektive izdvojiti oko 15 % ukupnog proračuna FP7 za projekte malih i srednjih tvrtki. Pravila sudjelovanja, kao što je rečeno, bit će znatno olakšana: jasnija interpretacija zakonskih i financijskih uvjeta za sudjelovanje, garancijska rješenja prilagođena korisniku, fleksibilnija i jednostavnija procedura evaluacijskog procesa.

Poticanje istraživanja i inovativnosti u MSP-u bila je tema izlaganja mnogih sudionika FTP konferencije, pa stoga izdvajamo segment zanimljiv za tvrtke iz sektora šumarstva i industrija baziranih na njemu, odnosno prvi popis tema na poziv FP7.

1. Istraživanje u korist MSP-a / udruženja MSP-a

- Nema zadanih tema; rješavanje problema MSP-a u suradnji s istraživačkim institucijama

2. Prehrana, poljoprivreda, ribarstvo i biotehnologija

- Uzgoj novih vrsta drveća
- Razvoj novih metoda za vrednovanje i tržišni plasman trenutačno „neutrzehnih“ šumskih dobara i usluga
- Razvoj bioekonomije utemeljene na znanju
- Politika i institucionalni aspekti održive poljoprivrede, šumarstva i ruralnog razvoja u mediteranskim zemljama partnerima
- Poznavanje stanične stijenke biljaka za optimiziranje potencijala biomase
- Nove energetske biljke
- Novi proizvodi i proizvodni procesi

3. Nanotehnologija, nanotehnološki materijali i proizvodne tehnologije

- Obnovljivi materijali za funkcionalne primjene pri pakiranju

- Novi proizvodi i usluge koji obuhvaćaju proizvode s dodanom vrijednošću, usmjerene prema korisniku
- Napredne drvene sastojine i njihova proizvodnja
- Primjena novih materijala, uključujući biološka vlakna u tekstilnim proizvodima s visokom dodanom vrijednošću
- Energetski učinkoviti objekti
- Inovativni proizvodi/usluge s dodanom vrijednošću

4. Energija

- Nova kruta biogoriva za proizvodnju električne energije
- Prethodno tretiranje lignocelulozne biomase za proizvodnju etanola
- Nove i napredne tehnologije za hidrolizu i/ili fermentaciju lignocelulozne biomase
- Sintetička biogoriva dobivena uplinjavanjem
- Biorafinerija
- Razvoj koncepata biorafinerije

5. Okoliš

- Utjecaji klimatskih promjena na „osjetljive“ planske regije
- Utjecaj i povratno djelovanje „klimatske politike“ na iskorištavanje zemlje i ekosustava
- Doprinos i poboljšanje biološke raznolikosti u šumskom ekosustavu
- Korištenje prirodnih resursa: utjecaj na biološku raznolikost, ekosustav i usluge
- Objekti i infrastruktura koji zahtijevaju malu potrošnju resursa

INOVATIVNI PRISTUP HRVATSKOME ŠUMARSKOM SEKTORU

Imajući na umu činjenicu da je nacionalna politika održivog razvoja Republike Hrvatske jedinstveni dio cjelokupne globalne politike, potrebno ju je kontinuirano usklađivati s odgovarajućim međunarodnim aktivnostima i sudjelovati u njima, a znanja o tome stjecati visokom razinom međunarodne suradnje. Znanat doprinos radu FTP konferencije, kao i ugledu hrvatskoga šumarskog sektora, dali su prof. dr. sc. Ivica Grbac, pomoćnik ministra poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva te redoviti profesor na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i dr. sc. Miroslav Benko, ravnatelj Šumarskog instituta Jastrebarsko.



Aktivnim sudjelovanjem prof. dr.sc Ivica Grbca, hrvatskog predstavnika na FTP konferenciji, RH se prezentirala kao poželjan partner u europskim aktivnostima u sklopu razvoja održivoga europskoga gospodarstva. Usto, sudjelovanje istaknutog znanstvenika bilo je korisno kako za hrvatski doprinos europskom transferu znanja, tako i za utvrđivanja mogućnosti, odnosno perspektive budućeg sudjelovanja i osiguranja potrebnih preduvjeta za partnerstvo hrvatskoga šumarskog sektora u FP7.

Izlaganjem o temi *Inovativan pristup hrvatskom šumarskom sektoru* prof. dr.sc. Ivica Grbac prezentirao je strateško opredjeljenje sektora i njegove razvojne prioritete unutar Lisabonske agende, a radi uključivanja hrvatskih *stakeholdera* u FP7. O strateškom opredjeljenju sektora govori ovaj pasus:

[. .] *Na osnovi sektorskih prednosti/mogućnosti, primjerice vlastite kvalitetne sirovinske osnove, iskustva, znanja i tradicije izvozne usmjerenosti, pokazalo se da su glavna polja implementacije sektorske politike: (1) podizanje konkurentnosti osuvremenjivanjem tehnoloških kapaciteta; (2) promocija izvoza i razvoja kroz marketing, dizajn i brand; (3) neposredna pomoć tvrtkama, posebno malim i srednjim poduzećima u cilju razvoja izvoznih strategija i dosezanja vanjskih tržišta; (4) promoviranje istraživanja i razvoja, posebno razvoja tehnologija i njenog transfera; i (5) razvijanje klastera. Ujedno, temelji razvoja sektora su (1) ljudi i infrastruktura; (2) znanja, vještine i edukacija; (3) inovacije i fleksibilnost; (4) infrastrukturna i informacijska povezanost; te (5) zaštita okoline i zaštita prirode.*

Lisabonska strategija postavlja MSP kao vodeću snagu u ekonomskom razvoju, inovativnosti i zapošljavanju. U tom kontekstu, hrvatski šumarski sektor prihvatio je važnost MSP-a u širokom kontekstu, od obrazovanja i raspoloživosti do sposobnosti kooperacije s velikim poduzećima, što je vidljivo i iz sljedećih riječi prof. dr. sc. Ivica Grbca.

“[. .] *Globalizacija i brz ekonomski i tehnološki razvoj postavljaju zahtjev podrške MSP-u. Mogući zaokret i poticanje gospodarskog rasta u vlastitim okvirima, Vlada RH vidi kroz jačanje malog i srednjeg poduzetništva. MSP je temeljna platforma poduzetničkih vještina i inovacija; novih proizvoda i kreativnih rješenja za budućnost; izvor zapošljavanja. Općenito, ulazak u novu ekonomiju bit će uspješan jedino ako se MSP postavi na vrh razvojnog plana. Prepoznajući njihovu ulogu i značaj, VRH je osigurala financijsku potporu istima, a posebna pažnja je pridana mikropoduzećima u ruralnim područjima. Glavni ciljevi podrške jesu: (1) osuvremeniti tehnološke kapacitete, ubrzati tehnološku kooperaciju i razviti više efikasne istraživačke programe fokusirane na komercijalne aplikacije znanja i tehnologija; (2) edukacija i trening, znanje o poslovanju i poduzetništvu i stvoriti mrežu eksperata u cilju europskog vodstva; (3) veći izlaz na tržište; i ostalo.*

Globalizacija i približavanje EU za hrvatski šumarski sektor znači prekretnicu koja će donijeti nove prilike i nove izazove. Ta prekretnica zahtijeva konku-

rentnost, a prema riječima prof. dr. sc. Ivice Grbca, može se postići:

[. .] *Konkurentnost RH na putu u EU poboljšat će se sinergijskim učinkom postavljenih, europskim standardima prilagođenih zakonskih okvira ekonomskog razvoja i alata konkurentnosti koji su refleksija nastojanja ostvarivanja Lisabonskog plana za rast i konkurentnost cijelog europskog gospodarstva.*

U novom programskom razdoblju 2007 – 2013. ciljno područje FP7 čini i područje RH. Važno je za naglasiti da će se hrvatski stručnjaci, znanstvenici i gospodarstvenici moći odazvati pozivu za dostavu prije-

dloga projekata jer je potpisivanje Memoranduma za sudjelovanje između Vlade RH i EK u tijeku. Hrvatska ima status Associated Candidate Country – uz sudjelovanje/financiranje kao i za zemlje EU. Dakle, u projektno konzorcije FP7 mogu se uključiti i hrvatski partneri, ali moraju raspolagati relevantnim iskustvom na području istraživanja i implementiranja projekata. Hrvatske će tvrtke također imati pristup i CIP programu.

prof. dr. sc. Ivica Grbac
Renata Ojurović, dipl. ing.

Vijesti iz Weinig grupe

DIMTER predstavio najbržu liniju za poprečno krojenje u svijetu

Neposredno prije isporuke kupcima u razdoblju od 8. do 12. siječnja 2007. DIMTER je predstavio međunarodnoj javnosti najbržu liniju za poprečno krojenje drva u svijetu.

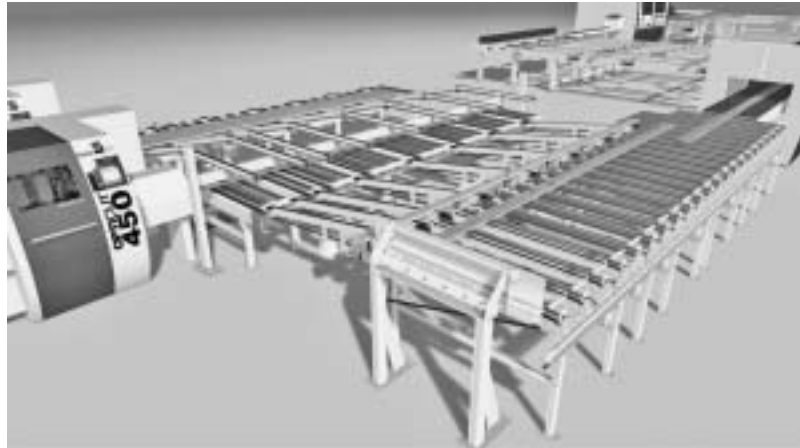
Linija za poprečno krojenje drva sastoji se od tri stroja OptiCut 450 Quantum koji su postavljeni u liniji, a istodobno se poslužuju tehnološki vrlo sofisticiranom transportnom opremom. Skener za snimanje dugih drvnih obradaka (letava) za poprečno krojenje postavljen je nasuprot liniji kretanja materijala te šalje strojevima bitne podatke o drvnom obratku koji se kroji i pri brzinama linije većima od 200 m/min. Na samom testiranju pokazano je da se u jednoj minuti obradi 68 letava duljine 3 m, a kad su letve kraće, onda i više.

Cijeli je sustav računalno povezan tako da se u svakom trenutku može provjeriti kapacitet strojeva, a izvješće poslati i e-mailom. Potrebno je istaknuti da se Dimterovi stručnjaci brinu o potpunom nadzoru i održavanju cijele linije, koja se proteže na 200 kvadratnih metara, a dostupni su svakodnevno.



Weinig grupa pokrenula međunarodni časopis

Weinig AG je s početkom 2007. godine predstavio novi međunarodni časopis s informacijama za strane kupce. U suradnji s njemačkim časopisom Partner-



News, časopis je dostupan na međunarodnom tržištu.

Četiri puta u godini čitatelji će dobivati ekskluzivne informacije na engleskom jeziku o novim proizvodima i uslugama svih razina Weinig grupe te o novim tehnologijama. Čitatelji mogu dobiti prijedloge i rješenja koja će im pomoći u njihovu svakodnevnom poslovanju.

U časopisu će biti objavljena i sva događanja i druge važne vijesti vezane za Weinig grupu. Pretplata na časopis može se dogovoriti i putem Interneta, na web stranici: www.weinig.com.

Michael Weinig AG
Weinigstrasse 2-4 97941 Tauberbischofsheim
Germany

Press contact:
Markus Golde
tel: + 49 (0) 9341-86-1366
fax: + 49 (0) 9341-86-1411
e-mail: markus.golde@weinig.de

JEDANAEST GODI
JEDANAEST STRUCI

drvo

Časopis za drvnu industriju,
obrt, tehnologiju,
trgovinu i informatiku

Izdavač:

TILIA'CO d.o.o.

Rujanska 3

10000 Zagreb

tel./fax:

01/3873-402,

01/3873-934

e-mail:

tiliaco@zg.htnet.hr

www.drvo.hr



FSC CERTIFIKACIJA ŠUMA I DRVNIH PROIZVODA

Općenito je prihvaćeno stajalište da se bogatstvom šuma i šumskim zemljištem treba upravljati na način da se poštuju sociološke, ekonomske, ekološke, kulturne i duhovne potrebe sadašnjih i budućih naraštaja. Štoviše, povećana društvena svijest o uništavanju i degradaciji šuma dovela je do toga da se potrošači žele osigurati da kupnjom drveta i drugih proizvoda šume neće pridonijeti tom uništavanju, već pomoći očuvanju šumskog bogatstva za budućnost. Odgovarajući na takve zahtjeve, pojavile su se međunarodne organizacije koje su izradile standarde što ih je potrebno zadovoljiti kako bi se steklo pravo na zaštićenu markicu koja će diferencirati proizvode nastale odgovornim gospodarenjem šumama u usporedbi s onima koji to nisu. Najstarija i najprihvaćenija takva organizacija je Vijeće za nadzor šuma (The Forest Stewardship Council - FSC). To je međunarodno tijelo koje pojedinim organizacijama daje dozvolu za izdavanje certifikata i time jamči autentičnost njihovih nalaza. Cilj je programa FSC da se promovira ekološki odgovorno, društveno korisno i ekonomski održivo gospodarenje šumama u svijetu tako da se ustanovi općepoznati standard koji će se priznati i poštovati u skladu s načelom odgovornog šumarstva.

FSC je osnovan 1993. uz potporu glavnih ekoloških nevladinih udruga kao što su World Wildlife Fund, Friends of the Earth i Greenpeace. To je nevladina udruga sa sjedištem u Oaxaci, Meksiko, a certifikate izdaje putem ovlaštenih tvrtki. Dosada je izdano oko 775 certifikata u 66 zemalja svijeta.

U novije vrijeme sve je više zahtjeva upućeno hrvatskoj drvnj industriji da svoje proizvode koje izvozi na zapadno tržište popratu certifikatom. To je rezultat nastojanja velikih maloprodajnih lanaca drvnih proizvoda da svojim kupcima ponude etički prihvatljive proizvode. Kao veliki promotori FSC znaka ističu se britanski B&Q, američki Home Depot i švedska Ikea. Oni su svojim inzistiranjem da njihovi dobavljači posjeduju FSC certifikat znatno profilirali tržište, jer je ispitivanjima javnog mišljenja ustanovljeno da bi više od 80 % kupaca dalo prednost certificiranim proizvodima.

Bitna komponenta FSC certificiranja jest neprekinut nadzorni lanac u prometu drvnim proizvodima (Chain of Custody) koji jamči da drvo upotrijebljeno za izradu konačnog proizvoda potječe iz šuma kojima se gospodarilo, te da je jasan put što ga je ono prošlo u raz-

ličitim fazama prerade. Na taj se način za svaki certificirani proizvod može ustanoviti njegovo podrijetlo. To, naravno, zahtijeva da svi sudionici u lancu budu certificirani, odnosno da se pridržavaju određenih standarda. Prvo, certifikat mora biti izdan organizaciji koja gospodari šumama i time postaje izvor certificirane sirovine za drvenu industriju, da bi zatim certifikat trebala dobiti primarna prerada drva, finalisti i, konačno, trgovci drvnim proizvodima.

U Hrvatskoj je proces certificacije počeo 1999, kada su izdani prvi certifikati, i to Hrvatskim šumama, Upravi šuma Vinkovci i DI Spačvi. Nakon opsežnih radova, od listopada 2002, certificirana je cjelokupna površina kojom gospodare Hrvatske šume (2 milijuna hektara). Time je otvorena velika mogućnost hrvatskoj drvnj industriji da iskoristi tu komparativnu prednost jer joj se omogućuje nabava većine svoga drva iz certificiranih izvora.

U svijetu je prema FSC sustavu certificirano oko 68 milijuna hektara šuma, te su spomenuta dva milijuna hektara hrvatskih šuma iznimno mnogo, osobito ako se uzme u obzir veličina naše zemlje. Ako se pak gleda relativno, površina državnih šuma Hrvatske najveći je svjetski certifikat. Certifikat može izdati samo organizacija koju ovlasti FSC centrala (za HŠ to je britanska tvrtka Soil Association Woodmark) koja obavlja inspekciju organizacije te uvidom u dokumentaciju i stanje na terenu utvrđuje stupanj usklađenosti sa standardom. FSC certifikat izdaje se na pet godina, a podložan je godišnjim monitoring posjetima.

Osim Hrvatskih šuma, u Hrvatskoj ima 42 certifikata za drvenu industriju (tzv. COC certifikata). Činjenica da je većina hrvatske drvene sirovine certificirana znatno olakšava i stjecanje COC certifikata za drvenu industriju. To je pogodnost koju naša drvena industrija treba prepoznati i iskoristiti s obzirom na konkurenciju na zapadnoeuropskom tržištu. Hrvatske šume osnovale su tvrtku-kćer Hrvatske šume consult d.o.o. koja svojim iskustvom može znatno pomoći drvnj industriji da se poveže s tvrtkom ovlaštenom za izdavanje certifikata. Svi zainteresirani mogu se obratiti Ratku Matoševiću (tel. 098/44 11 77) ili na ratko.matosevic@hrsume.hr, koji će ih upoznati s potrebnim procedurama za stjecanje certifikata.

*Ratko Matošević,
Hrvatske šume consult d.o.o.*



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO (HŠD)

Hrvatsko šumarsko društvo ima izvor u Hrvatsko-slavonskome gospodarskom društvu, koje je na poticaj šumara osnovano u Zagrebu 1841. godine. Unutar njega, zaslugom šumara Dragutina Kosa, 1846. godine osnovano je šest sekcija. Šumarska je sekcija utemeljena 26. prosinca 1846. u Prečecu pokraj Zagreba. Taj se dan smatra početkom rada Hrvatskoga šumarskoga društva, iako su šumari bili većina već pri osnivanju Hrvatsko-slavonskoga gospodarskog društva.

Šumari doista mogu reći da su oduvijek u Europi jer je prvo šumarsko društvo osnovano u njemačkoj pokrajini Baden-Württemberg 1839, u Mađarskoj 1851, u Austriji 1852. itd.

Društvo je osnivač i pokretač svih znatnijih postignuća šumarske prakse, obrazovanja i znanosti. Ako bismo nabrajali samo najvažnije, onda su to iniciranje donošenja Zakona šumskog već 1852. te njegova stroga primjena od 1858; početak rada Gospodarskošumarskog učilišta u Križevcima 1860; priprema (tijekom 1876) i tiskanje znanstveno-stručnoga i staleškoga glasila "Šumarski list" 1877, koji izlaskom iz tiska broja 11-12/2001 bilježi 125. godište neprekidnog tiskanja; priprema i sudjelovanje na Milenijskoj izložbi u Budimpešti 1896. godine, gdje su Kraljevine Hrvatska i Slavonija imale svoj izložbeni prostor, a šumarstvo i prerada drva svoj posebni paviljon; gradnja Hrvatskoga šumarskog doma (ugao Trga Mažuranića, Vukotinovićeve i Perkovčeve) 1898. i u njemu početak rada Šumarske akademije (20. listopada 1898) kao četvrte visokoškolske ustanove Sveučilišta u Zagrebu (tada još "prislonjene" uz Mudroslovni fakultet); postavljanje Šumarskog muzeja u istoj zgradi (čiji su izložci kasnije, na žalost, razdijeljeni); vraćanje nacionaliziranog dijela zgrade Hrvatskoga šumarskog doma ponovno u vlasništvo HŠD-a 1977/78; osnivanje Akademije šumarskih znanosti 1996. godine. Tijekom proteklih godina mnoge su ekskurzije, predavanja i stručne rasprave u sklopu HŠD-a bile temeljem radova, odluka, zakona, propisa i naputaka za rad u šumarstvu i preradi drva, iako je bilo vremena "kada se struka slabo slušala". Zahvaljujući praksi, obrazovanju i znanosti spojenima i isprepletenima baš u svojoj udruzi HŠD-u, posrednim ili neposrednim utjecajem udruge, ali i članova pojedina, donošene su prave odluke, a onemogućivane ili barem ublaživane one koje bi bile pogubne za šume i šumarstvo Hrvatske. Tako su zbog 95 %-tne površine prirodnih šuma šume Hrvatske ostale među najprirodnijima i najočuvanijima u Europi.

Nepovoljne utjecaje raznih onečišćivača i posljedice civilizacijskih tekovina (tvornica, autocesta, nafto-

voda, dalekovoda, kanala i sl.) na šume šumarski stručnjaci nastoje ublažiti načinom gospodarenja koji odgovara današnjim ekološkim uvjetima.

Godine 1996. Hrvatsko šumarsko društvo svečano je obilježilo 150. obljetnicu svog utemeljenja. U toj prigodi tiskano je šest knjiga, od kojih ona Hrvatsko šumarsko društvo 1846-1996. na 450 stranica iscrpno prikazuje rad HŠD-a.

Tijekom svog postojanja HŠD je "što milom, što silom" mijenjao organizacijske oblike i nazive (Šumarski klub, Društvo inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije i sl.). Prema Zakonu o udruagama donesenom 1997. godine, nakon najšire demokratske rasprave članstvo (više od 2 800 članova) izabralo je organizacijski oblik nevladine jedinstvene udruge na razini države, s 19 ogranaka koji su glede aktivnosti i financiranja samostalni. Osim zajedničkog Statuta, kojega su se dužni držati članovi i svi ogranci, svaki ogranak može imati i posebna pravila koja definiraju određene specifičnosti. U članku 2. Statuta HŠD-a stoji: "Hrvatsko šumarsko društvo je jedinstvena udruga inženjera i tehničara šumarstva, drvne tehnologije, kemijske prerade drva i prometa drvnim proizvodima, te drugih stručnjaka s odgovarajućom stručnom spremom (najmanje srednjom), koji rade na poslovima iz navedenih oblasti", a članak 12. kao cilj HŠD-a navodi okupljanje stručnjaka iz djelatnosti navedenih u članku 2. "radi promicanja i zaštite interesa struke i članstva, unapređenja struke, promicanja inženjerskog i tehničkarskog poziva, tehničkog razvoja i istraživanja, obrazovanja (srednjeg i visokog) i stalnog usavršavanja za postizanje optimalnog tehnološkog i gospodarskog razvoja, blagostanja, zdravlja, očuvanja okoliša i kvalitete društva". Navedeni cilj ostvaruje se različitim djelatnostima, koje su navedene u daljnjem tekstu članka 12. Statuta. Članke 2. i 12. ističemo da bismo zainteresirane podsjetili tko sve može biti članom HŠD-a i što je njegov cilj, jer je u svim ograncima osim u Osijeku, Sl. Brodu, Požegi, Virovitici i djelomice Zagrebu, osim šumara, bezrazložno malen broj članova ostalih struka.

Vodeći brigu o 43,5 % površine Hrvatske, šumarska struka, osim brige za šumu kao izvor sirovine za daljnju preradu, ima posebno naglašenu odgovornost za očuvanje općekoriste funkcije šume: socijalne (turističke, estetske, rekreacijske, zdravstvene) i ekološke (hidrološke, protuerozijske, klimatske, protuimisijske, vjetrobranske i dr.), kao i očuvanje biodiverziteta hrvatskih šuma.

Stoga se HŠD zalaže da šumarska struka bude zastupljena pri izradi svih zakona i projekata koji se odnose na hrvatski prostor.

ŠUMARSKI LIST

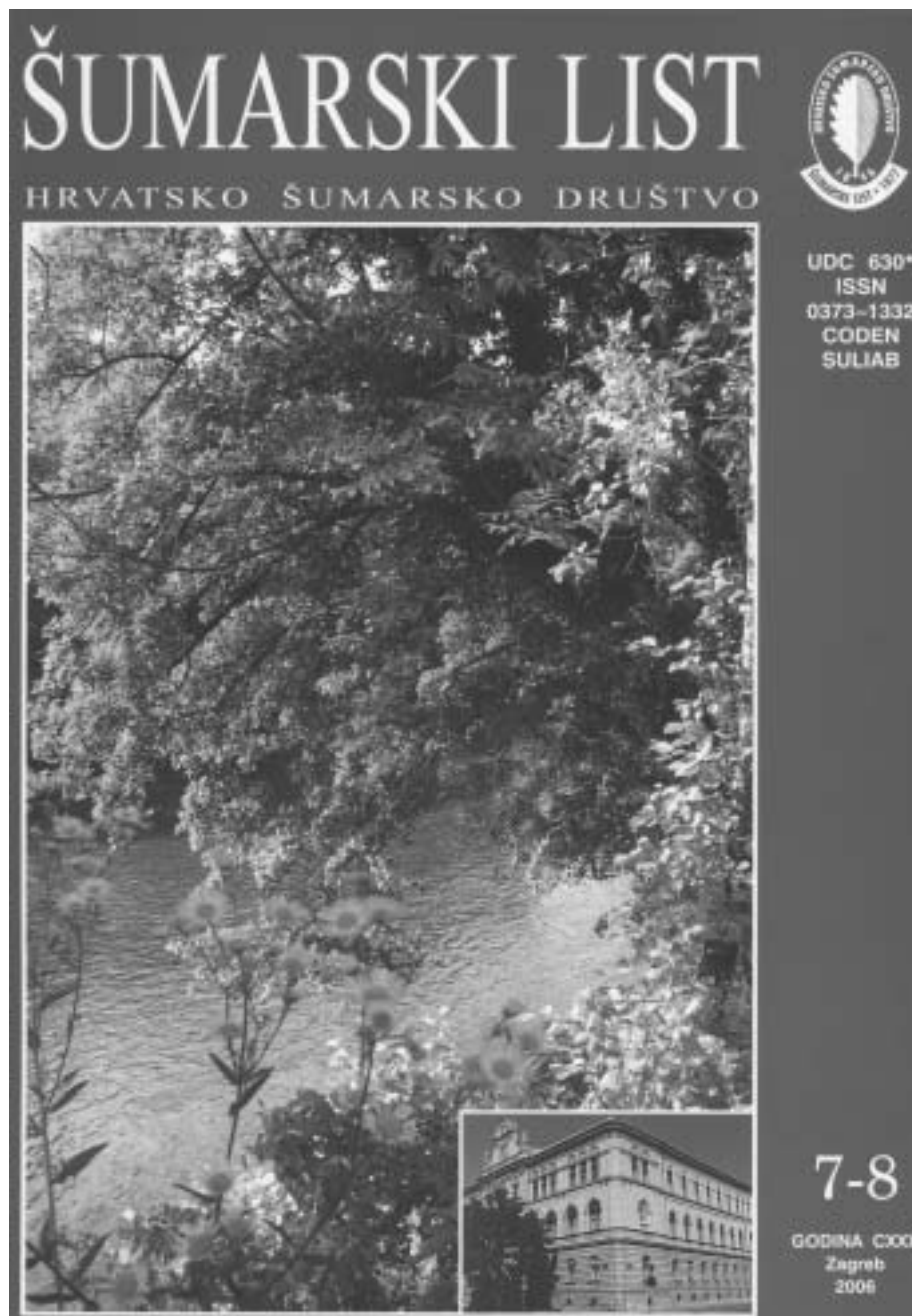
Potreba za tiskanjem stručnog časopisa osjećala se netom nakon osnivanja Šumarske sekcije Hrvatsko-slavonskoga gospodarskog društva, pa prvi šumarski godišnjak izlazi 1847, zatim 1851. i 1852. godine. No pisana domoljubna i šumarska riječ na hrvatskom jeziku smetala je tuđinu, pa taj rad zamire u vrijeme Bachova apsolutizma. Ponovno je, pojačanim radom HŠD-a, tijekom 1876. godine pripremljen, a 1. siječnja 1877. tiskan prvi broj "Šumarskog lista". Taj prvi broj uredio je Vlodoj Köröskensji, tadašnji tajnik HŠDa.

Od tada do danas njegovih 130 godišta na više od 61 500 stranica svjedokom su stručne i domoljubne riječi.

Urednici su mu bili ljudi od struke i pera kao što su Fran Kesterčanek, Josip Kozarac, Andrija Petračić, Ivo Čević, Antun Levaković, Josip Balen, Milan

Anić, Roko BeniĆ, Milan Androić, Zvonimir Potočić. Danas je glavni urednik Branimir Prpić. Časopis objavljuje znanstvene i stručne članke s područja šumarstva, prerade drva, zaštite prirode, lovstva, ekologije, prikaze stručnih predavanja, savjetovanja, kongresa, proslava i sl, prikaze iz domaće i strane stručne literature te važnije spoznaje s drugih područja, bitne za razvoj i unapređenje šumarstva i prerade drva. Časopis također objavljuje sve što se odnosi na stručna zbivanja u nas i u svijetu, podatke i crtice iz prošlosti šumarstva, prerade i uporabe drva te aktivnosti Hrvatskoga šumarskog društva.

Časopis je referiran u Forestry abstracts, CAB abstracts, Agricola, Pascal, Geobase (IM) i dr.


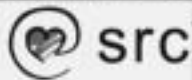


hrcak - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Search Favorites Go Links

Address http://hrcak.srce.hr/index.php?lang=en&show=case6&id_case6=14

 Portal of scientific journals of Croatia 

Drvena industrija

Home

Journals alphabetical

Journals by scientific areas

Natural sciences


Technical sciences


Medicine and health

Biotechnical sciences

Social sciences

Humanities





ISSN: 0012-6772

UDC: 630*6+674

CODEN: DRPIAT

Contact: IZDAVAČ I UREDNAŠTVO

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

10000 Zagreb, Svetobrimunska 25, Hrvatska

Tel. (+385 1) 236 24 30; fax (+385 1) 236 25 84

E-mail: drind@sumfak.hr

GLAVNI ODGOVORNI UREDNIK
 by prof. dr. sc. Ruđica Bejo-Lučić
 E-mail: editord@sumfak.hr

Publisher: Forestry faculty of University of Zagreb
 http://www.sumfak.hr

Guidelines for authors: 102-79-02

Contact

Articles search

Advanced search

Search instruct

My profile

Register

Username (en)

Password

The "Drvena industrija" (Wood industry) journal publishes original scientific and review papers about

Portal of scientific Journals in Croatia

<http://hrcak.srce.hr/>

KERANJI

NAZIVI I NALAZIŠTE

Dialium je rod drveća iz porodice *Leguminosae*. Uspijeva u tropskim krajevima. Neke vrste roda toga roda rastu u Malaji i Africi, gdje daju drvo trgovačkog naziva keranji. To su uglavnom vrste *Dialium kingii*, *D. kunstleri*, *D. laurinum*, *D. maingayi*, *D. patens*, *D. platysepalum* i *D. wallichii*. *Dialium guianense* važna je vrsta u Brazilu, gdje raste oko Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Esperito Santo i Estado do Para.

DRVO

Makroskopska obilježja

Svijetlosmeđa bjeljika obično je široka 7,5 cm ili više. Bojom se razlikuje od srži koja je, ovisno o vrsti, zlatnosmeđa do crvenkastosmeđa, a stajanjem na zraku potamni. Tekstura je srednje gruba i jednolična. Žica drva obično je ravna, no često je valovita i dvostruko usukana. Pore su dovoljno široke da se mogu vidjeti i bez povećala. Drvni su traci fini i nevidljivi bez povećala.

Mikroskopska obilježja

Traheje su rijetke i uglavnom pojedinačne, a poneke su u radijalnim skupinama od 2 do 4, bez izrazitog rasporeda. Članci traheja imaju jednostavne perforacije, te obično žut, bijel ili žutosmeđi sadržaj.

Drvni je parenhim obilan, u pravilnim, gusto raspoređenim koncentričnim trakama. Teško se može odrediti je li apotrahealni ili paratrahealni.

Drvni su traci homocelularni, etažnog rasporeda (tangentni presjek), s vidljivim katnim pruganjem.

Fizikalna i mehanička svojstva

Drvo je teško, čvrsto i tvrdo. Gustoća prosušenog drva kreće se od 755 do 1250 kg/m³. Radijalno utezanje iznosi 1 – 2,3 %, a tangencijalno se kreće od 1,7 do 3,7 %.

Čvrstoća na tlak sirovog drva okomito na vlakanca iznosi od 9,24 do 19,72 MPa, a paralelno s vlakancima oko 72 MPa.

TEHNOLOŠKA SVOJSTVA

Obradivost

Blanja se lagano do srednje teško, a završne su površine glatke do srednje glatke. Lako se ili srednje lako buši. Tokari se jednostavno, a površine su glatke. Dobro prima čavle.

Sušenje

Da bi se izbjegle duboke pukotine, drvo je potrebno oprezno sušiti.

Trajnost i zaštita

Drvo srži prirodno je trajno i nepermeabilno.

Uporaba

Drvo keranji prikladno je za masivne konstrukcije, unutarnje završne radove, obloge, parkete, ručke alata za udaranje i podove izložene velikim opterećenjima.

Literatura

1. Richter, H.G.; Dallwitz, M.J., 2000: Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 16th April 2006. <http://delta-intkey.com>
2. The Timber Research and Development Association (TRADA), 1979: Timbers of the world, The Construction Press Ltd., Lancaster, England.
3. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, One Gifford Pinchot Drive Madison, WI 53705-2398, (608) 231-9200 Wood Technical Fact Sheet *Dialium* spp.
4. <http://www.thewoodexplorer.com/client/>

doc. dr. sc. Jelena Trajković
izv. prof. dr. sc. Radovan Despot

Priroda razmišlja...



...i mi s njom!

Furnir

utemeljeno 1928. godine

BIBLIOGRAFIJA ČLANAKA, STRUČNIH INFORMACIJA I IZVJEŠTAJA OBJAVLJENIH U "DRVNOJ INDUSTRIJI" U VOLUMENU 57 (2006 GODINA), UDK I ODK

630*81 Drvo i kora, struktura i svojstva

Trajković, J.; Despot, R.: Uz sliku s naslovnice (*Castanospermum australe* A.Cunn), br. 1, str. 46.

Trajković, J.; Despot, R.: Uz sliku s naslovnice (*Criptomeria japonica* D.Don), br. 2, str. 93.

Trajković, J.; Despot, R.: Uz sliku s naslovnice (Merbau), br. 3, str. 155 – 156.

Trajković, J.; Despot, R.: Uz sliku s naslovnice (Nyatoh), br. 4, str. 209 – 210.

630*812.11 Optička svojstva

Jirouš–Rajković, V., Mihulja, G., Horvat, B.: Promjene boje lakirane trešnjevine i javorovine u interijeru, br. 2, str. 59 – 65.

630*812.23 Utezanje i bubrenje

Solár, R., Mamoň, M., Kurjatko, S., Lang, R., Vacek V.: Jednostavna metoda određivanja kinetike radijalnog, tangencijalnog i površinskog bubrenja drva, br. 2, str. 75 – 82.

630*812.72 Prešanje

Král, P.: Procjena utjecaja debljine bukova furnira na uprešavanje furnirskih ploča, br. 1, str. 29 – 32.

630*814.7 Staro drvo

Čufar, K., Korenčić, T., Trajković, J.: Drvo s tri arheološka nalazišta u Hrvatskoj i mogućnosti njegova istraživanja, br. 2, str. 67 – 73.

630*822.02 Osnovni principi, sile rezanja, utrošak snage pri piljenju

Siklienka, M., Mišura, L.: Istraživanje ovisnosti snage rezanja o isponu lista kružne pile i posmičnoj brzini, br. 1, str. 13 – 17.

630* 822.324 Pile jarmače – geometrija zuba, sile rezanja, zatupljivanje i utrošak energije

Đukić, I., Goglija, V.: Usporedba bruto energetske normativna jarmača i tračnih pila trupčara, br. 4, str. 179 – 182.

630*822.332.4 Kružne pile – geometrija zuba, sile rezanja, zatupljivanje, utrošak energije

Siklienka, M., Mišura, L.: Istraživanje ovisnosti snage rezanja o isponu lista kružne pile i posmičnoj brzini, br. 1, str. 13 – 17.

630* 822.341.4 Tračne pile trupčare - geometrija zuba, sile rezanja, zatupljivanje, utrošak energije

Đukić, I., Goglija, V.: Usporedba bruto energetske normativna jarmača i tračnih pila trupčara, br. 4, str. 179 – 182.

630*823.21 Brušenje i brusna sredstava – osnovna istraživanja

Samolej, A., Barcik, S.: Utjecaj jediničnog tlaka na snagu rezanja i količinu izbruska pri brušenju brusnim diskom, br. 1, str. 5 – 11.

630*824.42 Postupci lijepljenja

Šorn, Š., Bogner, A.: Istraživanje kvalitete lijepljenja lameliranih elemenata za proizvodnju građevne stolarije, br. 3, str. 99 – 107.

630*824.52 Spajanja i svojstva spojeva

Šorn, Š., Bogner, A.: Istraživanje kvalitete lijepljenja lameliranih elemenata za proizvodnju građevne stolarije, br. 3, str. 99 – 107.

630*829.1 Svojstva drva i proizvoda od drva

Jirouš–Rajković, V., Mihulja, G., Horvat, B.: Promjene boje lakirane trešnjevine i javorovine u interijeru, br. 2, str. 59 – 65.

630*829.4 Promjene gotovih proizvoda i obnova

Jirouš–Rajković, V., Mihulja, G., Horvat, B.: Promjene boje lakirane trešnjevine i javorovine u interijeru, br. 2, str. 59 – 65.

630*832.17 Onečišćenje i njegova kontrola (buka, zrak, voda)

Očkajová, A., Beljo Lučić, R., Čavlović, A., Terenová, J.: Smanjenje emisije drvnog prašine tijekom piljenja drva univerzalnom kružnom pilom, br. 3, str. 119 – 126.

630*832.281.2 Furniri u uporabi za konstrukcijsko uslojeno drvo

K r á l, P.: Procjena utjecaja debljine bukova furnira na uprešavanje furnirskih ploča, br. 1, str. 29 – 32.

630*832.282 Uslojeno drvo

K r á l, P.: Procjena utjecaja debljine bukova furnira na uprešavanje furnirskih ploča, br. 1, str. 29 – 32.

630*836.1 Namještaj i opremanje prostora

M i j o v i ć, B., G r b a c, I., D o m l j a n, D.: 3D geometrijsko modeliranje namještaja, br. 1, str. 19 – 27.

V l a o v i ć, Z., B o g n e r, A., D o m l j a n, D.: Istraživanje udobnosti uredskih stolica s obzirom na obilježja ispitanika, br. 3, str. 109 – 117.

630*846.2 Promjena boje

P e r v a n, S., A n t o n o v i ć, A., H u m a r, M., S t r a ž e, A., G o r i š e k, Ž.: Kemizam promjene boje parene i kuhane orahovine (*Juglans regia* L.), br. 3, str. 127 – 133.

630*847.31 Sušenje u vakuumu

D e l i i s k i, N., S y u l e y m a n o v, A.: Utjecaj molar-nog koeficijenta na raspodjelu tlaka u bukovim piljenicama tijekom vakuumske sušenja, br. 4, str. 167 – 170.

630*847.8 Prevencija i ispravljanje grešaka sušenja

D e l i i s k i, N., S y u l e y m a n o v, A.: Utjecaj molar-nog koeficijenta na raspodjelu tlaka u bukovim piljenicama tijekom vakuumske sušenja, br. 4, str. 167 – 170.

630*863.2 Ploče izrađene iz mješanog usitnjenog drva

J a m b r e k o v i ć, V., B r e z o v i ć, M., K l j a k, J., A n t o n o v i ć, A.: Mogućnost proizvodnje kompozitnih materijala od usitnjenog drva u Republici Hrvatskoj, br. 4, str. 183 – 191.

630*863.3 Prerada i svojstva ploča vlaknatica

J a m b r e k o v i ć, V., B r e z o v i ć, M., K l j a k, J., A n t o n o v i ć, A.: Mogućnost proizvodnje kompozitnih materijala od usitnjenog drva u Republici Hrvatskoj, br. 4, str. 183 – 191.

630*945 Informativna i savjetodavna služba

V o v k J a k o v a c J.: Sajam EUROPAKET 2006 - Maastricht, Nizozemska 23 – 25 travnja 2006., br. 1, str. 33.

K o n j a r i k, D., B e l j o L u č i ć, R.: 20. XYLEXPO/SASMIL: Rekordan broj posjetitelja, br. 1, str. 34.

K o n j a r i k, D., B e l j o L u č i ć, R.: The Metal World S.p.a. proslavio svoj trideseti rođendan!, br. 1, str. 35.

M e š t r o v i ć, Š.: In memoriam, Akademik, prof. dr. sc. Dušan Klepac, br. 1, str. 37 – 38.

B r e z o v i ć, M.: Novi znanstvenici i njihove karijere - Mr. sc. Jaroslav Kljak, dipl. ing. drvne industrije obradio doktorsku disertaciju, br. 1, str. 39 – 42.

M a t o š e v i ć, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 1, str. 43.

***: Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 1, str. 44.

***: Šumarski list, br. 1, str. 45.

D e s p o t, R., B i h a r, Z.: Bibliografija članaka stručnih informacija i izvještaja objavljenih u "Drvnoj industriji" u volumenu 56 (2005. godina), UDK i ODK, br. 1, str. 47 – 51.

O č k a j o v a, A.: Naobrazba i edukacija vezana uz zdravlje i sigurnost na radu na Fakultetu za znanost o drvu i tehnologiju u Zvolenu, br. 2, str. 83 – 84.

G r l a d i n o v i ć, T.: Mala i srednja poduzeća za preradu drva i proizvodnju namještaja – okvir za realizaciju privatnih poduzetničkih inicijativa, br. 2, str. 85 – 86.

R o s e t t i, L.: Acimallov Obrazovni projekt, br. 2, str. 87 – 88.

M a t o š e v i ć, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 2, str. 90.

***: Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 2, str. 91.

***: Šumarski list, br. 2, str. 92.

V o v k J a k o v a c, J.: Exportdrvo na sajmu Carrefour International du Bois, Nantes, Francuska 31. svibnja – 2. lipnja 2006, br. 3, str. 135.

D e s p o t, R., P r e k r a t, R., P e r v a n, S.: 5. međunarodno savjetovanje Wood structure and properties '06, br. 3., str. 136-140.

G r b a c, I., O j u r o v i ć, R.: Međunarodna konferencija o nanotehnologiji, br. 3., str. 141-143.

L o v r i ć, Z.: Studenti Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u posjetu Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Brnu, br. 3, str. 144 – 147.

T k a l e c, S.: Nove knjige: Sveučilišni udžbenik Krevet i zdravlje, prof. dr. sc. Ivica Grbac, br. 3, str. 148 – 149.

Č a v l o v i ć, A., B e l j o L u č i ć, R.: Grupa Weinig i Kimel-filtri, d.o.o. u suradnji sa Šumarskim fakultetom, br. 3, str. 150.

M a t o š e v i ć, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 3, str. 152.

***: Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 3, str. 153.

***: Šumarski list, br. 3, str. 154.

B e l j o L u č i ć, R.: Uvodnik, br. 4, str. 163 – 164.

Pervan, S., Antonović, A., Ištvančić, J.: Međunarodno savjetovanje Technologies of Wood processing '06, br. 4, str. 193 – 195.

Prekrat, S., Hrovatin, J.: Stručna ekskurzija „Wooden buildings Carintia”, br. 4, str. 197 – 200.

Tkalec, S.: Nove knjige: Sveučilišni udžbenik Osnove površinske obrade drva, prof. emeritus dr. sc. Boris Ljuljka; izv. prof. dr. sc. Vlatka Jirouš-Rajković, br. 4, str. 201 – 202.

*** DIN Novoselec – tradicija i znanje, br. 4, str. 203.

Matošević, R.: FSC certifikacija šuma i drvnih proizvoda, br. 4, str. 205.

***: Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), br. 4, str. 206.

***: Šumarski list, br. 4, str. 207.

674.23 Izrada namještaja

Mijović, B., Grbac, I., Domljan, D.: 3D geometrijsko modeliranje namještaja, br. 1, str. 19 – 27.

Grladinović, T., Poršinsky, T., Motik, D.: Prilog istraživanjima virtualne proizvodnje u preradi drva i proizvodnji namještaja, br. 4, str. 171 – 178.

674. 823 Piljevina

Očkajová, A., Beljo Lučić, R., Čavlović, A., Terenová, J.: Smanjenje emisije drvene prašine tijekom piljenja drva univerzalnom kružnom pilom, br. 3, str. 119 – 126.

BIBLIOGRAPHY OF ARTICLES, REVIEWS, TECHNICAL INFORMATION AND REPORTS PUBLISHED IN THE “DRVNA INDUSTRIJA” JOURNAL IN VOLUME 57 (2006), UDC AND ODC

630*81 Wood and bark, structure and properties

Trajković, J., Despot, R.: Species on the cover (*Castanospermum australe* A.Cunn), No. 1, p. 46.

Trajković, J., Despot, R.: Species on the cover (*Criptomeria japonica* D.Don), No. 2, p. 93.

Trajković, J., Despot, R.: Species on the cover (Merbau), No. 3, pp. 155 – 156.

Trajković, J., Despot, R.: Species on the cover (Nyatoh), No. 4, pp. 209 – 210.

630*812.11 Optical properties

Jirouš–Rajković, V., Mihulja, G., Horvat, B.: Discolouration of coated cherry wood and maple wood surface in indoor use, No. 2, pp. 59 – 65.

630*812.23 Shrinkage and swelling

Solár, R., Mamon, M., Kurjatko, S., Lang, R., Vacek, V.: A simple method for determination of ki-

netics of radial, tangential and surface swelling of wood, No. 2, pp. 75 – 82.

630*812.72 Compression

Král, P.: Assessing the effects of thickness of beech veneers on compressibility of plywoods, No. 1, pp. 29 – 32.

630*814.7 Old wood

Čufar, K., Korenčić, T., Trajković, J.: Wood from three archaeological sites in Croatia and its research potential, No. 2, pp. 67 – 73.

630*822.02 Fundamental principles, cutting forces and power consumption

Siklienka, M., Mišura, L.: Investigations of cutting power versus clearance of a circular saw blade over the workpiece and feed speed, No. 1, pp. 13 – 17.

630* 822.324 Frame saws - tooth geometry, cutting forces, dulling and power consumption

Đukić, I., Goglia, V.: Comparison of gross energy standards of framesaw and bandsaw, No. 4, pp. 179 – 182.

630*822.332.4 Circular saws - tooth geometry, cutting forces, dulling and power consumption

Siklienka, M., Mišura, L.: Investigations of cutting power versus clearance of a circular saw blade over the workpiece and feed speed, No. 1, pp. 13 – 17.

630* 822.341.4 Bandsaws - tooth geometry, cutting forces, dulling and power consumption

Đukić, I., Goglia, V.: Comparison of gross energy standards of framesaw and bandsaw, No. 4, pp. 179 – 182.

630*823.21 Basic research with abrasives

Samolej, A., Brcik, S.: Influence of specific pressure on cutting power and wood removal by disc sander, No. 1, pp. 5 – 11.

630*824.42 Gluing processes

Šorn, Š., Bogner, A.: Investigations of gluing quality of laminated window profiles, No. 3, pp. 99 – 107.

630*824.52 Joint properties

Šorn, Š., Bogner, A.: Investigations of gluing quality of laminated window profiles, No. 3, pp. 99 – 107.

630*829.1 Properties of wood and wood products,

Jirouš–Rajković, V., Mihulja, G., Horvat, B.: Discolouration of coated cherry wood and maple wood surface in indoor use, No. 2, pp. 59 – 65.

630*829.4 Finish deterioration and maintenance

Jirouš–Rajković, V., Mihulja, G., Horvat, B.: Discolouration of coated cherry wood and maple wood surface in indoor use, No. 2, pp. 59 – 65.

630*832.17 Pollution and its controll (noise, air, water)

Očkajová, A., Beljo Lučić, R., Čavlović, A., Terenová, J.: Reduction of dustiness in sawing wood by universal circular saw, No. 3, pp. 119 – 126.

630*832.281. 2 Veneer - For use in construction plywood

Král, P.: Assessing the effects of thickness of beech veneers on compressibility of plywoods, No. 1, pp. 29 – 32.

630*832.282. Plywood

Král, P.: Assessing the effects of thickness of beech veneers on compressibility of plywoods, No. 1, pp. 29 – 32.

630*836.1 Furniture and cabinet-making

Mijović, B., Grbac, I., Domljan, D.: 3D geometric modelling of furniture, No. 1, pp. 19 – 27.

Vlaović, Z., Bogner, A., Domljan, D.: Study of the office chairs comfort regard to subjects characteristics, No. 3, pp. 109 – 117.

630*846.2 Color change

Pervan, S., Antonović, A., Humar, M., Straže, A., Gorišek, Ž.: Colour chemistry of steamed and boiled walnutwood (*Juglans regia* L.), No. 3, pp. 127 – 133.

630*847.31 Vacuum drying

Deliški, N., Syuleymanov, A.: Influence of molar transfer coefficient on pressure distribution in beech lumber during its convective-vacuum drying, br. 4, str. 167 – 170.

630*847.8 Prevention and correction of drying defects

Deliški, N., Syuleymanov, A.: Influence of molar transfer coefficient on pressure distribution in beech lumber during its convective-vacuum drying, br. 4, str. 167 – 170.

630*863.2 Boards formed of mixed particles

Jambrečić, V., Brezović, M., Kljak, J., Antonović, A.: Development options of composite materials from particles in the Republic of Croatia, No. 4, pp. 183 – 191.

630*863.3 Fibreboard processes and properties

Jambrečić, V., Brezović, M., Kljak, J., Antonović, A.: Development options of composite materials from particles in the Republic of Croatia, No. 4, pp. 183 – 191.

630*945 Advisory services: publicity, propaganda

Vovk Jakovac J.: The Fair EUROPAKET 2006 - Maastricht, Netherland 23 – 25 travnja 2006., No. 1, p. 33.

Konjarić, D., Beljo Lučić, R.: 20. XYLEXPO/SASMIL: The record of visitors number, No. 1, p. 34.

Konjarić, D., Beljo Lučić, R.: The Metal World S.p.a. had celebrated it's 30rd birthday, No. 1, p. 35.

Meštrović, Š.: In memoriam, Akademik, prof. Dr. sc. Dušan Klepac, No. 1, pp. 37 – 38.

Brezović, M.: The new scientists and their carriers - MSc. Jaroslav Kljak, defended his doctor thesis, No. 1, pp. 39 – 42.

Matošević, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 1, p. 43.

* * *: Croatian Forestry Society (Hrvatsko šumarsko društvo – HŠD), No. 1, p. 44.

* * *: Forestry journal (Šumarski list), No. 1, p. 45.

Despot, R., Bihar, Z.: Bibliography of articles, reviews, technical information and reports published in the "Drvna industrija" Journal in Volume 56 (2005), UDC and ODC, No. 1, p. 47 – 51.

Očkajová, A.: Training and education related to health and safety at work at the Faculty of wood sciences and technology in Zvolen, No. 2, pp. 83 – 84.

Grladinović, T.: Small and medium companies for wood manufacturing and furniture production – the frame for the private builders initiative realizations, No. 2, pp. 85 – 86.

Rosetti, L.: Acimall's Education project, No. 2, pp. 87 – 88.

Matošević, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 2, p. 90.

* * *: Croatian Forestry Society (Hrvatsko šumarsko društvo – HŠD), No. 2, p. 91.

* * *: Forestry journal (Šumarski list), No. 2, p. 92.

Vovk Jakovac J.: Exportdrvo on the Carrefour International du Bois Fair, Nantes, France, 31. May – 2. June 2006, No. 3, p. 135.

Despot, R., Prekrat, R., Pervan, S.: 5. International conference Wood structure and properties '06, No. 3, pp. 136 – 140.

Grbac, I., Ojurović, R.: International conference about nanotechnology, No. 3, pp. 141 – 143.

- L o v r i ć, Z.: The students from Faculty of Forestry, University of Zagreb in the visit of Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Brno, No. 3, pp. 144 – 147.
- T k a l e c, S.: New books: University textbook BED AND HEALTH, Prof. Ivica Grbac, PhD, No. 3, pp. 148 – 149.
- Č a v l o v i ć, A., B e l j o, L u č i ć, R.: Weinig Group & Kimel-filtri, in the cooperation with the Faculty of Forestry University of Zagreb, No. 3, p. 150.
- M a t o š e v i ć, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 3, p. 152.
- * * *: Croatian Forestry Society (Hrvatsko šumarsko društvo – HŠD), No. 3, p. 153.
- * * *: Forestry journal (Šumarski list), No. 3, p. 154.
- B e l j o L u č i ć, R.: Editorial, No. 4, pp. 163 – 164.
- P e r v a n, S., A n t o n o v i ć, A., I š t v a n i ć, J.: International conference Technologies of Wood processing '06, No. 4, pp. 193 – 195.
- P r e k r a t, S., H r o v a t i n, J.: Professional excursion „Wooden buildings Carintia”, No. 4, pp. 197 – 200.
- T k a l e c, S.: New books: University textbook The fundamentals of the wood finishing, Prof. emeritus Boris Ljuljka; Associated prof. Vlatka Jirouš-Rajković, No. 4, pp. 201 – 202.
- M a t o š e v i ć, R.: FSC Certification of the forests and of the wooden products, No. 4, p. 205.
- * * * DIN NOVOSELEC – Tradition and knowledge, No. 4, p. 203.
- * * *: Croatian Forestry Society (Hrvatsko šumarsko društvo – HŠD), No. 4, p. 206.
- * * *: Forestry journal (Šumarski list), No. 4, p. 207.
- 674.23 Furniture making**
- M i j o v i ć, B., G r b a c, I., D o m l j a n, D.: 3D geometric modelling of furniture, No. 1, pp. 19 – 27.
- G r l a d i n o v i ć, T., P o r š i n s k y, T., M o t i k, D.: Contribution to Research on Virtual Production in Wood Processing and Furniture Manufacturing, No. 4, pp. 171 – 178.
- 674. 823 Sawdust**
- O č k a j o v á, A., B e l j o L u č i ć, R., Č a v l o v i ć, A., T e r e n o v á, J.: Reduction of dustiness in sawing wood by universal circular saw, No. 3, pp. 119 – 126.

izv. prof. dr. sc. Radovan Despot
Zlatko Bihar



LABORATORIJ ZA ISPITIVANJE NAMJEŠTAJA I DIJELOVA ZA NAMJEŠTAJ

www.sumfak.hr
e-mail: lin@sumfak.hr

ovlašteni laboratorij
za ispitivanje
kvalitete namještaja
i dijelova za
namještaj

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE
HR-10002 ZAGREB
Svetošimunska 25, p.p 422
tel. 385 1 235 2454
fax. 385 1 235 2531



istraživanje
drvnih konstrukcija
i ergonomije
namještaja

ispitivanje
zapaljivosti i
ekološkičnosti
ojastučenog
namještaja

sudska
stručna
vještačenja

ispitivanje
materijala i
postupaka
površinske
obrade

Kvaliteta namještaja se ispituje i istražuje, postavljaju se osnove normi za kvalitetu, razvijaju se metode ispitivanja, a znanost i praksa, ruku pod ruku, kroče naprijed osiguravajući dobar i trajan namještaj s prepoznatljivim oznakama te kvalitete. Kvalitete koja je temelj korisniku za izbor namještaja kakav želi. Taj pristup donio je Laboratoriju za ispitivanje namještaja pri Šumarskom fakultetu međunarodno priznavanje i nacionalno ovlaštenje, te članstvo u domaćim i međunarodnim asocijacijama, kao i usku suradnju s njemačkim institutom LGA. Laboratorij je član udruge hrvatskih laboratorija CROLAB čiji je cilj udruživanje hrvatskih ispitnih, mjeriteljskih i analitičkih laboratorija u interesu unapređenja sustava kvalitete laboratorija, te lakšeg pridruživanja europskom tržištu korištenjem zajedničkih potencijala, dok je Šumarski fakultet punopravni član udruženja INNOVAWOOD kojemu je cilj doprinijeti poslovnim uspjesima u šumarstvu, drvnj industriji i industriji namještaja s naglaskom na povećanje konkurentnosti europske industrije.

Istraživanja kreveta i spavanja, istraživanja dječjih krevata, optimalne konstrukcije stolova, stolica i korpusnog namještaja, zdravog i udobnog sjedenja u školi, uredu i kod kuće neka su od brojnih istraživanja provedena u Zavodu za namještaj i drvene proizvode, kojima je obogaćena riznica znanja o kvaliteti namještaja.

Dobra suradnja s proizvođačima, uvoznicima i distributerima namještaja
čini nas prepoznatljivim.
Znanje je naš kapital.

Upute autorima

Sve autore molimo da prije predaje rukopisa pažljivo prouče sljedeća pravila. To će poboljšati suradnju urednika i autora te pridonijeti skraćenoj razdoblja od predaje do objavljivanja radova. Rukopisi koji budu odstupali od ovih odredbi i ne budu udovoljavali formalnim zahtjevima bit će vraćeni autorima radi ispravaka, i to prije razmatranja i recenzije.

Opće odredbe

Časopis "Drvena industrija" objavljuje izvorne znanstvene i pregledne radove, prethodna priopćenja, stručne radove, izlaganja sa savjetovanja, stručne obavijesti, bibliografske radove, preglede te ostale priloge s područja iskorištavanja šuma, biologije, kemije, fizike i tehnologije drva, pulpe i papira te drvnih proizvoda, uključivši i proizvodnu, upravljačku i tržišnu problematiku u drvnoj industriji.

Predaja rukopisa razumijeva uvjet da rad nije već predan negdje drugdje radi objavljivanja i da nije već objavljen (osim sažetka, dijelova objavljenih predavanja ili magistarskih radova odnosno disertacija; što mora biti navedeno u napomeni); da su objavljivanje odobrili svi suautori (ako ih ima) i ovlaštene osobe ustanove u kojoj je rad proveden. Kad je rad prihvaćen za objavljivanje, autori pristaju na automatsko prenošenje izdavačkih prava na izdavača te pristaju da rad ne bude objavljen drugdje niti na drugom jeziku bez odobrenja nositelja izdavačkih prava.

Znanstveni i stručni radovi objavljuju se na hrvatskome uz širi sažetak na engleskome ili njemačkome, ili se pak rad objavljuje na engleskome ili njemačkome, s proširenim sažetkom na hrvatskom jeziku. Naslovi i svi važni rezultati trebaju biti dani dvojezično. Ostali se članci uglavnom objavljuju na hrvatskome. Uredništvo osigurava inozemnim autorima prijevod na hrvatski. Znanstveni i stručni radovi podliježu temeljitoj recenziji bar dvaju izabranih recenzenata. Izbor recenzenata i odluku o klasifikaciji i prihvaćanju članka (prema preporukama recenzenata) donosi Urednički odbor.

Svi prilozi podvrgavaju se jezičnoj obradi. Urednici će zahtijevati od autora da prilagode tekst preporukama recenzenata i lektora, a urednici zadržavaju i pravo da predlože skraćivanje i poboljšanje teksta.

Autori su potpuno odgovorni za svoje priloge. Podrazumijeva se da je autor pribavio dozvolu za objavljivanje dijelova teksta što je već negdje drugdje objavljen, te da objavljivanje članka ne ugrožava prava pojedinca ili pravne osobe. Radovi moraju izvještavati o istinitim znanstvenim ili tehničkim postignućima. Autori su odgovorni za terminološku i metrološku usklađenost svojih priloga.

Radovi se, u dva tiskana primjerka i u elektronskom zapisu, šalju na adresu:

Uredništvo časopisa "Drvena industrija"
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, HR - 10000 Zagreb
E-mail: drind@sumfak.hr

Rukopisi

Predani rukopisi smiju sadržavati najviše 15 jednostrano pisanih DIN A4 listova s dvostrukim proredom (30 redaka na stranici), uključivši i tablice, slike i popis literature, dodatke i ostale priloge. Dulje članke je preporučljivo podijeliti u dva ili više nastavaka.

Tekst treba biti napisan u MS Wordu, u normalnom stilu bez dodatnog uređenja teksta. Uredništvo prihvaća elektronski zapis na disketi, CD-u ili putem elektronske pošte.

Prva stranica poslanog rada treba sadržavati puni naslov, ime(na) i prezime(na) autora, podatke o zaposlenju (ustanova, grad i država), te sažetak s ključnim riječima (približno 1/2 DIN A4 stranice, u obliku bibliografskog sažetka).

Znanstveni i stručni radovi na sljedećim stranicama trebaju imati i naslov, prošireni sažetak i ključne riječi na jeziku različitom od onoga na kojem je pisan tekst članka (npr. za članak pisan na engleskome ili njemačkome naslov, prošireni sažetak i ključne riječi trebaju biti na hrvatskome, i obratno). Prošireni sažetak (približno 1/2 stranice DIN A4), uz rezultate, trebao bi omogućiti čitatelju koji se ne služi jezikom kojim je pisan članak potpuno razumijevanje cilja rada, osnovnih odrednica pokusa, rezultata s bitnim obrazloženjima te autorovih zaključaka.

Posljednja stranica sadrži titule, zanimanje, zvanje i adresu (svakog) autora, s naznakom osobe s kojom će Uredništvo biti u vezi.

Znanstveni i stručni radovi moraju biti sažeti i precizni, uz izbjegavanje dugačkih uvoda. Osnovna poglavlja trebaju biti označena odgovarajućim podnaslovima. Napomene se ispisuju na dnu pripadajuće stranice, a obrojčuju se susljedno. One koje se odnose na naslov označuju se zvjezdicom, a ostale natpisnim (uzdignutim) arapskim brojkama. Napomene koje se odnose na tablice pišu se ispod tablice, a označavaju se uzdignutim malim pisanim slovima abecednim redom.

Latinska imena pisana kosim slovima trebaju biti podcrтана.

U uvodu treba definirati problem i, koliko je moguće, predočiti granice postojećih spoznaja, tako da se čitateljima koji se ne bave područjem o kojemu je riječ omogući razumijevanje namjera autora.

Materijal i metode trebaju biti što preciznije opisane da omoguće drugim znanstvenicima obnavljanje pokusa. Glavni eksperimentalni podaci trebaju biti dvojezično navedeni.

Rezultati trebaju obuhvatiti samo materijal koji se izravno odnosi na premet. Obvezatna je primjena metričkog sustava. Preporučuju se SI jedinice. Rjeđe rabljene fizikalne vrijednosti, simboli i jedinice trebaju biti objašnjeni pri prvom spominjanju u tekstu. Za pisanje formula koristiti Equation Editor (program za pisanje formula unutar MS Worda). Jedinice se pišu normalnim (uspravnim) slovima, a fizikalni simboli i faktori kosim slovima. Formule se susljedno obrojčavaju arapskim brojkama u zagradama, npr. (1) na kraju retka.

Broj slika mora biti ograničen na samo one koje su prijeko potrebne za pojašnjenje teksta. Isti podaci ne smiju biti navedeni u tablici i na slici. Slike i tablice trebaju biti zasebno obrojčene arapskim brojkama, a u tekstu se na njih upućuje jasnim naznakama ("tablica 1" ili "slika 1"). Naznaka željenog položaja tablice ili slike u tekstu treba biti navedena na margini. Svaka tablica i slika treba biti prikazana na zasebnom listu, a njihovi naslovi moraju biti tiskani na posebnim listovima, i to redosljedom. Naslovi, zaglavlja, legende i sav ostali tekst u slikama i tablicama treba biti pisan hrvatskim i engleskim ili hrvatskim i njemačkim jezikom.

Slike i tablice trebaju biti potpune i jasno razumljive bez pozivanja na tekst priloga. Naslove slika i crteža ne pisati velikim tiskanim slovima. Uputno je da crteži odgovaraju stilu časopisa i da budu tiskani na laserskom printeru. Tekstu treba priložiti izvorne crteže ili fotografske kopije. Slova i brojke moraju biti dovoljno veliki da budu lako čitljivi nakon smanjenja širine slike ili tablice na 160 ili 75 mm. Fotografije trebaju biti crno-bijele; one u boji tiskaju se samo na poseban zahtjev, a trošak tiskanja u boji podmiruje autor. Fotografije i fotomikrografije moraju biti izvedene na sjajnom papiru s jakim kontrastom. Fotomikrografije trebaju imati naznaku uvećanja, poželjno u mikrometrima. Uvećanje može biti dodatno naznačeno na kraju naslova slike, npr. "uvećanje 7500 : 1".

Svaka ilustracija na poleđini treba imati svoj broj i naznaku orijentacije te ime (prvog) autora i skraćeni naslov članka. Originalne se ilustracije ne vraćaju autorima.

Diskusija i zaključak mogu, ako autori tako žele, biti spojeni u jedan odjeljak. U tom tekstu treba objasniti rezultate s obzirom na problem koji je postavljen u uvodu u odnosu prema odgovarajućim zapažanjima autora ili drugih istraživača. Valja izbjegavati ponavljanje podataka već iznesenih u odjeljku "Rezultati". Mogu se razmotriti naznake za dalja istraživanja ili primjenu. Ako su rezultati i diskusija spojeni u isti odjeljak, zaključke je nužno iskazati odvojeno.

Zahvale se navode na kraju rukopisa.

Odgovarajuću **literaturu** treba citirati u tekstu i to prema harvardskom ("ime - godina") sustavu, npr. (Bađun, 1965). Nadalje, bibliografija mora biti navedena na kraju teksta, i to abecednim redom prezimena autora, s naslovima i potpunim navodima bibliografskih referenci. Nazive časopisa treba skratiti prema publikacijama Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Forestry Abstracts ili Forestry Products Abstracts. Popis literature mora biti selektivan, osim u preglednim radovima. Primjeri navođenja:

Članci u časopisima: Prezime autora, inicijal(i) osobnog imena, godina: naslov. Skraćeni naziv časopisa, godište (ev. broj): stranice (od - do). Primjer: Bađun, S. 1965: *Fizička i mehanička svojstva hrastovine iz šumskih predjela Ludbrenik, Lipovljani. Drvena ind.* 16 (1/2): 2 - 8.

Knjige: Prezime autora, inicijal(i) osobnog imena, godina: naslov. (ev. izdavač/izdavač): izdanje (ev. tom). Mjesto izdavanja, izdavač. (ev. stranice od - do).

Primjeri:

Krpan, J. 1970: *Tehnologija furnira i ploča. Drugo izdanje. Zagreb: Tehnička knjiga.*

Wilson, J.W.; Wellwood, R.W. 1965: *Intra-increment chemical properties of certain western canadian coniferous species. U: W. A. Cote, Jr. (Ed.): Cellular Ultrastructure of Woody Plants. Syracuse, N.Y., Syracuse Univ. Press, pp. 551-559.*

Ostale publikacije (brošure, studije itd.):

Müller, D. 1977: *Beitrag zur Klassifizierung asiatischer Baumarten. Mitteilung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, Nr. 98. Hamburg: M. Wiederbusch.*

Tiskani slog i primjeri

Autoru se prije konačnog tiska šalju po dva primjerka tiskanog sloga. Jedan primjerak treba pažljivo ispraviti upotrebom međunarodno prihvaćenih oznaka. Ispravci su ograničeni samo na tiskarske greške: dodaci ili promjene teksta posebno se naplaćuju. Autori znanstvenih i stručnih radova primaju besplatno po pet primjeraka časopisa. Autoru svakog priloga dostavlja se po jedan primjerak časopisa.

Instructions for authors

The authors are requested to observe carefully the following rules before submitting a manuscript. This will facilitate co-operation between the editors and authors and help to minimise the publication period. Manuscripts that differ from the specifications and do not comply with the formal requirements will be returned to the authors for correction before review.

General

The "Drvna industrija" ("Wood Industry") journal publishes original scientific and review papers, short notes, professional papers, conference papers, reports, professional information, bibliographical and survey articles and general notes relating to the forestry exploitation, biology, chemistry, physics and technology of wood, pulp and paper and wood components, including production, management and marketing aspects in the woodworking industry.

Submission of a manuscript implies that the work has not been submitted for publication elsewhere or published before (except in the form of an abstract or as part of a published lecture, review or thesis, in which case that must be stated in a footnote); that the publication is approved by all co-authors (if any) and by the authorities of the institution where the work has been carried out. When the manuscript is accepted for publication the authors agree to the transfer of the copyright to the publisher and that the manuscript will not be published elsewhere in any language without the consent of the copyright holders.

The scientific and technical papers should be published either in Croatian, with extended summary in English or German, or in English or German with extended summary in Croatian. The titles and all the relevant results should be presented bilingually. Other articles are generally published in Croatian. The Editor's Office provides the translation into Croatian for foreign authors.

The scientific and professional papers are subject to a thorough review by at least two selected referees. The Editorial Board makes the choice of reviewers, as well as the decision about the accepting of the paper and its classification - based on reviewers' recommendations - is made by Editorial Board.

All contributions are subject to linguistic revision. The editors will require authors to modify the text in the light of the recommendations made by reviewers and linguistic advisers. The editors reserve the right to suggest abbreviations and text improvements.

Authors are fully responsible for the contents of their contribution. The Editors assume that the author has obtained the permission for the reproduction of portions of text published elsewhere, and that the publication of the paper in question does not infringe upon any individual or corporate rights. Papers must report on true scientific or technical progress. Authors are responsible for the terminological and metrological consistency of their contribution.

The contributions are to be submitted in duplicate printout and an electronic version to the following address:

Editorial Office "Drvna industrija"
Faculty of Forestry, Zagreb University
Svetošimunska 25, HR - 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: drind@sumfak.hr

Manuscripts

Submitted manuscripts must consist of no more than 15 single-sided DIN A-4 sheets of 30 double-spaced lines, including tables, figures and references, appendices and other supplements. It is advised that longer manuscripts be divided into two or more continuing series.

Manuscripts should be written in MS Word, in normal style. Electronic version on diskettes, CD or sent by e-mail will be accepted with the printout.

The first page of the typescript should present full title, name(s) of author(s) with professional affiliation (institution, city and state), abstract with keywords in the main language of the paper (approx. 1/2 sheet DIN A4, concise in abstract form).

The succeeding pages of scientific and professional papers should present a title and extended summary with keywords in a language other than the main language of the paper (e.g. for a paper written in English or German, the title, extended summary and keywords should be presented in Croatian, and vice versa). The extended summary (approx. 1 1/2 sheet DIN A4), along with the results, should enable the reader who is unfamiliar with the language of the main text, to completely understand the intentions, basic experimental procedure, results with essential interpretation and conclusions of the author.

The last page should provide the full titles, posts and address(es) of (all) the author(s) with indication as to whom of the authors are editors to contact. Scientific and professional papers must be precise and concise and avoid lengthy introductions. The main chapters should be characterised by appropriate headings.

Footnotes should be placed at the bottom of the same page and consecutively numbered. Those relating to the title should be marked by an asterisk, others by superscript arabic numerals. Footnotes relating to the tables should be printed below the table and marked by small let-

ters in alphabetical order. Latin names to be printed in italic should be underlined.

Introduction should define the problem and if possible the frame of existing knowledge, to ensure that readers not working in that particular field are able to understand author's intentions.

Materials and methods should be as precise as possible to enable other scientists to repeat the work. Main experimental data should be presented bilingually.

Results: only material pertinent to the subject can be included. The metric system must be used. SI units are recommended. Rarely used physical values, symbols and units should be explained at their first appearance in the text. Formulas should be written by using Equation Editor in MS Word. Units are written in normal (upright) letters, physical symbols and factors are written in italics. Formulas are consecutively numbered with arabic numerals in parenthesis (e.g. (1)) at the end of the line.

The number of figures must be limited to those absolutely necessary for clarification of the text. The same information must not be presented in both a table and a figure. Figures and tables should be numbered separately with arabic numerals, and should be referred to in the text with clear remarks ("Table 1" or "Figure 1"). The position of the figure or a table in the text should be indicated on the margin. Each table and figure should be presented on a single separate sheet. Their titles should be typed on a separate sheet in consecutive order. Captions, headings, legends and all the other text in figures and tables should be written in both Croatian and in English or German.

Figures and tables should be complete and readily understandable without reference to the text. Do not write the captions to figures and drawings in block letters.

Line drawings should, if possible conform to the style of the journal and be printed on the laser printer. Original drawings or photographic copies should be submitted with the manuscript. Letters and numbers must be sufficiently large to be readily legible after reduction of the width of a figure/table to either 160 mm or 75 mm. Photographs should be black/white. Colour photographs will be printed only on special request; the author will be charged for multicolour printing.

Photographs and photomicrographs must be printed on highgloss paper and be rich in contrast. Photomicrographs should have a mark indicating magnification, preferably in micrometers. Magnification can be additionally indicated at the end of the figure title (e.g. Mag. 7500:1). Each illustration should carry on its reverse side its number and indication of its orientation, along with the name of (principal) author and a shortened title of the article. Original illustrations will not be returned to the author.

Discussion and conclusion may, if desired, be combined into one chapter. This should interpret results in relation of the problem as outlined in the introduction and of related observations by the author(s) or others. Avoid repeating the data already presented in the "Results" chapter. Implications for further studies or application may be discussed. A conclusion should be added if results and discussion are combined.

Acknowledgements are presented at the end of manuscript.

Relevant **literature** must be cited in the text according to the name-year (Harvard-) system. In addition, the bibliography must be listed at the end of the text in alphabetical order of the author's names, together with the title and full quotation of the bibliographical reference. Names of journals should be abbreviated according to Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Forestry Abstracts or Forest Products Abstracts. The list of references should be selective, except in review papers. Examples of the quotation:

Journal articles: Author, initial(s) of the first name, year: Title. Abbreviated journal name, volume (ev. issue): pages (from - to). Example;

Porter, A.W. 1964: *On the mechanics of fracture in wood*. *For. Prod. J.* 14 (8):325 - 331.

Books: Author, first name(s), year: Title. (ev. editor): edition, (ev. volume), place of edition, publisher (ev. pages from - to). Examples: Kollmann, F. 1951: *Technologie des Holzes und der Holzerzeugnisse*. 2nd edition, Vol. 1. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer
Wilson, J.W.; Wellwood, R.W. 1965: *Intra-increment chemical properties of certain western Canadian coniferous species*. In: W.A. Côte, Jr. (Ed.): *Cellular Ultrastructure of Woody Plants*. Syracuse, N.Y., Syracuse Univ. Press, pp. 551-559.

Other publications (brochures, reports etc.):

Müller, D. 1977: *Beitrag zur Klassifizierung asiatischer Baumarten*. *Mitteilung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, Nr. 98*. Hamburg: M. Wiederbusch.

Proofs and journal copies

Galley proofs are sent to the author in duplicate. One copy should be carefully corrected, using internationally accepted symbols. Corrections should be limited to printing errors; amendments to or changes in the text will be charged.

Authors of scientific and professional papers will receive 5 copies of the journal free of charge. A copy of a journal will be forwarded to each contributor.