

# 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  
Ivica Grbac  
Krešimir Greger  
Vlatka Jirouš-Rajković  
Ante P. B. Krpan  
Silvana Prekrat  
Stjepan Risović  
Tomislav Sinković - svi iz Zagreba  
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 drva, 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  
SUFINANCIRA:



# Sadržaj

## Contents

**NAKLADA (Circulation):** 700 komada · **ČASOPIS JE REFERIRAN U (Indexed in):** Forestry abstracts, Forest products abstracts, CAB Abstracts, CA search · **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. 57, 3 ·

str. 97 - 160. · jesen 2006. · Zagreb  
REDAKCIJA DOVRŠENA 30.11.2006.

<b>IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI</b> <i>Original scientific papers</i> .....	99-117
<b>ISTRAŽIVANJE KVALITETE LIJEPLJENJA LAMELIRANIH ELEMENATA ZA PROIZVODNJU GRAĐEVNE STOLARIJE</b> <b>Investigations of gluing quality of laminated window profiles</b> <i>Štefo Šorn, Andrija Bogner</i> .....	99-107
<b>ISTRAŽIVANJE UDOBNOСТИ UREDSKIH STOLICA S OBZIROM NA OBILJEŽJA ISPITANIKA</b> <b>Study of the office chairs comfort regard to subjects characteristics</b> <i>Zoran Vlaović, Andrija Bogner, Danijela Domljan</i> .....	109-117
<b>PRETHODNO PRIOPĆENJE</b> <i>Preliminary paper</i> .....	119-126
<b>REDUCTION OF DUSTINESS IN SAWING WOOD BY UNIVERSAL CIRCULAR SAW</b> <b>Smanjenje emisije drvene prašine tijekom piljenja drva univerzalnom kružnom pilom</b> <i>Očkajová, A., Beljo Lučić, R., Čavlović, A., Tereňová, J.</i> .....	119-126
<b>PREGLEDNI RAD</b> <i>Review paper</i> .....	127-133
<b>KEMIZAM PROMJENE BOJE PARENE I KUHANE ORAHOVINE (<i>Juglans regia</i> L.)</b> <b>Colour chemistry of steamed and boiled walnutwood (<i>Juglans regia</i> L.)</b> <i>Stjepan Pervan, Alan Antonović, Miha Humar, Aleš Straže, Željko Gorišek</i> .....	127-133
<b>SAJMOVI I IZLOŽBE</b> <i>Fairs and exhibitions</i> .....	135
<b>KONFERENCIJE I SKUPOVI</b> <i>Conferences and meetings</i> .....	136-143
<b>EKSKURZIJE</b> <i>Excursions</i> .....	145-147
<b>NOVE KNJIGE</b> <i>New books</i> .....	148-149
<b>OSVRTI I KOMENTARI</b> <i>Reviews and comments</i> .....	150
<b>NAŠI SURADNICI</b> <i>Our partners</i> .....	152-154
<b>UZ SLIKU S NASLOVNICE</b> <i>Species on the cover</i> .....	155-156

# Istraživanje kvalitete lijepljenja lameliranih elemenata za proizvodnju građevne stolarije

## Investigations of gluing quality of laminated window profiles

### Izvorni znanstveni rad • Original scientific paper

Prispjelo - received: 13. 9. 2006.

Prihvaćeno - accepted: 10. 11. 2006.

UDK: 630\*824.42; 630\*824.52

**SAŽETAK** • Nedostatak kvalitetnoga tehničkog drva kao sirovine za drvnu industriju evidentan je i poznat ne samo na našim, nego i na širim prostorima Evrope i Amerike. U želji da se poveća stupanj iskorištenja drva (kako kvalitativno tako i kvantitativno), razvile su se razne tehnike i tehnologije lijepljenja drva.

Lijepljene drvene poluproizvode prepoznajemo na tržištu pod nazivom "engineering wood" i u grubljoj ih klasifikaciji možemo smatrati kompozitnim materijalom. Takav su proizvod i lamelirani elementi za proizvodnju građevne stolarije, a proizvode se dužinskim i debljinskim lijepljenjem drva i mogu uspješno zamijeniti elemente od masivnog drva. Lamelirani elementi imaju i neke prednosti pred elementima od masivnog drva. To su smanjenje deformacija i racionalnija uporaba drva. Za proizvodnju građevne stolarije najčešće se rabe lamelirani elementi izrađeni od tri lamele. Ocjenjivanje kvalitete lameliranog elementa uglavnom se svodi na vizualnu kontrolu, a kvaliteta lijepljenja procjenjuje se certifikatom za kvalitetu ljepila, što nipošto nije dovoljno jer na kvalitetu lijepljenjem dobivenog spoja utječu, osim ljepila i drugi parametri procesa lijepljenja.

Za ocjenu kvalitete lijepljenja lameliranih elemenata potrebno je provoditi temeljita ispitivanja čvrstoća lijepljenih spojeva, i to kontinuirano, radi potvrde pravilnog izbora ljepila i režima lijepljenja. Na taj je način opravdana zamjena masivnog drva lameliranim elementima i osigurano jamstvo kvalitete.

**Ključne riječi:** kompozitni materijal, lamelirani element, čvrstoća lijepljenja, dužinsko spajanje, kvaliteta lameliranog elementa

**ABSTRACT** • The issue of lack of high-quality wood as raw material for the timber industry is evident and well known not only in this country but throughout Europe and America. In order to increase the utilisation level of timber as a raw material (both in terms of quantity and quality) and in order to enhance physical and mechanical features of the products' constructive elements, different techniques and technologies of wood processing have been developed. On the markets these products are known as "engineering wood" and they can be roughly classified as composite materials. Laminated elements belong to the products that substitute massive wood by ways of extension, widening and hardening of wood elements.

In this way, reduction of deformation caused by humidity changes in wood such as twisting, winding and bowing can be reached or brought to tolerable levels. Laminated elements made of three laminates are commonly used for

<sup>1</sup> Autor je docent Mašinskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. <sup>2</sup> Autor je izvanredni profesor Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

<sup>1</sup> Author is assistant professor at Faculty of Machine Engineering, Sarajevo University. <sup>2</sup> Author is associate professor at Faculty of Forestry, Zagreb University.

production of construction wood. Quality evaluation of laminated elements is usually carried out by visual control and the gluing quality is estimated based on the glue quality certificate. For assessing the gluing quality of laminated elements, the investigation of the strength of glued joints should be conducted on a regular or periodical basis, in order to have the confirmation of the right choice of glue and control of the production regime. In this manner justification and guarantee can be provided for the substitution of massive wood by laminated elements.

**Key words:** composite material, laminated elements, strength of gluing, length joint, widening, quality of laminated elements

## 1. UVOD 1 INTRODUCTION

Norme ne definiraju kvalitetu lameliranih elemenata. Ocjena kvalitete uglavnom se svodi na vizualni izgled lamela, odnosno estetski izgled vanjskih lamela, kao i uočavanje delaminacije sljubnice. Upotrebjeno ljepilo, odnosno njegov certifikat prema normama EN204/EN205 praktično je jedina potvrda odnosno zaštita kupca (proizvođača lamela odnosno kupca gotovih lamela). Ljepilo nije jedini činitelj koji utječe na kvalitetu lameliranih elemenata, jer kvaliteta elemenata ovisi i o izboru optimalnih parametara procesa proizvodnje te o ispravnom vođenju tog procesa.

Delaminacija sljubnice (otvaranje sljubnice) na lameliranom elementu posljedica je nepoštovanja uvjeta i postupka lijepljenja odnosno nekvalitetna izvedba pojedinih faza obrade. Delaminacija se može pojaviti odmah nakon završetka procesa lijepljenja, ali i kasnije kao prikrivena greška kada je lamelirani element već ugrađen u finalni proizvod (građevnu stolariju).

Na slici 1. prikazane su različite vrste elemenata za izradu profila na elementima građevne stolarije:

- element iz masivnog drva,
- lijepljeni element gdje su vanjske lamele izrađene iz jednog komada dok je središnja lamela dužinski spajana,
- lijepljeni element gdje su i vanjske i unutarnje lamele dužinski spajane i
- dužinski spajani element.

Najčešći oblik lameliranog elementa prikazana je na slici 1c) i njegova bi se kvaliteta osim vizualnom i dimenzionalnom provjerom trebala odrediti i provjerom čvrstoće na savijanje za dužinske spojeve, odnosno ispitivanjem čvrstoće lijepljenih spojeva na smicanje za debljinske spojeve.

Konstrukcija lameliranih elemenata umanjuje promjene oblika (deformacije elemenata koje mogu nastati kao posljedica nehomogenosti i anizotropnosti

drva) ali se povećava i iskorištenje drva. Pri tome lamelirani elementi imaju istu ili veću čvrstoću i krutost nego elementi od masivnog drva.

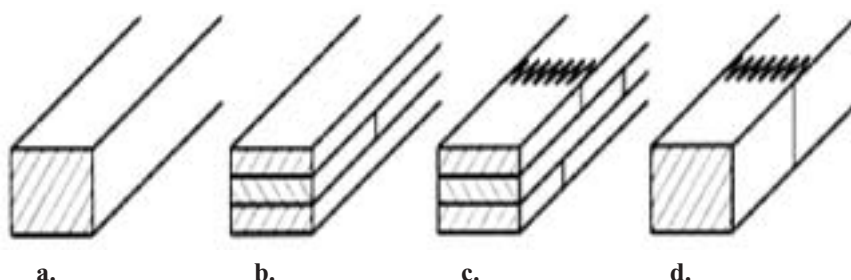
U konstrukcijskom smislu lijepljeni elementi, (uobičajeni je naziv lamelirani elementi) pripadaju grupi dužinski i debljinski lijepljenog drva pri čemu se dobivaju obradci potrebnih dimenzija.

Lamelirani elementi služe za izradu prozora i najčešće se rade od tri lamele te se na taj način postižu ove dodatne prednosti :

- mogućnost izrade elemenata velikog poprečnog presjeka,
- sortiranjem lamela odvajamo unutrašnje od vanjskih pa tako koristimo materijal lošije kvalitete za unutrašnje lamele,
- lamelirani elementi imaju bolja mehanička svojstva nego masivno drvo,
- povećanje dimenzionalne i geometrijske stabilnosti,
- pojedinačne lamele se bolje i lakše suše,

Time se omogućava ispunjavanje potrebnih zahtjeva za kvalitetom lameliranih elemenata za izradu građevne stolarije, ali i za boljim korištenjem drva. (Turkulini i sur. 1989).

S obzirom na uvjete koje će lamelirani elementi imati u tijeku upotrebe (mogućnosti povećane vlažnosti i povišene temperature ta njihove cikličke promjene), kvaliteta lijepljenja izuzetno je važna. Radi smanjivanja cijene proizvoda uvriježena je upotreba, vlagootpornih ili vodootpornih polivinil-acetatnih (PVAC) ljepila (prema Europskoj normi EN 204 ta ljepila spadaju u klase otpornosti D3 ili D4) Za proizvodnju lameliranih elemenata namijenjenih proizvodnji vanjske građevinske stolarije (prozora i balkonskih ili ulaznih vrata), upotrebljavaju se PVAC ljepila koja su modificirana u smislu povećanja otpornosti na vlagu ili tekuću i kondenziranu vodu. Postoje četiri klase otpornosti (od D1 do D4) koje su definirane u EN 204 „Klasifikacija termoplastičnih adheziva za drvo za ne noseće građevin-



Slika 1. Vrste elemenata za izradu prozorskih profila

Figure 1 Some types of wood pieces used for production of window profiles

ske konstrukcije". Pri upotrebi ovih ljepljiva za lijepljenje lameliranih elemenata, ljepljiva moraju zadovoljiti klasu otpornosti D3 ili D4. Navedena norma propisuje uvjete tretiranja uzoraka za testiranje čvrstoće lijepljenog spoja i minimalne čvrstoće koje uzorci nakon tretiranja moraju zadovoljiti za određenu klasu otpornosti. Ljepljiva koja zadovoljavaju klasu otpornosti D3 pogodna su za upotrebu u interijerima sa čestom kratkom izloženošću tekućoj ili kondenziranoj vodi i/ili jakoj izloženosti visokoj vlazi. Također se mogu koristiti u eksterijerima, ali lijepljeni proizvodi moraju biti zaštićeni od utjecaja atmosferilija.

Ljepljiva koja zadovoljavaju klasu otpornosti D4 pogodna su za upotrebu u interijerima sa čestom dugom izloženošću tekućoj ili kondenziranoj vodi, ali se mogu koristiti i za lijepljenje proizvoda koji će se koristiti u eksterijerima i koji će biti izloženi utjecaju atmosferilija, ali drvo mora biti zaštićeno adekvatnim zaštitnim premazom.

Dosadašnja iskustva iz proizvodnje ukazuju na osjetljivost ovog problema. Počevši od neznanja pa do nestručnog vođenja procesa proizvodnje. Te se greške, ako nisu uočene tijekom kontrole lameliranih elemenata, relativno kasno pokazuju kad je proizvod već gotov ili ugrađen.

Podešavanje parametara procesa obrade, na strojevima za dužinsko spajanje elemenata odnosno debljinsko lijepljenje, koji su u funkciji vrste drva, vrste ljepljiva, dimenzija elemenata koji se lijepe i radnika izuzetno je važan posao.

Optimalne parametare procesa obrade moguće je postići na tri načina i to:

- preporukom proizvođača opreme,
- na bazi iskustva proizvođača lameliranih elemenata ili
- u suradnji sa stručnim organizacijama (fakulteti, instituti, laboratoriji).

## 2. CILJ RADA 2 RESEARCH OBJECTIVE

Cilj rada bio je istražiti kvalitetu lijepljenja lameliranih elemenata koja će biti definirana na bazi egzaktnih pokazatelja čvrstoće lijepljenog spoja na savijanje za dužinski lijepljene spojeve i čvrstoće na smicanje za debljinski lijepljene spojeve te postavljanje kriterija za minimalnu čvrstoću lijepljenih spojeva.

S obzirom na to da ne postoji norma po kojoj bi se mogla ispitati kvaliteta lijepljenja lameliranih elemenata u radu je prikazan postupak kojim je ispitana kvaliteta lameliranih elemenata ali i postupak za kontinuirano praćenje kvalitete. Pritom su korištene norme: EN 204 po kojoj je izvršeno tretiranje proba za ubrzano starenje lijepljenih spojeva, EN 392 po kojoj su izrađene probe i ispitana čvrstoća na smik debljinski lijepljenih spojeva i predložen je kriterij po kojem se može odrediti minimalna čvrstoća lijepljenih spojeva.

Za ispitivanje čvrstoće na savijanje dužinski lijepljenih spojeva korištena je norma HRN DE1.010 u kojoj je naglašeno da čvrstoća na savijanje dužinski

spojenih elemenata smije imati do 20 % manju čvrstoću u odnosu na elemente bez dužinskog spoja.

## 2.1. Čimbenici koji utječu na kvalitetu lijepljenja lameliranih elemenata

### 2.1 Factors affecting gluing quality of laminated window profiles

Pouzdanost kvalitete lijepljenja lameliranih elemenata  $P$  ovisi o kvaliteti izvedbe svake faze procesa obrade koje navodimo, a pouzdanost kvalitete za pojedinu fazu obrade može se prikazati relativnim brojem  $P_n$ . Za idealno kvalitetno izvedenu fazu obrade  $P_n = 1$ , a za nekvalitetno izvedenu fazu obrade  $P_n < 1$ .

Tehnološke su faze obrade:

1. sušenje lamela,
2. dužinsko spajanje (sparivanje elemenata, izrada zupčastog spoja i lijepljenje),
3. priprema sljubnice (blanjanje),
4. izrada konstrukcije (sparivanje lamela),
5. nanošenje ljepljiva (izbor i priprema),
6. prešanje (režim prešanja),
7. kondicioniranje (odležavanje) lameliranih elemenata.

Ako se kvaliteta lijepljenja lameliranog elementa procjenjuje na osnovu navedenih pouzdanosti kvalitete za svaku fazu obrade, onda je pouzdanost kvalitete lameliranog lijepljenog elementa umnožak svih pouzdanosti po fazama obrade što je prikazano jednadžbom (1).

$$P = P_1 P_2 \dots P_n ; P_n \leq 1 ; n = 1, 2, \dots, 7 \quad (1)$$

To znači da kvaliteta lijepljenja i njezina pouzdanost ovise o kvalitetnoj izvedbi svake faze obrade u tehnološkom procesu i ne može se procjenjivati samo na osnovi vizualnog pregleda i atesta za ljepljivo, kao što se sada uglavnom radi.

Dobro znamo, da je pouzdanost  $P = 1$  teoretska vrijednost i da njoj treba težiti. Međutim, ona je za proizvođača ispunjena prodajom i naplatom bez reklamacija, ali time problem nije riješen. Za kupce lameliranih elemenata bilo bi ipak bolje da se na osnovi ispitivanja kvalitete dobije uvjerenje o kvaliteti koje bi jamčilo kvalitetu proizvoda.

## 3. METODOLOGIJA RADA 3 RESEARCH METHOD

Radi procjene kvalitete lijepljenja lameliranih elemenata od elemenata su izrađene probe prema EN 392 koja propisuje postupak određivanja čvrstoća na smicanje lijepljenih spojeva lameliranih nosača od masivnog drva. Dakle, takve su konstrukcije predviđene kao konstruktivni nosivi elementi, a oblik i opterećenje probe prikazan je na slici 2.

Prednost takvog ispitivanja je jednostavnost izrade proba. U radu se odstupilo od izrade proba prema EN 205 i zato što se tom normom ispituje kvaliteta ljepljiva (klasa otpornosti), a u ovom se radu želi procijeniti kvaliteta **lijepljenog spoja** lameliranih elemenata koja



**Slika 2.** Ispitivanje čvrstoće na smicanja prema EN 392  
**Figure 2** Shear test of glue lines, EN 392

ovisi i o drugim ranije navedenim parametrima (pouzdanosti kvalitete pojedine faze obrade).

Prije određivanja smicajne čvrstoće lijepljenog spoja probe su tretirane u skladu sa tretmanima 3 i 5 za klasu otpornosti D4 (D4-3 ; D4-5) prema već navedenoj normi EN 204, a koji su prikazani u tablici 1.

Lamelirani elementi za izradu prozora uglavnom se izrađuju od drva četinjača, najčešće jele ili smreke i u praksi se ne pravi razlika između te dvije vrste drva jer imaju slična svojstva. Rjeđe se rabi drvo hrasta, ariša ili bora. Međutim, tretmani proba D4-3 i D4-5 prema EN 204 kao što je već rečeno odnose se na određivanje vlagootpornosti odnosno vodootpornosti ljepljiva, a ne lijepljenog spoja, no ipak su navedeni tretmani korišteni jer je na taj način moguće povući paralelu između ispitivanja otpornosti ljepljiva i ispitivanja otpornosti lijepljenog spoja. Kriterij za ocjenjivanje kvalitete debljinskog lijepljenja bio je izmjerena čvrstoća lijepljenog spoja na smik dobivena već opisanom metodom prema normi EN 392. Prema kriteriju koji predlažemo, čvrstoća lijepljenog spoja na smik ne smije biti manja od srednje čvrstoće na smik jelovine i smrekovine u napojenom stanju jer se čvrstoća mjeri nakon tretiranja proba (tablica 2), a drvo je tada u napojenom stanju. Čvrstoću

**Tablica 1.** Tretiranje proba prije određivanja smicajne čvrstoće

**Table 1** Pretreatment of test pieces

Tretman EN204 <i>Durability classes</i>	Uvjeti izlaganja proba <i>Climatic conditions</i>
D4-3	7 dana standardna klima <sup>1</sup> <i>7 days in standard atmosphere</i> 4 dana u vodi (20 ± 5)°C <i>4 days in water at (20±5) C</i>
D4-5	7 dana standardna klima <sup>1</sup> <i>7 days in standard atmosphere</i> 6 sati u vodi koja ključa <i>6 hours in boiling water</i> 2 sata u vodi (20 ± 5)°C <i>2 hours in water (20±5) C</i>

<sup>1</sup> standardna klima 20±2°C/65±5% r.v. ili 23±2°C/50±5% r.v.

napojenog drva na smik može se izračunati prema jednadžbi (2) (Kollman and Cote, 1968.) .

$$\tau_{w>t.z.v.} = \tau_{w 12\%} [1 - \alpha (W - 12\%)] \quad (2)$$

gdje je:

$\tau_{w>t.z.v.}$  – čvrstoća na smik u smjeru vlaknaca iznad točke zasićenosti vlaknaca drva (*shear strength in grain direction above fiber saturation point*), MPa

$\tau_{w 12\%}$  – čvrstoća na smik u smjeru vlaknaca pri sadržaju vode u drvu od 12 % (*shear strength in grain direction with moisture content above 12%*), MPa

$\alpha$  – korekcijski faktor za smjer djelovanja sile (0,03) (*correction factor for force direction of 0.03*)

$W$  – točka zasićenosti vlaknaca (*fiber saturation point*), %

Srednja čvrstoća na smik za jelovinu i smrekovinu u napojenom (zasićenom) stanju izračunana prema jednadžbi 2 iznosi **2,6 MPa**, i ta je vrijednost uzeta kao minimalna vrijednost koju bi uzorci za ispitivanje čvrstoće na smik trebali postići da bi kvaliteta bila zadovoljavajuća.

U istraživanju smo se koristili elementima tri proizvođača lameliranih elemenata na području BiH u vremenu 2002 i 2003. godine koji su koristili istu kvalitetu ljepljiva, klase otpornosti D4 i lameliranim elementima šest proizvođača koji su proizvedeni tijekom 2004 i 2005 godine, a koristili su različita ljepljiva, ali sva klase otpornosti D4. Svi elementi izrađeni su iz jelovine ili smrekovine.

Kvalitetu lijepljenja dužinski lijepljenih spojeva u lameliranim elementima pratilo se kroz čvrstoću savijanja. Probe su izrađene piljenjem od dužinski spojenih elemenata, a opterećivale su se na dva načina:

- okomitim opterećenjem spoja, (sl. 3. a) i
- horizontalnim opterećenjem spoja, (sl. 3. b).

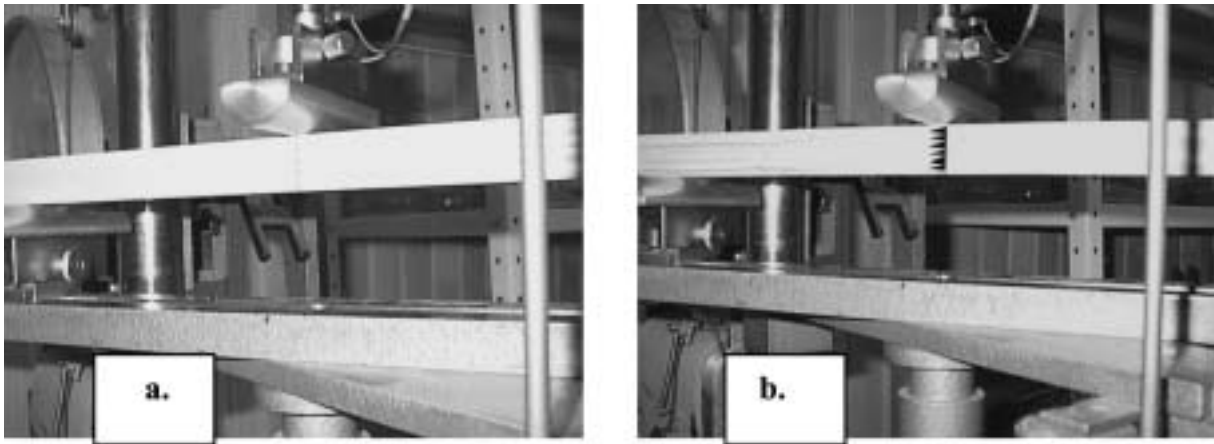
U normi HRN DE1.010 naglašeno je da čvrstoća na savijanja dužinski spojenih elemenata smije imati do 20 % manju čvrstoću od elemenata bez dužinskog spoja.

## 4. REZULTATI I DISKUSIJA 4 RESULTS AND DISCUSSION

Na slikama 4. i 5. prikazani su dijagrami rezultata izmjerenih čvrstoća lameliranih elemenata izrađenih tijekom 2002. i 2003. godine.

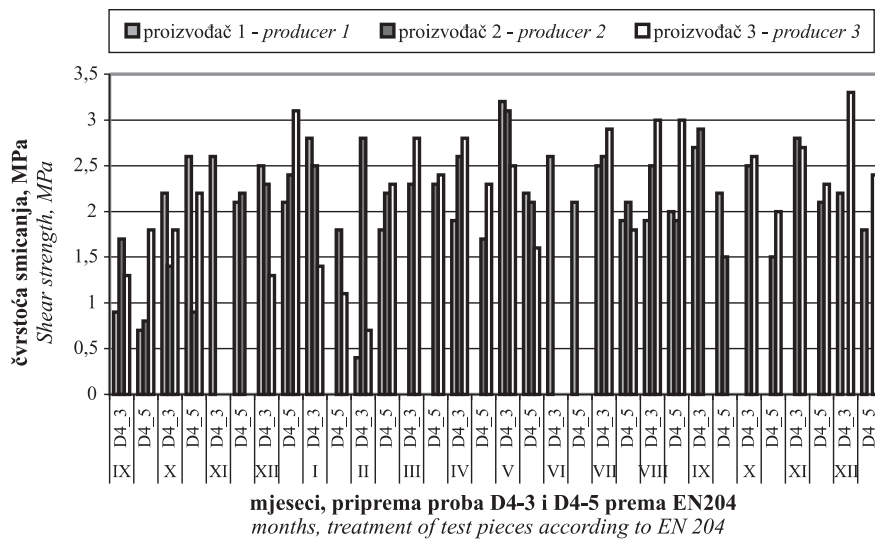
Slika 6. prikazuje distribuciju srednjih vrijednosti čvrstoće na smicanje lameliranih elemenata praćenih tijekom 2004. i 2005. godine. Za izračunavanje srednjih vrijednosti izrađeno je od 12 do 20 proba u uzorku što iznosi 1236 proba upotrijebljenih za ispitivanje prema tretmanu D4-3. Za tretman D4-5 korišteno je 1087 proba, što iznosi ukupno 2 323 probe.

Normom HRN DE1.010 naglašeno je da čvrstoća savijanja produženih elemenata smije imati do 20 % manju čvrstoću u odnosu na ne produžene probe. Podaci iz literature nam kazuju da srednje vrijednosti čvrstoće savijanja masivnog drva jele/smreke iznose od 69,4



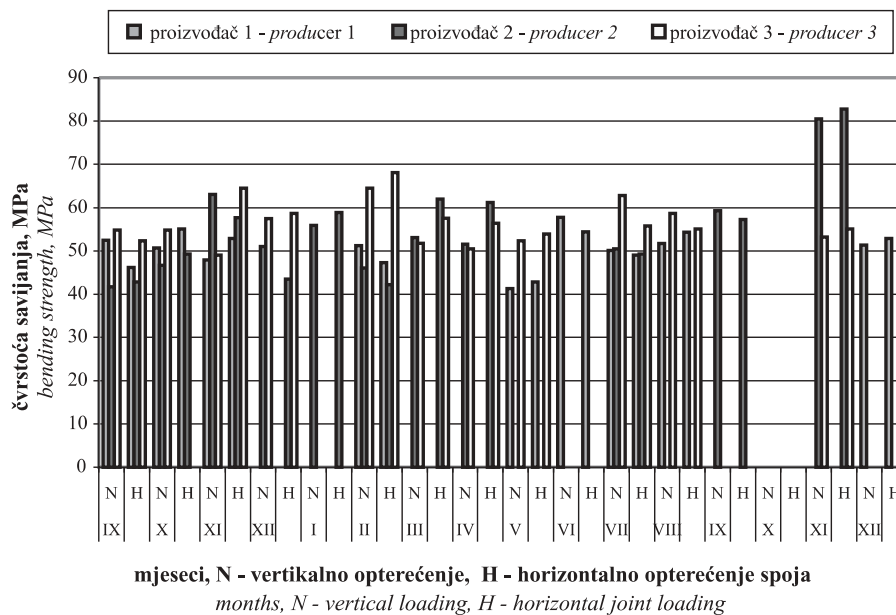
**Slika 3.** Ispitivanje čvrstoće na savijanje produženih elemenata prema HRN D.A1.046, a. Okomito opterećenje spoja, b. Horizontalno opterećenje spoja

**Figure 3** Bending strength test of finger joint timber according to HRN D.A1.046, a. Vertical loading of joint, b. Horizontal loading of joint



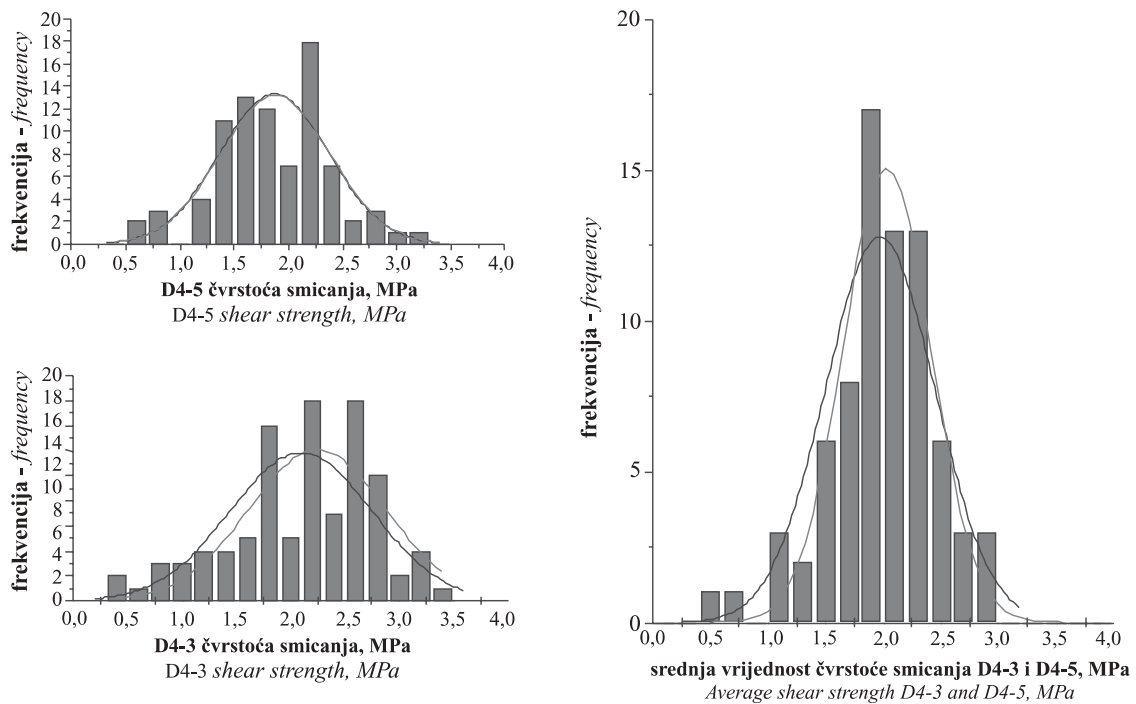
**Slika 4.** Usporedba kvalitete lijepljenja debljinski lijepljenih spojeva lameliranih elemenata triju proizvođača tijekom 2002. i 2003. godine

**Figure 4** Comparison of three different producers concerning the quality of gluing of laminated timber in the period 2002-2003



**Slika 5.** Usporedba kvalitete lijepljenja dužinski lijepljenih spojeva lameliranih elemenata triju proizvođača tijekom 2002. i 2003. godine

**Figure 5** Comparison of three different producers concerning the bending strength of finger joints of timber in the period 2002-2003



**Slika 6.** Distribucija čvrstoća na smicanje lameliranih elemenata dobivena praćenjem šest proizvođača tijekom 2004. i 2005. godine.  
**Figure 6** Distribution of adhesive strength as the presentation of gluing quality of laminated timber in the period 2004 - 2005

do 72,9 MPa, (Požgaj i sur. 1997) odnosno od 60.8 do 64.9 MPa, (Karasahanović, 1988) te na slici 5 možemo uočiti da su vrijednosti produžavanih elemenata u toku 2002. i 2003. godine kod sva tri proizvođača u većini slučajeva postignute.

To se ne može reći za debljinsko lijepljenje tijekom praćenja čvrstoće na smicanje u vremenu od 2002. do 2003. godine.

Na dijagramu praćenja čvrstoće na smicanje lijepljenih elemenata prikazane na slici 4. za tretman D4-3 (čvrstoća na smicanje lijepljenog spoja nakon četiri dana potapanja u vodi  $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ), raspon podataka kretao se od 0,4 do 3,3 MPa. Za tretman D4-5 (kuhanje proba u vodi šest sati, zatim hlađenje dva sata u vodi  $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ) taj raspon je iznosio 0,7 do 3,0 MPa.

Srednja vrijednost čvrstoće na smicanje za uzorke ispitivane tokom 2004 - 2005 godine za tretmane D4-3 iznosi 2,09 MPa sa standardnom devijacijom 0,41 MPa i koeficijentom varijacije 22,5 %, odnosno, za tretmane D4-5 srednja vrijednost čvrstoće smicanja je 1,87 MPa s devijacijom 0,36 MPa i koeficijentom varijacije 20,5 %.

Ukupna srednja vrijednost čvrstoće smicanja lijepljenog spoja za tretmane D4-3 i D4-5, iznosi 1,97 MPa sa standardnom devijacijom 0,51 MPa i koeficijentom varijacije 28,1 %.

Udio loma po drvu iznosio je, 17 % za tretmane D4-3, odnosno 4 % za tretmane D4-5.

Ako u analizu rezultata izmjerenih čvrstoća pored srednje čvrstoće koja iznosi 1,97 MPa uključimo i rasipanje podataka koje je prikazano standardnom devijacijom i iznosi 0,51 MPa tada možemo izračunati *normativnu čvrstoću* na smik lijepljenih spojeva (Ljuljka i sur. 1978) :

$$\check{C}_n = \tau_{sr} - 2\sigma \quad (3)$$

pri čemu je:

$\check{C}_n$  – normativna čvrstoća, MPa

$\tau_{sr}$  – srednja čvrstoća na smik, MPa

$\sigma$  – standardna devijacija

Normativna čvrstoća prema jednadžbi (3) iznosi 0,95 MPa.

Prikaz promjene vrijednosti čvrstoća na smicanje tijekom 2004. i 2005. godine, dan je na dijagramima promjena po mjesecima na slikama 7 i 8.

Analiza rezultata pokazala je da probe za ispitivanje kvalitete lijepljenja debljinski lijepljenih spojeva nisu doseglye postavljenu minimalnu vrijednost čvrstoće na smik (izračunanu prema jednadžbi 2) od 2,6 MPa. Mali broj proba postigao je tu čvrstoću, ali srednja vrijednost čvrstoće na smik je ispod te vrijednosti. Analizom lomnih površina zaključujemo da se lom kod većine proba dogodio u sloju ljepila mada je bilo i čistih kohezijskih lomova po drvu (sl. 9).

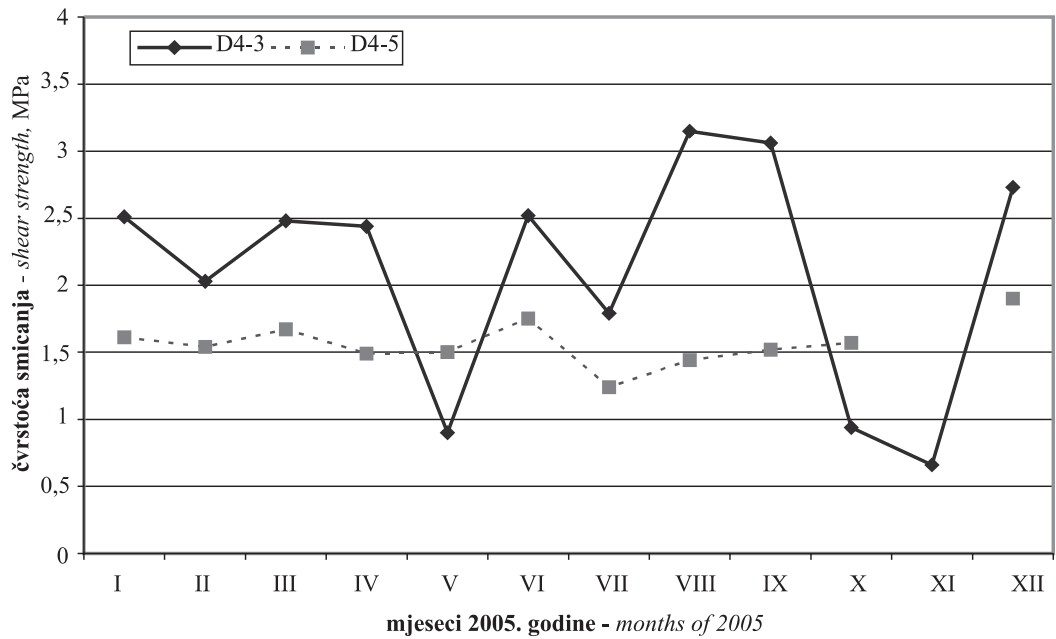
Na bazi minimalne čvrstoće  $\tau_{w>t.z.v.}$  i normativne čvrstoće na smik  $\check{C}_n$  možemo izračunati pouzdanast kvalitete lijepljenja  $P$  prema jednadžbi (4):

$$P = \check{C}_n / \sigma_{w>t.z.v.} \quad (4)$$

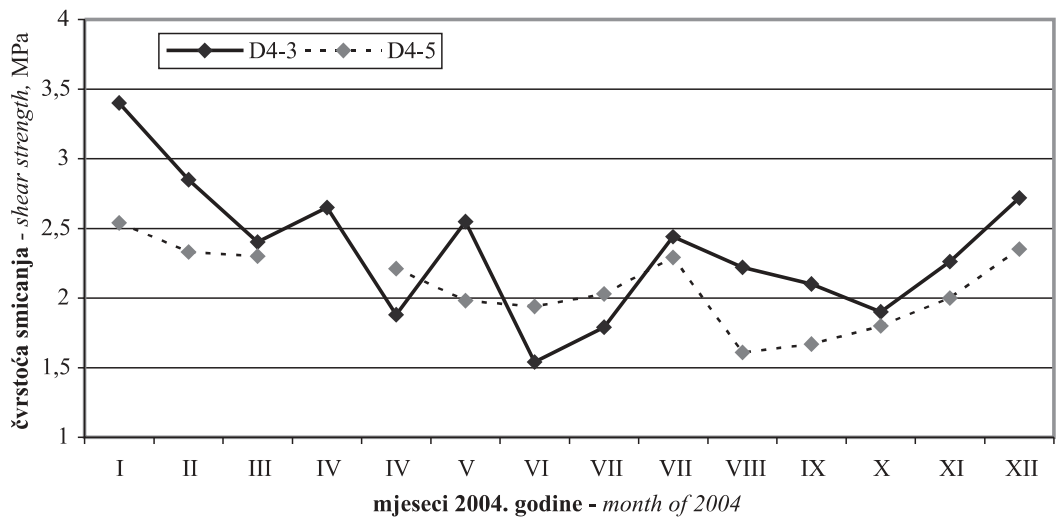
Ona iznosi 0,365. Dakle, izmjerena čvrstoća na smik iznosi samo 36,5 % potrebne minimalne čvrstoće od 2,6 MPa.

Vizualni izgled lameliranih elemenata, ocijenjen prema vanjskim lamelama dobar je, jer je radijalni rez koji se zahtijeva kod vanjskih lamela već je tehnološki savladan u našim proizvodnjama. Ipak, što se tiče konstrukcije lamela, još uvijek imamo tipične greške nepravilnog slaganja elemenata u lameli s obzirom na položaj godova, što je prikazano na slici 10. Položaj godova između elemenata u lameli trebao bi biti simetričan, tj. pravilno izmjeničan (Turkulin i Ljuljka, 1989).

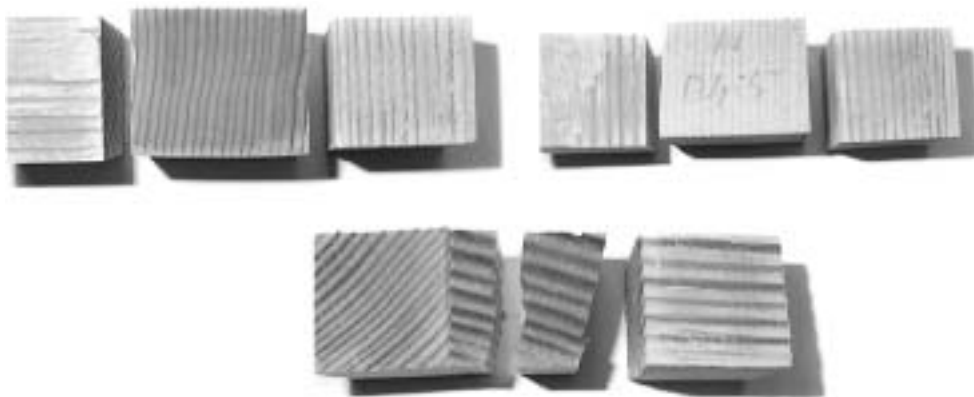




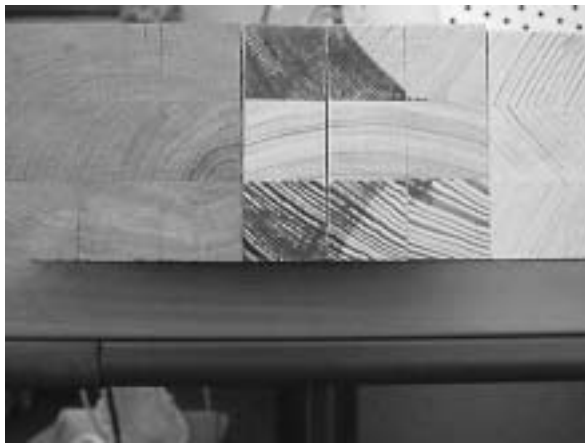
Slika 7. Prikaz kolebanja vrijednosti čvrstoće lijepljenih spojeva na smicanje tijekom 2005. godine  
 Figure 7 Presentation of results of bonding quality in 2005



Slika 8. Prikaz kolebanja vrijednosti čvrstoće lijepljenih spojeva na smicanje tijekom 2004. godine  
 Figure 8 Presentation of results of bonding quality in 2004



Slika 9. Vrste lomova lijepljenog spoja  
 Figure 9 Some kinds of glue areas of glued laminated timber



**Slika 10.** Neke od konstrukcija lameliranih elemenata  
**Figure 10** Some kinds of construction of glued laminated timber

Posljedica takvih konstrukcija moguće su delaminacije prikazane na slici 11, koje nastaju zbog većih deformacija srednje lamele.

## 5. ZAKLJUČAK 5 CONCLUSION

Lamelirani elementi iz tekuće proizvodnje ispitivani u razdoblju od 2002. do 2005. godine nisu pokazali zahtijevanu kvalitetu lijepljenja debljinski lijepljenih spojeva prema kriterijima postavljenim u ovom radu.

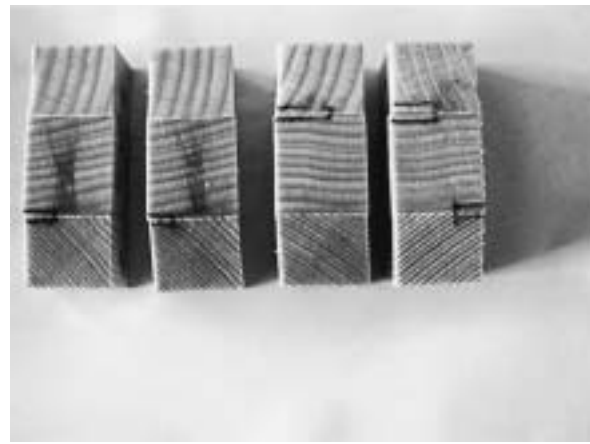
Ukupna srednja vrijednost čvrstoće na smicanje debljinski lijepljenih spojeva za tretmane D4-3 i D4-5 iznosi 1,97 MPa, sa standardnom devijacijom 0,51 MPa i koeficijentom varijacije 28,1 % iz čega je vidljivo da nije dostignuta postavljena minimalna vrijednost čvrstoće na smik (izračunatu putem jednadžbe 2) od **2,6 MPa** već je to 36,5% zahtijevane minimalne vrijednosti, ako se uzme u obzir normativna čvrstoća.

Udio loma po drvu iznosio je 17 % za tretmane D4-3, odnosno 4 % za tretmane D4-5, a tako mali udio loma po drvu možemo objasniti nedovoljnom čvrstoćom lijepljenja.

Uočeno je, da lijepljeni spojevi izlagani tretmanu D4-5 imaju veće vrijednosti čvrstoće na smicanje u odnosu na spojeve izlagane tretmanu D4-3. Razlog tome može biti usporena polimerizacija ljepila i/ili relaksacija unutrašnjih naprezanja u lijepljenom spoju tijekom tretiranja (Bogner i sur., 1999) što bi se moralo dodatno istražiti, a može upućivati i na variranje kvalitete ljepila tijekom proizvodnje ili distribucije.

U daljnjim istraživanjima trebalo bi istražiti moguće uzroke niske pouzdanosti kvalitete lijepljenja lameliranih elemenata ( $P = 0,365$ ). Ta bi istraživanja trebala obuhvatiti ispitivanje kvalitete izvedbe svih sedam ranije nabrojanih faza obrade kako bi se poboljšala kvaliteta izvedbe svake pojedine faze, a time i kvaliteta lijepljenja lameliranih elemenata.

Možemo reći da je zadovoljavajuću čvrstoću lijepljenja, kako pri produžavanju tako i pri debljinskom lijepljenju drvnih materijala kao što su jelovina/smrekovina moguće postići samo uz ozbiljniji tehnološki nadzor parametara proizvodnje.



**Slika 11.** Delaminacija sljubnice na probama nastale tijekom ispitivanja

**Figure 11** Delamination of glue line of samples during testing

Međutim, tom se problemu ne pridaje dovoljna pozornost i proizvođači se uglavnom zadovoljavaju uvjerenjem o kvaliteti ljepila (klasa otpornosti) iskazanom na osnovu ispitivanju ljepila prema EN 204/EN 205.

Na osnovi verificiranih rezultata kontinuiranog ispitivanja čvrstoće na savijanje i čvrstoće na smicanje lijepljenih elemenata ovlaštenu laboratorij mogao bi izdati potvrdu o kvaliteti lijepljenja lameliranih elemenata. Rezultati ispitivanja predstavljali bi procjenu pouzdanosti kvalitetnog vođenja procesa proizvodnje lameliranih elemenata, što je predloženo u ovom radu. Kako je već navedeno procjena pouzdanosti kvalitete lijepljenja  $P = 1$  idealna je i neće se moći postići zbog mnogih činitelja na koje nije moguće utjecati kao što su anizotropnost drva i nemogućnost potpunog pridržavanja parametara tehnološkog procesa. Stoga predlažemo da se kao realna vrijednost pouzdanosti faze obrade  $P_n$  uzme vrijednost od 0,9. Tada bi ukupna procjena pouzdanosti kvalitete lijepljenja iznosila  $P = 0,478$ . Ako bi takva procjena pouzdanosti bila manja od  $P < 0,45$  to bi bio znak da neka od faza procesa nije kvalitetno izvedena.

Osim toga takvi rezultati predstavljaju osnovne sigurnosne pokazatelje trajnosti materijala ugrađenog u krajnji proizvod.

Daljnja potvrda kvalitete lameliranih elemenata treba biti trajnost u eksploataciji tj. postojanost čvrstoće lijepljenih spojeva na temperaturu i test delaminacije, koji se na našem području još uvijek ne traže.

Ispitivanje čvrstoće na smicanje kao ocjenu kvalitete lijepljenja lameliranog elementa potrebno je kontinuirano ili periodično provjeravati, što bi bila potvrda pravilnog izbora ljepila i kontrole režima proizvodnje, dakle kontrola kvalitete izvedbe svih faza proizvodnje.

## 6. LITERATURA 6 REFERENCES

1. Bogner, A.; Grbac, I.; Mihulja, G. 1999: Zaostala naprezanja u lijepljenim drvnim konstrukcijama, *Drvna industrija*, 50 (4), 139-143.
2. Green, D. W.; Evans, J. W.; Craig, B.A. 2003: Effect of low relative humidity on properties of structural lumber products, *Wood and Fibre Science*, 35 (2), 247-265

3. Karasahanović, A. 1988: Nauka o drvetu, Svjetlost, Sarajevo.
4. Ljuljka, B. i sur., 1978: Lijepljenje u tehnologiji finalnih proizvoda. SIZ odgoja i usmjerenog obrazovanja šumarstva i drvne industrije SRH.
5. Kollman, F. P.; Cote, W. A. 1968: Principle of Wood Science and Technology. Solid Wood. New York.
6. Požgaj, A.; Chovanec, D.; Kurjatko, S.; Babiak, M. 1997: Štruktúra a vlastnosti dreva, Priroda, a. s. , Bratislava.
7. Šorn, Š. 2005: Istraživanje fizikalnih svojstava LVL ploča za primjenu u građevinarstvu i proizvodnji građevinske stolarije, disertacija.
8. Turkulin, H., Ljuljka, B., 1989: Lamelirana građevinska stolarija, znanstvena studija, Zagreb.
9. \*\*\* EN 204 Classification of thermoplastic wood adhesives for non-structural applications.
10. \*\*\* EN 205 Test methods for wood adhesives for non-structural applications.
11. \*\*\* EN 392 Glue laminated timber – Shear test of glue lines.
12. \*\*\* HRN D. E1. 010 Veze drveta. Zupčasti spoj za n-stavljanje po dužini.

**Corresponding address:**

Assist. Prof. ŠTEFO ŠORN, PhD

Faculty of Machine Engineering  
Vilsonovo šetalište 6  
71000 SARAJEVO  
Bosnia and Herzegovina  
e-mail: sstefo\_s@yahoo.com

# **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 drvnoj 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.

Zoran Vlaović, Andrija Bogner, Danijela Domljan<sup>1</sup>

# Istraživanje udobnosti uredskih stolica s obzirom na obilježja ispitanika

## Study of the office chairs comfort regard to subjects characteristics

Izvorni znanstveni rad • Original scientific paper

Prispjelo - received: 18. 7. 2006.

Prihvaćeno - accepted: 10. 11. 2006.

UDK: 630\*836.1

**SAŽETAK** • Dugotrajno sjedenje na neprikladnim stolicama koje nedovoljno pridržavaju tijelo i uzrokuju nelagodu i umor rezultira neudobnošću sjedenja. Istraživanjem konstrukcija uredskih stolica utvrđene su razlike u osjećaju udobnosti sjedenja na različitim vrstama sjedala. Istodobno je istraživana i utjecaj nekih ljudskih osobina i obilježja na osjećaj udobnosti. U radu su prikazani rezultati provjere statističke značajnosti razlika u subjektivnim procjenama udobnosti/neudobnosti s obzirom na spol, dob, visinu i masu ispitanika, zdravstvene tegobe i navike križanja nogu tijekom sjedenja, i to na četiri različite konstrukcije sjedala. Istraživanja su provedena na 36 ispitanika i sa 16 stolica. Ispitanici su nakon dvodnevno sjedenja na stolici ocjenjivali osjećaje udobnosti/neudobnosti uz pomoć upitnika i odgovarajući na pitanja o postojanju određenih navika sjedenja i zdravstvenih tegoba. Razlike u procjenama među skupinama ispitanika provjerene su pomoću t-testa za neovisne uzorke. Istraživanje je pokazalo da ne postoje statistički značajne razlike testiranih varijabli i osobina ispitanika, ali da postoje neki trendovi.

**Ključne riječi:** udobnost stolica, uredska stolica, subjektivna metoda, ergonomija, antropometrijska obilježja.

**ABSTRACT** • Prolonged use of anthropologically and ergonomically unsuited office task chair can cause discomfort and problems. The study about construction of office task chairs has shown differences of subjects feelings in the sitting comfort provided by various types of seating fillings. At the same time it was researched influence of some human characteristics on comfort feeling. Paper presents statistically significant differences in subjective evaluation of comfort/discomfort on four different seat constructions regarding to gender, age, height and mass of subjects, health problems and crossing legs habits during sitting. The study included 36 subjects and 16 chairs. After two days use of the chairs the subjects assessed their feeling of comfort and discomfort by ticking statements of the questionnaire about subsistence of specific sitting habits and health problems. Differences in evaluation among subject groups are checked with t-test for independent sample. Study showed no significantly differences in tested variables and subjects characteristics, but there are some trends.

**Key words:** chair comfort, office chair, subjective method, ergonomics, anthropometry characteristics.

### 1. UVOD

#### 1 INTRODUCTION

Istraživanje razlika u subjektivnim procjenama udobnosti i neudobnosti sjedenja na uredskim stolicama

s obzirom na spol, dob, visinu i masu ispitanika te postojanje simptoma nekih bolesti ili tegoba i navike križanja nogu tijekom sjedenja provedeno je istraživanjem udobnosti uredskih stolica različitim konstrukcija (Vlaović, 2005). Konstrukcija namještaja za sjedenje u uredskom

<sup>1</sup> Autori su redom asistent, izvanredni profesor i asistentica na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska.

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

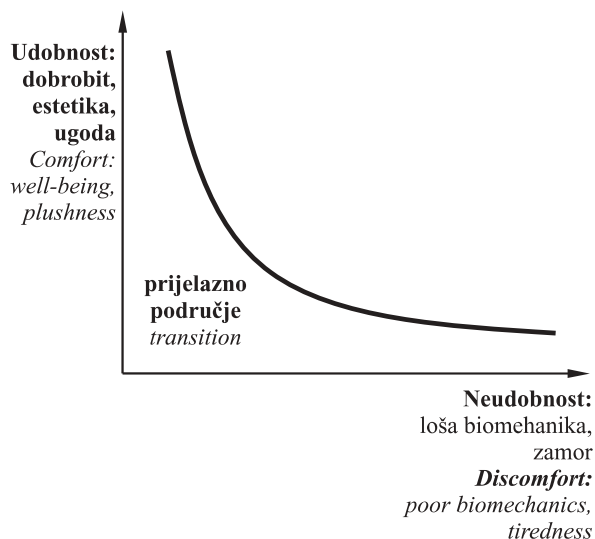
radnom okruženju izuzetno je važna i trebamo je shvaćati ozbiljno jer bez kvalitetne konstrukcije mehanizma, sjedala i naslona, njihove usklađenosti i prilagodljivosti osobi nema ni općenite udobnosti sjedenja. Udobnost je definirana kao svojstvo nečega što pruža dovoljno mjesta i ugone za korištenje i boravak, a Slater je (1985) definira kao ugodno stanje fiziološke, psihološke i fizičke harmonije između ljudskog bića i njegove okoline (u De Looze i dr., 2003). Udobnost sjedenja zasniva se na mehaničkoj, psihofizičkoj i psihološkoj udobnosti, kao i na navikama sjedenja, znanju o sjedenju i dr. Mehaničku udobnost osiguravaju konstrukcija uredskih stolica i njihovo udovoljavanje brojnim uporabnim zahtjevima. Psihofizičku udobnost pak osigurava ergonomska (antropometrijska) usklađenost stolice s korisnikom, a psihološkoj udobnosti pridonose vanjski utjecaji poput ambijenta, boja, temperature površine materijala i sl. I dok neki smatraju da je neudobnost nedostatak udobnosti, ili pak da je udobnost stanje osobe upletene u osjećaj subjektivnog zadovoljstva u reakciji na okolinu ili situaciju (De Looze i dr., 2003), drugi su došli do zaključka da su udobnost i neudobnost dvije različite i komplementarne krajnosti u ergonomskim istraživanjima.

Različito poimanju o dva nasuprotna stanja, većina istraživača i praktičara vjeruju da su udobnost i neudobnost dvije krajnosti na neprekinutoj skali (slika 1), rangiranoj od krajnje neudobnosti, preko neutralna (prijelaznog) područja do potpune udobnosti (Zhang i dr., 1996).

## 2. MATERIJAL I METODE 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Ispitanici i upitnik 2.1 Users and questioner

U istraživanju je sudjelovalo 36 ispitanika (18 žena i 18 muškaraca) u dobi od 22 do 60 godina (tabl.



**Slika 1.** Hipotetički model neudobnosti i udobnosti (Helander i dr., 1997)

**Figure 1** Hypothetical model of discomfort and comfort (Helander i dr., 1997)

1). Sve te osobe obavljaju uredske poslove u kojima veći dio radnog dana sjede, i to na radnim mjestima na kojima rade od 3 mjeseca do 27 godina. Statistički podaci ispitanika s obzirom na starost, visinu i masu dani su u tablici 2.

**Tablica 1.** Dobna raspodjela ispitanika po grupama  
**Table 1** Age distribution of the subjects by groups

Starost <i>age</i>	do 30 g. <i>up to 30 y.</i>	31-40 <i>g./y.</i>	više od 40 g. <i>over 40 years</i>	Σ
Žene - <i>female</i>	8	5	5	18
Muškarci - <i>male</i>	6	9	3	18
Σ	14	14	8	36

**Tablica 2.** Statistički podaci ispitanika  
**Table 2** Statistical data about the subjects

	Starost, god. <i>age, year</i>	Visina height, cm	Masa mass, kg
Aritmetička sredina <i>arithmetical mean</i>	35,1	173,6	71,9
Standardna dev. <i>standard deviation</i>	9,7	8,6	12,8
Minimum <i>minimum</i>	22	156	48
Maksimum <i>maximum</i>	60	187	103

Ispitanici su razvrstani u skupine. Načinjeno je ukupno devet (9) skupina po četiri (4) ispitanika. Budući da je broj ispitanika bio ograničen, nije bilo moguće ujednačiti skupine ispitanika po starosti, visini, masi i drugim antropometrijskim parametrima. Zbog istog se razloga u profilu ispitanika mogu pronaći i zdrave i više ili manje bolesne osobe. Na pitanje o teškoćama koje imaju ispitanici dobiveni su odgovori navedeni u tablici 3.

Križanjem nogu iznad koljena zdjelica se zakreće unatrag dok sjedimo u radnom položaju. Tada kralješnica u lumbalnom dijelu poprima nepravilan položaj. Noge je, dakako, bez takvih posljedica moguće prekrižiti dok je tijelo u naslonjenom, opuštajućem sjedećem položaju jer je tada kut između tijela i nogu dovoljno velik i zdjelična je kost već nagnuta unatrag.

Mandal (1981) je utvrdio da povećanje kuta između bedra i torza kao posljedica prema naprijed nagnutog sjedala, povećava zakrivljenost lumbalnog dijela kralješnice, što se sigurno ne događa kada prekrižimo noge jer tada smanjujemo kut bedro-torzo i izazivamo kifozu u lumbalnom dijelu.

Pitanje *Križate li noge tijekom sjedenja?* bilo je postavljeno da bi se utvrdile navike sjedenja (tabl. 4). Međutim, iz tog pitanja nije posve razumljivo o kakvom je križanju nogu riječ, stoga se odgovori odnose i na križanje nogu ispod i iznad koljena.

Iako je Hall (u Potter i dr., 1998) iz svog istraživanja isključio osobe s bolovima u lumbalnoj zoni jer je dokazano da su ljudi s tim tegobama skloni pogrešnim procjenama stolica, u ovom radu to nije učinjeno. Namjera nam je bila uključiti sve osobe, bez obzira

**Tablica 3.** Prikaz broja odgovora na pitanje o bolestima  
**Table 3** Answer quantity of question about illness

<b>Bolujete li često od navedenih bolesti?</b> <i>Do you have mentioned illness frequently?</i>	<b>Broj odgovora</b> <i>No. of answers</i>	<b>Udio odgovora</b> <i>Answers portion</i>
a) glavobolja - <i>headache</i>	3	8%
b) bolovi u ramenima - <i>shoulder pain</i>	4	11%
c) bolovi u vratu - <i>neck pain</i>	7	19%
d) bolesti kralježnice: 1. vratni dio - <i>cervical</i> <i>spinal pain:</i> 2. prsni dio - <i>thoracal</i> 3. slabinski dio - <i>lumbal</i>	5 1 4	14% 3% 11%
e) bolesti kukova - <i>hip pain</i>	0	0%
f) bolesti nogu: 1. proširene vene - <i>widened veins</i> <i>legs pain:</i> 2. loša cirkulacija - <i>poor circulation</i> 3. bolovi u zglobovima - <i>joints pain</i> 4. oticanje nogu - <i>legs swelling</i> 5. bolovi u koljenima - <i>knees pain</i>	1 5 2 3 2	3% 14% 6% 8% 6%
g) hemoroidi - <i>hemorrhoids</i>	4	11%
h) drugo - <i>others</i>	0	0%
i) ništa od navedenoga - <i>healthy person</i>	19	53%

**Tablica 4.** Prikaz broja odgovora na pitanje o načinu sjedenja  
**Table 4** Answer quantity of question about seating behaviour

<b>Križate li noge tijekom sjedenja?</b> <i>Do you cross your legs during seating?</i>	<b>Broj odgovora</b> <i>No. of answers</i>	<b>Udio odgovora</b> <i>Answers portion</i>
a) nikada - <i>never</i>	6	17%
b) rijetko - <i>infrequent</i>	14	39%
c) često - <i>frequent</i>	16	44%
d) stalno - <i>all the time</i>	0	0%

na njihovo zdravstveno stanje i teškoće s kralježnicom jer se stolice ne proizvode samo za zdrave osobe, a u uredima i ne rade samo potpuno zdrave osobe.

## 2.2. Uzorci stolica 2.2 Chair samples

Izbor uzoraka temeljio se na ponudi tržišta i sukladnosti s važećim normama (Vlaović i dr., 2004a). Odabrani su modeli s konstrukcijom koja je omogućivala pravilnu i dobru prilagodbu položaja radi postizanja bolje udobnosti (Vlaović i dr., 2004b). Istraživanje je izvedeno sa 16 stolica svrstanih u četiri grupe po četiri stolice s različitim konstrukcijama sjedala. Svaka se grupa sastojala od [1] stolice s ispunom sjedala od poliuretanske rezane spužve (PU-foam), [2] stolice s ispunom od poliuretanske hladnolijevane spužve (PU-ccf), [3] stolice s ispunom od kombinacije džepičastih mikroopruga i sloja PU hladnolijevane spužve (springs) i [4] stolice sa sjedalom okvirne konstrukcije i mrežom kao podlogom za sjedenje (net). Izgled modela stolica prikazan je na slici 2.



a) Model A



b) Model B



c) Model C



d) Model D

**Slika 2.** Modeli stolica uključeni u ispitivanje  
**Figure 2** Chair models used in the study

## 2.3. Metoda istraživanja

### 2.3 Research method

Razlike u procjenama udobnosti i neudobnosti svake stolice provjerene su t-testom za neovisne uzorke. Taj se test upotrebljava kada je potrebno provjeriti značajnost razlike između dvije skupine ispitanika na jednoj varijabli (u ovom ispitivanju provjerene su razlike u procjenama udobnosti i procjenama neudobnosti svake stolice među različitim skupinama ispitanika).

Za provedbu t-testa za neovisne uzorke skupine koje nisu bile originalno dihotomne podijeljene su da bi se dobile dvije skupine. Podjela prema varijablama starost, visina i masa ispitanika provedene su prema medijanu. Medijan (mjera centralne tendencije) razdvaja rezultate na nekoj varijabli poredane prema veličini na dvije skupine, i to prema rezultatu koji je imalo 50% ispitanika. Ispitanici čiji je rezultat bio jednak ili niži od medijana svrstani su u jednu skupinu, a oni s rezultatom višim od medijana u drugu skupinu. Na taj su način dobivene ove skupine:

- prema starosti – medijan = 32: mlađi ispitanici (mlađi od 33 godine – 17 ispitanika) i stariji ispitanici (33 godine i stariji – 19 ispitanika)
- prema visini – medijan = 172: niži ispitanici (niži od 173 centimetra – 17 ispitanika) i viši ispitanici (173 centimetra i viši – 19 ispitanika)
- prema masi – medijan = 66: lakši ispitanici (manje od 67 kilograma – 17 ispitanika) i teži ispitanici (67 kilograma i više – 19 ispitanika)

Prema odgovorima vezanim za varijable o postojanju zdravstvenih problema i navici križanja nogu tijekom sjedenja, ispitanici su također podijeljeni na dvije nezavisne skupine, i to ovako:

- prema postojanju zdravstvenih problema: osobe bez zdravstvenih problema (19 ispitanika) i osobe koje imaju neki od problema, bez obzira na njihovu vrstu i broj (17 ispitanika)
- prema navici križanja nogu tijekom sjedenja: osobe koje nikada ne križaju noge ili to rade rijetko (20 ispitanika) i osobe koje to rade često ili uvijek (16 ispitanika).

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

Materijali ojaštavanja birani su prema kriteriju masovne upotrebe (rezane i lijevane spužve) i kriteriju novih konstrukcija (mreža, kombinacija PU spužve i opruga).

Nastojali smo izgled stolica u grupama svesti na što manje razlike, što je uglavnom i postignuto, s ciljem da se smanji utjecaj izgleda na sklonost nekoj stolici. Poteškoće su se pojavile u vezi s modelom s mrežom jer njihov izbor nije velik i nije ih bilo moguće vizualno uskladiti s ostalim modelima koji su bili relativno slični. Taj problem nije bio sasvim zanemariv, ali s obzirom na to da u dostupnoj literaturi dizajn stolica ne utječe na ocjenjivanje (Kleberg i dr., 1987), te razlike nisu dalje razmatrane.

Razlike u procjenama stolica prema skalama udobnosti i neudobnosti među skupinama ispitanika testirane su t-testom za neovisne uzorke. Svi rezultati usporedbi – broj ispitanika unutar skupine, aritmetička sredina skupine, standardna devijacija i podatak o značajnosti testirane razlike – prikazani su u tablicama 5. do 10.

Procjene ispitanika ni na jednoj od testiranih varijabli statistički se značajno ne razlikuju s obzirom na njihovu starost, a ne postoji ni neki određen trend.

Razlike u procjenama s obzirom na spol ispitanika (tabl. 6) također nisu statistički značajne. Međutim, u vezi sa spolnim razlikama moguće je govoriti o postojanju određenog trenda. Naime, pri procjeni udobnosti mreže, žene su dale nešto više ocjene od muškaraca, a vrijednost  $p$  za tu razliku je 0,09, što upućuje na određenu sklonost žena takvim stolicama. Može se primijetiti da žene više valoriziraju udobnost, a muškarci neudobnost.

Slijede prikazi testiranja razlika s obzirom na visinu i masu ispitanika.

Razlike u procjenama stolica s obzirom na visinu ispitanika nisu statistički značajne. Eventualno se može govoriti o nešto višim procjenama udobnosti stolice s mrežom dobivenim od nižih ispitanika. Budući da je visina uvelike uvjetovana i spolom, takav je trend sukladan već zabilježenoj preferenciji stolice s mrežom među ispitanicama. Zanimljivo je primijetiti da su niže osobe osjetljivije i na elemente udobnosti i na elemente neudobnosti.

Testiranjem razlika u procjenama stolica s obzirom na masu, također nije dobivena statistički značajna razlika. Rezultat koji se donekle izdvaja (iako nije statistički značajan) nešto je viša procjena udobnosti stolice s oprugama među ispitanicama veće mase.

U nastavku teksta prikazani su rezultati testiranja s obzirom na postojanje određenih zdravstvenih problema u ispitanika. Budući da je broj ispitanika u istraživanju bio relativno malen, nije promatran utjecaj određene zdravstvene tegobe na procjenu udobnosti stolica, već su ispitanici podijeljeni na dvije spomenute skupine.

Dobivene razlike u procjenama ispitanika koji nisu izvijestili o postojanju zdravstvenih poteškoća i onih koji su izjavili da ih imaju nisu statistički značajne. Jedini primjer u kojemu je moguće govoriti o postojanju određenog trenda jest procjena stolice s hladnolije vanom spužvom na skali neudobnosti. Ispitanici koji imaju određenih zdravstvenih teškoća doživljavaju tu stolicu nešto neudobnijom od onih koji nemaju zdravstvenih problema.

Posljednja usporedba t-testom za neovisne uzorke napravljena je za varijablu navike križanja nogu pri sjedenju.

Razlike u visini procjena na skalama udobnosti i neudobnosti s obzirom na to križaju li ispitanici noge tijekom sjedenja rijetko/nikada ili često nisu statistički značajne.

Na slici 3. prikazane su procjene (aritmetičke sredine) stolica na skalama udobnosti i neudobnosti s obzirom na promatrane osobine i obilježja ispitanika.



Tablica 5. Razlike u procjenama s obzirom na starost

Table 5 Differences in valuation regard to age

Testirane varijable <i>Tested variables</i>	Starosne skupine <i>Age groups</i>	<i>N</i>	Aritmetička sredina <i>Arithmetical mean</i>	Standardna devijacija <i>Stand. deviation</i>	Značajnost razlike ( <i>p</i> ) <i>Significance</i>
skala udobnosti <i>Comfort scale</i>	mlađi - <i>Younger</i>	17	5,18	0,82	0,56
	stariji - <i>Older</i>	19	5,38	1,13	
udobnost mreže <i>Net comfort</i>	mlađi	17	5,94	1,08	0,79
	stariji	19	5,82	1,44	
udobnost opruga <i>Springs comfort</i>	mlađi	17	4,72	1,40	0,54
	stariji	19	5,03	1,53	
udobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf comfort</i>	mlađi	17	5,33	1,10	1,00
	stariji	19	5,33	1,24	
udobnost rezane spužve <i>PU-foam comfort</i>	mlađi	17	4,74	1,17	0,15
	stariji	19	5,33	1,22	
skala neudobnosti <i>Discomfort scale</i>	mlađi	17	2,98	0,62	0,85
	stariji	19	2,93	0,94	
neudobnost mreže <i>Net discomfort</i>	mlađi	17	2,53	0,97	0,95
	stariji	19	2,52	0,91	
neudobnost opruga <i>Springs discomfort</i>	mlađi	17	3,50	0,97	0,73
	stariji	19	3,33	1,75	
neudobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf discomfort</i>	mlađi	17	2,65	0,89	0,33
	stariji	19	2,98	1,14	
neudobnost rezane spužve <i>PU-foam discomfort</i>	mlađi	17	3,23	1,28	0,42
	stariji	19	2,91	1,07	

Tablica 6. Razlike u procjenama s obzirom na spol

Table 6 Differences in valuation regard to gender

Testirane varijable <i>Tested variables</i>	Spol <i>Gender</i>	<i>N</i>	Aritmetička sredina <i>Arithmetical mean</i>	Standardna devijacija <i>Stand. deviation</i>	Značajnost razlike ( <i>p</i> ) <i>Significance</i>
skala udobnosti <i>Comfort scale</i>	muškarci - <i>Male</i>	18	5,19	1,04	0,98
	žene - <i>Female</i>	18	5,38	0,95	
udobnost mreže <i>Net comfort</i>	muškarci	18	5,52	1,43	0,09
	žene	18	6,24	0,99	
udobnost opruga <i>Springs comfort</i>	muškarci	18	4,97	1,45	0,74
	žene	18	4,80	1,50	
udobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf comfort</i>	muškarci	18	5,30	1,24	0,89
	žene	18	5,36	1,11	
udobnost rezane spužve <i>PU-foam comfort</i>	muškarci	18	4,97	1,20	0,70
	žene	18	5,13	1,27	
skala neudobnosti <i>Discomfort scale</i>	muškarci	18	2,86	0,83	0,50
	žene	18	2,56	0,97	
neudobnost mreže <i>Net discomfort</i>	muškarci	18	2,49	0,90	0,82
	žene	18	3,17	1,34	
neudobnost opruga <i>Springs discomfort</i>	muškarci	18	3,66	1,49	0,31
	žene	18	2,65	0,84	
neudobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf discomfort</i>	muškarci	18	3,00	1,18	0,32
	žene	18	3,07	1,20	
neudobnost rezane spužve <i>PU-foam discomfort</i>	muškarci	18	2,86	0,83	0,98
	žene	18	2,56	0,97	

Tablica 7. Razlike u procjenama s obzirom na visinu

Table 7 Differences in valuation regard to height

Testirane varijable <i>Tested variables</i>	Visina <i>Height</i>	N	Aritmetička sredina <i>Arithmetical mean</i>	Standardna devijacija <i>Stand. deviation</i>	Značajnost razlike (p) <i>Significance</i>
skala udobnosti <i>Comfort scale</i>	niži - <i>Shorter</i>	17	5,40	0,85	0,52
	viši - <i>Taller</i>	19	5,18	1,10	
udobnost mreže <i>Net comfort</i>	niži	17	6,25	0,99	0,09
	niši	19	5,54	1,41	
udobnost opruga <i>Springs comfort</i>	niži	17	4,82	1,47	0,82
	viši	19	4,94	1,49	
udobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf comfort</i>	niži	17	5,34	0,88	0,94
	viši	19	5,31	1,39	
udobnost rezane spužve <i>PU-foam comfort</i>	niži	17	5,18	1,21	0,56
	viši	19	4,94	1,25	
skala neudobnosti <i>Discomfort scale</i>	niži	17	3,11	0,82	0,28
	viši	19	2,81	0,76	
neudobnost mreže <i>Net discomfort</i>	niži	17	2,58	0,93	0,76
	viši	19	2,48	0,94	
neudobnost opruga <i>Springs discomfort</i>	niži	17	3,64	1,53	0,37
	viši	19	3,21	1,32	
neudobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf discomfort</i>	niži	17	3,11	1,16	0,11
	viši	19	2,57	0,84	
neudobnost rezane spužve <i>PU-foam discomfort</i>	niži	17	3,14	1,25	0,70
	viši	19	2,99	1,12	

Tablica 8. Razlike u procjenama s obzirom na masu

Table 8 Differences in valuation regard to mass

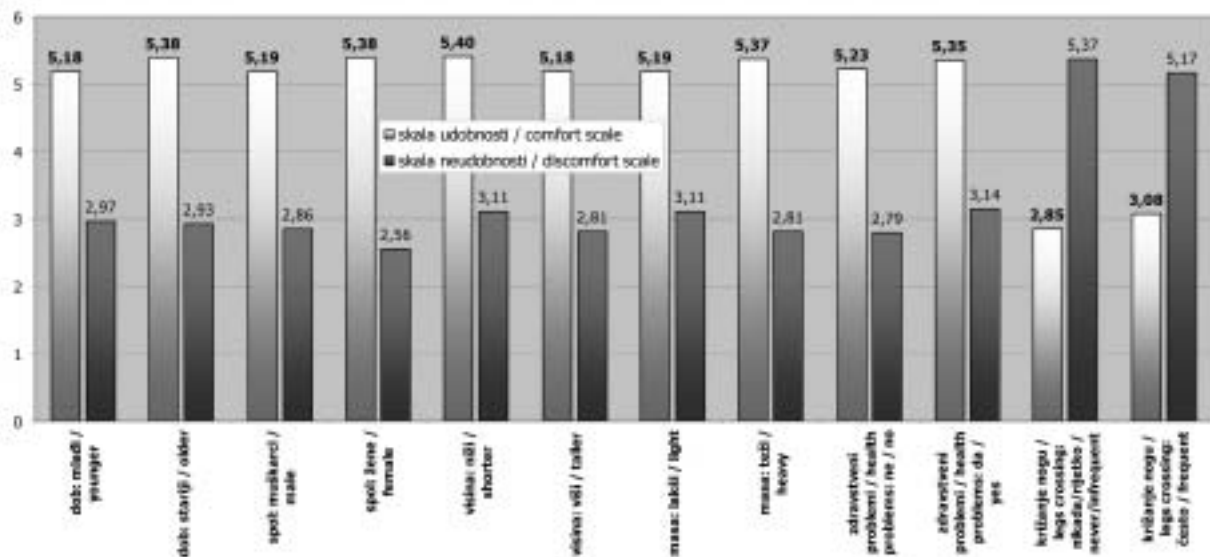
Testirane varijable <i>Tested variables</i>	Masa <i>Mass</i>	N	Aritmetička sredina <i>Arithmetical mean</i>	Standardna devijacija <i>Stand. deviation</i>	Značajnost razlike (p) <i>Significance</i>
skala udobnosti <i>Comfort scale</i>	lakši - <i>Light</i>	17	5,19	0,80	0,58
	teži - <i>Heavy</i>	19	5,37	1,14	
udobnost mreže <i>Net comfort</i>	lakši	17	5,83	1,11	0,85
	teži	19	5,92	1,42	
udobnost opruga <i>Springs comfort</i>	lakši	17	4,45	1,30	0,09
	teži	19	5,27	1,51	
udobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf comfort</i>	lakši	17	5,47	1,05	0,48
	teži	19	5,20	1,27	
udobnost rezane spužve <i>PU-foam comfort</i>	lakši	17	4,99	1,06	0,77
	teži	19	5,11	1,37	
skala neudobnosti <i>Discomfort scale</i>	lakši	17	3,11	0,63	0,27
	teži	19	2,81	0,90	
neudobnost mreže <i>Net discomfort</i>	lakši	17	2,72	1,01	0,23
	teži	19	2,35	0,83	
neudobnost opruga <i>Springs discomfort</i>	lakši	17	3,81	1,41	0,11
	teži	19	3,06	1,36	
neudobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf discomfort</i>	lakši	17	2,84	1,04	0,95
	teži	19	2,82	1,05	
neudobnost rezane spužve <i>PU-foam discomfort</i>	lakši	17	3,06	0,86	1,00
	teži	19	3,06	1,41	

**Tablica 9.** Razlike u procjenama s obzirom na postojanje zdravstvenih problema u ispitanika  
**Table 9** Differences in valuation regard to health problems

Testirane varijable <i>Tested variables</i>	Postojanje zdravstvenih problema <i>Health problems</i>	<i>N</i>	Aritmetička sredina <i>Arithmetical mean</i>	Standardna devijacija <i>Stand. deviation</i>	Značajnost razlike ( <i>p</i> ) <i>Significance</i>
skala udobnosti <i>Comfort scale</i>	ne - <i>No</i>	19	5,23	1,03	0,71
	da - <i>Yes</i>	17	5,35	0,96	
udobnost mreže <i>Net comfort</i>	ne	19	5,68	1,42	0,32
	da	17	6,10	1,07	
udobnost opruga <i>Springs comfort</i>	ne	19	4,87	1,58	0,97
	da	17	4,89	1,36	
udobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf comfort</i>	ne	19	5,39	1,26	0,76
	da	17	5,26	1,06	
udobnost rezane spužve <i>PU-foam comfort</i>	ne	19	4,98	1,17	0,70
	da	17	5,14	1,30	
skala neudobnosti <i>Discomfort scale</i>	ne	19	2,79	0,80	0,18
	da	17	3,14	0,76	
neudobnost mreže <i>Net discomfort</i>	ne	19	2,40	0,86	0,42
	da	17	2,66	1,00	
neudobnost opruga <i>Springs discomfort</i>	ne	19	3,14	1,38	0,23
	da	17	3,72	1,44	
neudobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf discomfort</i>	ne	19	2,55	0,85	0,09
	da	17	3,13	1,14	
neudobnost rezane spužve <i>PU-foam discomfort</i>	ne	19	3,09	1,06	0,90
	da	17	3,04	1,31	

**Tablica 10.** Razlike u procjenama s obzirom na naviku križanja nogu tijekom sjedenja  
**Table 10** Differences in valuation regard to crossing legs habits

Testirane varijable <i>Tested variables</i>	Križanje nogu tijekom sjedenja <i>Legs crossing during sitting</i>	<i>N</i>	Aritmetička sredina <i>Arithmetical mean</i>	Standardna devijacija <i>Stand. deviation</i>	Značajnost razlike ( <i>p</i> ) <i>Significance</i>
skala udobnosti <i>Comfort scale</i>	nikada i rijetko <i>Never and infrequent</i>	20	2,85	0,86	0,41
	često - <i>Frequent</i>	16	3,08	0,70	
udobnost mreže <i>Net comfort</i>	nikada i rijetko	20	2,48	0,75	0,75
	često	16	2,58	1,13	
udobnost opruga <i>Springs comfort</i>	nikada i rijetko	20	3,13	1,44	0,19
	često	16	3,77	1,35	
udobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf comfort</i>	nikada i rijetko	20	2,90	1,13	0,63
	često	16	2,73	0,92	
udobnost rezane spužve <i>PU-foam comfort</i>	nikada i rijetko	20	2,91	1,05	0,39
	često	16	3,25	1,31	
skala neudobnosti <i>Discomfort scale</i>	nikada i rijetko	20	5,37	1,20	0,55
	često	16	5,17	0,65	
neudobnost mreže <i>Net discomfort</i>	nikada i rijetko	20	5,93	1,27	0,80
	često	16	5,82	1,30	
neudobnost opruga <i>Springs discomfort</i>	nikada i rijetko	20	5,23	1,52	0,11
	često	16	4,44	1,29	
neudobnost hladnolijevane spužve <i>PU-ccf discomfort</i>	nikada i rijetko	20	5,15	1,35	0,32
	često	16	5,55	0,85	
neudobnost rezane spužve <i>PU-foam discomfort</i>	nikada i rijetko	20	5,18	1,30	0,50
	često	16	4,90	1,12	



Slika 3. Procjene stolica s obzirom na obilježja ispitanika  
Figure 3 Chair evaluation regard to subjects characteristics

Istraživanje različitih konstrukcija i ispuna sjedala pokazalo je postojanje razlika u osjećaju udobnosti materijala za ispitanike. Iz tih je rezultata zaključeno da je stolica s mrežom najbolje ocijenjena vjerojatno zbog njezine okvirne konstrukcije i nepostojanja tvrde podloge ispod površine sjedenja, što je, uz dobra obilježja elastičnosti mreže, omogućilo ravnomjernu i dobru raspodjelu tlakova.

Posebnu pozornost u budućim istraživanjima, uz koordinaciju sa stručnjacima s područja medicine (fizičarima, ortopedima, reumatolozima i dr.) te stručnjacima koji se bave problemima i istraživanjima novih materijala, treba usmjeriti na to da se čovjek na dijelu namještaja na kojemu provede velik dio života osjeća udobno i da taj namještaj djeluje kao svojevrsna preventiva za različite bolesti kralježnice, zglobova, poremećaje krvotoka, alergije itd.

#### 4. ZAKLJUČAK 4 CONCLUSION

Na temelju provedenih istraživanja i rezultata tih istraživanja može se zaključiti da se procjene ispitanika ni na jednoj od testiranih varijabli statistički značajno ne razlikuju s obzirom na njihovu starost, masu, spol ili visinu. Međutim, uočavaju se neki trendovi. Pri procjeni udobnosti stolice s mrežom s obzirom na spol, žene daju nešto više procjene od muškaraca, što pokazuje određenu sklonost žena toj vrsti konstrukcije sjedala. Pri procjeni s obzirom na visinu, primjećuje se veća osjetljivost nižih osoba na udobnost odnosno neudobnost sjedenja, ali je zamijećeno da su niže osobe davale veće vrijednosti na procjenama neudobnosti, što može biti rezultat nemogućnosti da se zauzme najbolji položaj pri sjedenju. Procjene s obzirom na masu pokazale su da lakši ispitanici gotovo sve stolice smatraju neudobnima, osim stolica s rezanom spužvom. Uzrok tome može biti raspodjela tlakova, tj. sjedala su im se vjero-

jatno činila pretvrdima, što je uzrokovalo određenu neudobnost.

Dobivene razlike u procjenama ispitanika koji nisu izjavili da imaju zdravstvenih poteškoća i onih sa zdravstvenim tegobama, također nisu statistički značajne, no i u tome postoje neki trendovi opisani u prethodnom poglavlju.

Iako one nisu bile primarni cilj istraživanja, važno je istaknuti dobre metrijske karakteristike korištenog upitnika. Uz navedena statistička testiranja pouzdanosti i valjanosti skala udobnosti i neudobnosti, sam je instrument pokazao i zadovoljavajuću razinu diskriminativnosti. Naime, u istraživanju su korišteni ujednačeno kvalitetni modeli stolica koji su omogućivali pravilan odabir položaja i udobnosti te osiguravali pridržavanje tijela u dobrom položaju, a instrument je i u takvoj situaciji zabilježio određene razlike na mjerenim varijablama, odnosno u procjenama na skalama udobnosti i neudobnosti. Važno je napomenuti da se pri testiranju razlika na malim uzorcima (u t-testovima za neovisne uzorke veličina uzorka bila je 20 i manje) relativno teško postižu statistički značajne razlike. Upravo zato rezultati istraživanja konstrukcija sjedala dobiveni MANOVA-om imaju veliku vrijednost jer se čak i s uzorkom od ukupno 36 ispitanika s obzirom na udobnost pokazala značajna prednost stolice s mrežom.

#### LITERATURA REFERENCES

1. De Looze, M.P.; Kujit-Evers, L.F.M.; van Dieen, J. 2003: Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures, *Ergonomics* 46 (10): 985-997.
2. Grbac, I.; Ivelić, Ž. 2005: Ojastučeni namještaj. Prvo izdanje. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, 1-295.
3. Grbac, I.; Domljan, D. 2006: Namještaj i zdrav život, Sigurnost (u tisku).

4. Helander, M.G.; Zhang, L. 1997: Field studies of comfort and discomfort in sitting. *Ergonomics* 40(9): 895-915.
5. Kleberg, I.G.; Ridd, J.E. 1987: An evaluation of office seating. *Contemporary Ergonomics*. Robens Institute University of Surrey, Guildford, UK, 203-208.
6. Mandal, A.C. 1981: The seated man (Homo Sedens) the seated work position. Theory and practice, *Applied Ergonomics* 12 (1): 19-26.
7. Potter, D.W.; Fortier, C.J.; Rigby, W.A.; Stevenson, J.M. 1998: Development and analysis of a comparative evaluation methodology for office chairs, *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Human Factors Association of Canada*, 195-199.
8. Vlaović, Z.; Mihulja, G.; Bogner, A. 2004a: Compatibility of the office chairs with HRN EN 1335-1 standards. In: Grbac, I. (Ed.) *International conference Trends in design, construction and technology of wooden products*, October 15th 2004, University of Zagreb, Faculty of Forestry, UFI-Paris, 37-42.
9. Vlaović, Z.; Domljan, D.; Horvat, S.; Tkalec, S. 2004b: Design of the office furniture according to the new standards. In: Mijović, B. (Ed.) *Proceedings of 2nd International ergonomics conference – Ergonomics 2004*, October 21-22 2004, Zagreb, Croatian society of ergonomics, 109-116.
10. Vlaović, Z. 2005: Istraživanje udobnosti uredskih radnih stolica, magistarski rad. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 1-177.
11. Zhang, L.; Helander, M.G.; Drury, C.G. 1996: Identifying factors of comfort and discomfort in sitting, *Human Factors* 38 (3): 377-389.

**Corresponding address:**

MSc ZORAN VLAOVIĆ

Zagreb University  
Faculty of Forestry  
Svetošimunska 25  
HR-10002 Zagreb  
e-mail: vlaovic@sumfak.hr

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](mailto: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](mailto:mail@drvo-namjestaj.hr)

[www.drvo-namjestaj.hr](http://www.drvo-namjestaj.hr)

# STRUČNI ČASOPIS



TEMATSKI PRILOZI

# Reduction of dustiness in sawing wood by universal circular saw

## Smanjenje emisije drvene prašine tijekom piljenja drva univerzalnom kružnom pilom

### Preliminary paper • Prethodno priopćenje

Received - prispjelo: 16. 11. 2005.

Accepted - prihvaćeno: 10. 11. 2006.

UDK: 630\*832.17; 674.823

**ABSTRACT** • The aim of this paper is a comparison of particle size distribution of sawdust in longitudinal sawing of wood by the universal circular saw when using two saw blades with different types of teeth.

Experiments were carried out by use of a universal circular saw, at the cutting speed of  $v = 50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  and feed speed of  $v_f = 16 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . A universal saw blade with triangular asymmetric spring setting teeth K1 was used as a tool, as well as a saw blade with tipped swaged teeth K2. Specimens were used of spruce, beech and meranti wood with moisture content from 8 to 10%, species otherwise typical of the production of Euro windows. Granulometric analysis of produced sawdust was carried out by a sieve machine Fritch, with the set of sieves whose mesh gauge were as follows 1.0, 0.5, 0.355, 0.1, 0.05 and the bottom. Each specimen was meshed for 15 minutes and three specimens were meshed for each variant.

The results show that larger chips were produced with the use of the saw blade K2 – the proportion of 1mm mesh, where the difference in using these two types of blades was up to 25% - meranti. From the viewpoint of airborne particles, it should be emphasised that with all three species of wood, the production of particles smaller than 100  $\mu\text{m}$  (0.05 and bottom mesh) was twice lower when sawing was carried out with the saw blade K2 than with the saw blade K1.

Even though the share of fine fraction was not considerable in the obtained samples, it can be stated that these amounts are also hazardous for the work environment and therefore attention should be drawn to the results of these experimental measurements, as it is possible to affect the proportion of fine fraction smaller than 100  $\mu\text{m}$  by an adequate choice of tool.

**Key words:** wood dust, sawing, various type of saw blade, granularity

**SAŽETAK** • Cilj je provedenih istraživanja usporedba raspodjele veličina čestica usitnjenog materijala nastaloga longitudinalnim propiljivanjem drva kružnom pilom s dva lista različitog tipa zubi.

Istraživanje je provedeno na univerzalnoj kružnoj pili pri brzini rezanja  $v = 50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  i posmičnoj brzini  $v_f = 16 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . Korišteni su listovi pile s asimetričnim trobridnim razvrćenim zubima K1 i sa stlačenim zubima K2. Odbrani su uzorci relativne vlažnosti od 8 do 10 % od smrekovine, bukovine i merantija, drvnog materijala tipičnog za proizvodnju europrozora. Granulometrijska analiza uzoraka provedena je na tresilici proizvođača Fritch i sitima veličina (stranice kvadratnih otvora) 1,0; 0,5; 0,355; 0,1; 0,05 sa dnom. Svaki uzorak prosijavan je 15 minuta, uz tri ponavljanja.

<sup>1</sup> The author is an associate professor at the Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University in Banská Bystrica, Slovak Republic. <sup>2</sup>The authors are associate professor and assistant professor at the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia. <sup>3</sup> The author is an assistant professor at the Institute of Foreign Languages, Technical University in Zvolen, Slovak Republic.

<sup>1</sup> Autorica je izvanredna profesorica na Fakultetu prirodnih znanosti Sveučilišta Matej Bel u Banskjoj Bistrici, Slovačka. <sup>2</sup> Autorice su izvanredna profesorica i docentica na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska. <sup>3</sup> Autorica je docentica u Institutu stranih jezika Tehničkog sveučilišta u Zvolenu, Slovačka.

*Rezultati pokazuju da pri piljenju listom pile K2 nastaju krupnije čestice te da je nastalo 25 % više čestica merantija krupnijih od 1 mm nego pri piljenju listom pile K1. Za sve tri ispitivane vrste drva značajno je da nastane dvostruko manje čestica sitnijih od 100 µm, tzv. lebdećih čestica (sito 0,05 s dnom) piljenjem pilom K2 negoli pilom K1. Iako dobiveni uzorci nisu sadržavali znatniji udio sitnih lebdećih čestica, zbog njihovoga štetnog utjecaja na zdravlje radnika, nužno je skrenuti pozornost na to da se odgovarajućim izborom alata može smanjiti udio drvnih čestica sitnijih od 100 µm .*

**Ključne riječi:** drvena prašina, vrste listova pile, granulometrijski sastav piljevine

## 1 INTRODUCTION

### 1. UVOD

At the present time, pursuant to the Law 330/1996 Coll., as amended, Safety and Health Protection at Work Act, considerable importance is given to the employer's care for his employees, their work environment and consequently also the employer's care for the environment. Not only classic injury or occupational disease are thought as health impairing, but in a broader sense, also circumstances, such as peace at work, work without stress, disturbance, and satisfactory working conditions. Hard working conditions are characteristic of wood processing industry, especially with regard to microclimatic conditions (cold, heat), noise stress, and also dustiness of some operations. Efforts to improve the present state are welcome and very important for employees who try to make their time spent at work under full stress less depressing and exhausting. At present, there are a lot of companies that can be ranked very low in terms of their care for the working conditions and employees.

Dust is one of the factors with negative effects on work environment. When assessing work and workplaces according to physiological and psychical responses of organisms to working conditions, dust was ranked among predominant factors with specific effects (Annex 1 to Directives No. 13/1986 of the official publication MZSR), as due to its physical, chemical and biological character it can cause occupational disease, industrial poisoning or other health effects at work.

A large amount of dry wood waste is generated in manufacturing and technological processes related to wood processing in furniture companies. Fine dust is also frequently produced in surface finishing operations carried out by sanding and polishing. Due to their low weight, dust particles have a tendency to swirl, which results in bad safety and health conditions in the working environment. Moreover, possible explosibility of wood dust in mixture with air should also be taken into account and accordingly certain ways of facility protection should be taken into consideration with the aim of increasing work safety. From this viewpoint dust air pollution represents one of the major safety issues for enterprises.

Horák (1996) defines dust as particles mostly produced mechanically in technical practice – by grinding, cracking, and abrasion within the range from 1 to 500 µm. In terms of transport technique, dust is defined as the part of loose substance with particles ranging between 1 and 75 µm, (Dzurenda, 2000). From the standpoint of fire safety (Mračková, 2001) finer dust reacts more vigorously than coarser one. Predominant dimen-

sion is 40 µm. According to the Standard STN 26 00 70 the particles of wood sanding dust range between the fractions of fine particles (0.5–3.5 mm) and very fine particles (0.07–0.4 mm). The particles smaller than 100 µm are defined as particles floating in the air and hence they are considered as the most hazardous for the work environment (Kos and Beljo Lučić, 2004 a,b; Hemmilä and Gottlöber, 2003).

Wood dust is a factor that cannot be completely eliminated from technological processes. However, by gaining knowledge on fundamental relations, its amount can be limited or reduced, or if this is not possible, other suitable solutions can be chosen – to cover dust producers and to entrap the dust as near as possible to the place of its production, to prevent raising of return dust (regular cleaning of the space from deposited dust), to isolate dirt work, to use a suitable ventilation system or to provide individual protection of employees - personal protection equipment at work.

From this point of view, focus is placed on all kinds of work aimed at exploring the characteristics of wood saw dust and dust. Beljo Lučić et al. (2005) explore in their paper granularity and bulk density of wood dust produced by the most frequently used machines in wood processing industry. Kopecký and Pernica (2004) tried to assess the detrimental effect of wood dust upon human organism, Očkajová and Beljaková (2004a) observed granularity and bulk characteristics – bulk density, bulk angle and tilt angle of wood sanding dust, Očkajová and Beljaková (2004b) compared granulometric composition and characteristics of sanding dust produced by hand belt sander, disk sander and orbital sander. Očkajová and Dzurenda (2002) presented in their paper the dimensions of the smallest and biggest particles of wood sanding dust. Rogozinski and Dolny (2004) focused their research on influence of moisture content on bulk densities of dust from sanding of alder wood.

The aim of this paper was to compare an amount of dust fraction produced in longitudinal wood sawing with the universal circular saw by using two different designs of saw blades by means of granulometric analysis showing percentage rate of particular fractions of sawdust trapped on sieves.

## 2 THEORETICAL BACKGROUND

### 2. TEORIJSKE OSNOVE

Kinematical parameters such as average chip thickness, cutting speed, direction of feed and tool wear affect the amount of produced dust as well as its dimen-



sions. Based on comprehensive research, all measures leading to increasing the average chip thickness reduce the amount of produced dust (Gottlöber and Hemmilä, 2003). Kinematical model of longitudinal cutting with circular saw is shown in Figure 1.

The thickness of chips is changeable in rotating motion, and it changes from 0 up to the maximum value.

Definitions of chip dimensions:

- thickness is a vertical distance between two adjacent motions of cutting edge which depends on feed per tooth;
- length is usually given by travel of cutting edge through work piece;
- width, is identical in free cutting with the width of work piece, when cutting in a kerf the chip width is given by width of the kerf, if this is reached by one cutting edge (Lisičan, 1988).

The chip shape also depends on the type of saw blade setting of saw teeth, because with swage tooth setting each tooth cuts the full width of saw kerf and in case of spring set teeth each tooth cuts half the width of saw kerf, Figure 2.

Average chip thickness:

$$h = \frac{u_z \cdot e}{l}, \text{ mm} \quad (1)$$

$h$  – average chip thickness (*srednja debljina strugotine*), mm

$u_z$  – feed per tooth (*posmak po zubu*), mm

$e$  – cutting height (*visina piljenja*), mm

$l$  – length of chip (*duljina strugotine*), mm.

Length of chip (cutting edge path):

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \psi}{360}, \text{ mm} \quad (2)$$

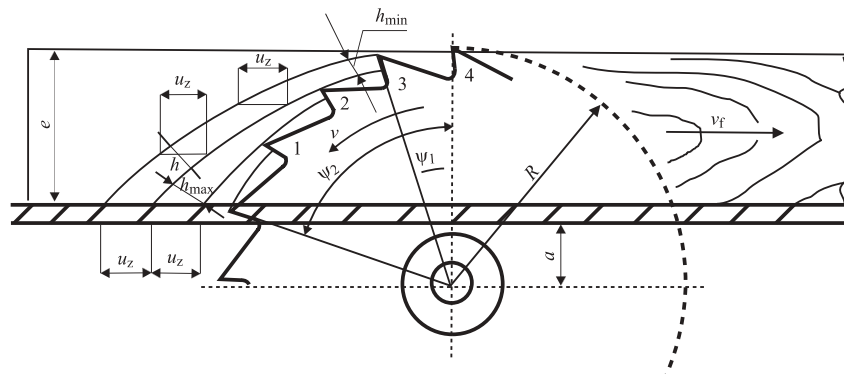
$D$  – tool diameter (*promjer alata*), mm

$\psi$  – contact angle of teeth and cutting material (*kut zahvata*), °.

Contact angle of teeth with cut material:

$$\Psi = \arccos \frac{e+a}{R} - \arccos \frac{a}{R}, \Psi = \Psi_2 - \Psi_1 \quad (3)$$

$a$  – distance of the saw blade centre from table surface (*udaljenost osi alata od radnog stola*), mm

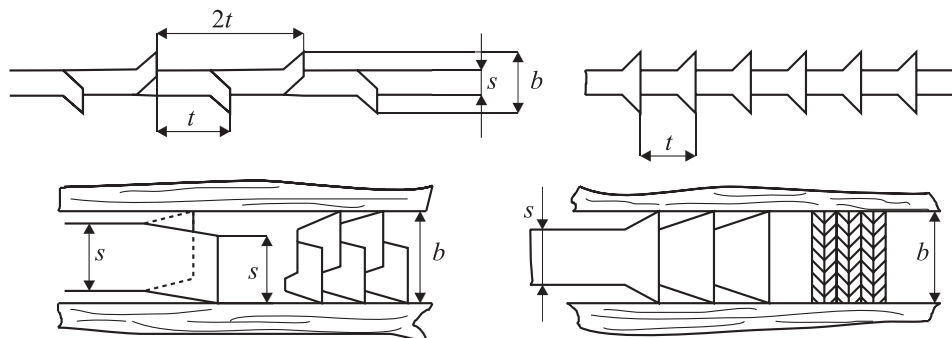


**Figure 1** Kinematical model of cutting with circular saw

$v$  – cutting speed,  $v_f$  – feeding speed,  $u_z$  – feed per tooth,  $R$  – saw blade radius,  $e$  – cutting height,  $a$  – distance of saw blade centre from table surface,  $h_{min,max}$  – minimal and maximal chip thickness,  $h$  – average chip thickness,  $\psi_1$  – central angle at the beginning of tooth cut,  $\psi_2$  – central angle at the end of tooth cut

**Slika 1.** Kinematički model rezanja kružnom pilom

$v$  – brzina rezanja,  $v_f$  – posmična brzina,  $u_z$  – pomak po zubu,  $R$  – polumjer lista pile,  $e$  – visina rezanja,  $a$  – udaljenost središta lista pile od površine radnog stola,  $h_{min,max}$  – najmanja i najveća debljina strugotine,  $h$  – srednja debljina strugotine,  $\psi_1$  – početni kut rezanja,  $\psi_2$  – završni kut rezanja



**Figure 2** The shape of chip with two types of teeth setting a) spring setting, b) swage setting

$b$  – saw kerf,  $s$  – saw gauge,  $t$  – pitch

**Slika 2.** Oblik strugotine za dva različita lista pile: a) razvraćeni zubi, b) stlačeni zubi

$b$  – širina propiljka,  $s$  – debljina lista pile,  $t$  – korak zuba

$R$  – saw blade radius (*polumjer alata*), mm  
 $\psi_1$  – central angle at the beginning of tooth cut (*kut na početku zahvata*), °  
 $\psi_2$  – central angle at the end of tooth cut (*kut na kraju zahvata*), °  
 Feed per tooth:

$$u_z = \frac{v_f}{n \cdot z} \quad (4)$$

$v_f$  – feed speed (*posmična brzina*), mm·min<sup>-1</sup>  
 $n$  – spindle revolution (*frekvencija vrtnje alata*), min<sup>-1</sup>  
 $z$  – number of teeth (*broj zubi*).

### 3 MATERIAL AND METHODS

#### 3. MATERIJAL I METODE

Machine - universal circular saw of the following parameters: cutting speed  $v = 50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , spindle revolution – 3750 min<sup>-1</sup> (free power), nominal output – 3000 W.

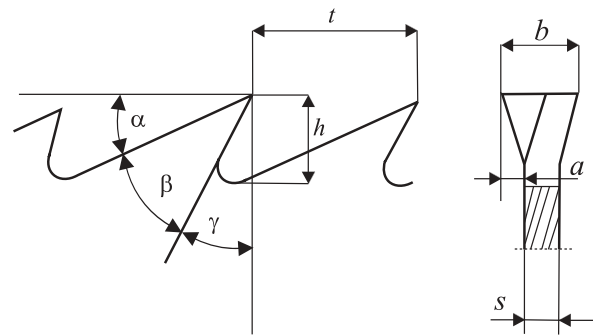
Feeding device (pressing feeding carriage) FA type – 1, motor revolution – 1400/2800 min<sup>-1</sup>, feeding speed  $v_f = 16 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Tool – universal saw blade with triangular asymmetric spring set teeth K1 (Fig. 3) and saw blade with tipped swaged teeth, low kickback, chip breakers and optimal chip clearance K2 (Fig. 4). Parameters of two various kinds of saw blades are shown in Tables 1 and 2.

Workpiece – wood specimens used for production of euro windows - spruce, beech and meranti were prepared for experimental purposes.

Granulometric analysis – mesh analysis was used for the assessment of experimental work and thus granulometric analysis was made of produced sawdust.

Mesh analysis was carried out by automatic vibration mesh machine Fritsch, with the set of checking meshes of sieve mesh gauges: 1.0; 0.5; 0.355; 0.1; 0.05

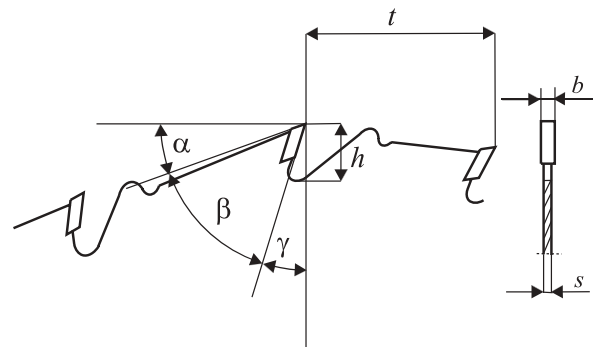


**Figure 3** Saw blade with triangular asymmetric spring setting teeth K1

$\alpha$  – clearance angle,  $\beta$  – wedge angle,  $\gamma$  – rake angle,  $h$  – height of tooth,  $t$  – pitch,  $a$  – set,  $b$  – saw kerf,  $s$  – saw gauge

**Slika 3.** List pile s trobridnim asimetrično razvrćenim zubima K1

$\alpha$  – ledni kut,  $\beta$  – kut oštrice,  $\gamma$  – prsni kut,  $h_z$  – visina zuba,  $t$  – korak zuba,  $a$  – razvraka,  $b$  – širina propiljka,  $s$  – debljina lista pile



**Figure 4** Saw blade with tipped swage setting teeth K2

$\alpha$  – clearance angle,  $\beta$  – wedge angle,  $\gamma$  – rake angle,  $h$  – height of tooth,  $t$  – pitch,  $b$  – saw kerf,  $s$  – saw gauge,  $t$  – pitch

**Slika 4.** List pile sa stlačenim zubima K2

$\alpha$  – ledni kut,  $\beta$  – kut oštrice,  $\gamma$  – prsni kut,  $h_z$  – visina zuba,  $t$  – korak zuba,  $b$  – širina propiljka,  $s$  – debljina lista pile

**Table 1** Parameters of saw blade K1

**Tablica 1.** Obilježja lista pile K1

saw blade diameter <i>promjer lista pile</i>	pitch of teeth <i>korak zuba</i>	number of teeth <i>broj zubi</i>	characteristic of tool geometry <i>obilježja geometrije alata</i>			calculated average chip thickness <i>izračunana srednja debljina strugotine</i>
			$\alpha$ , °	$\beta$ , °	$\gamma$ , °	
$D$ , mm	$t$ , mm	$z$	$\alpha$ , °	$\beta$ , °	$\gamma$ , °	$h$ , mm
285	22	40	21	37	32	0,045

**Table 2** Parameters of saw blade K2

**Tablica 2.** Obilježja lista pile K2

saw blade diameter <i>promjer lista pile</i>	pitch of teeth <i>korak zuba</i>	number of teeth <i>broj zubi</i>	characteristic of tool geometry <i>obilježja geometrije alata</i>			calculated average chip thickness <i>izračunana srednja debljina strugotine</i>
			$\alpha$ , °	$\beta$ , °	$\gamma$ , °	
$D$ , mm	$t$ , mm	$z$	$\alpha$ , °	$\beta$ , °	$\gamma$ , °	$h$ , mm
300	52	18	12	56	22	0,105

**Table 3** Measurement results

**Tablica 3.** Rezultati mjerenja

Particle size number oznaka frakcije	Particle size dimension veličina čestice frakcije, mm	The share of the fraction, % – udjel pojedinih frakcija, %					
		Saw blade – list pile K1			Saw blade – list pile K2		
		Beech wood bukovina	Meranti meranti	Spruce wood smrekovina	Beech wood bukovina	Meranti meranti	Spruce wood smrekovina
0,05	< 0,05	0,28	0,31	0,06	0,45	0,07	0,01
0,1	0,05 – 0,1	2,51	3,67	1,39	1,63	1,77	1,35
0,355	0,1 – 0,355	21,24	18,34	13,64	11,56	8,21	9,71
0,5	0,355 – 0,5	9,62	12,03	10,25	6,22	5,28	5,97
1	0,5 – 1	18,28	24,41	21,88	14,91	18,23	13,97
P1	>1	48,07	41,25	52,8	65,26	66,45	69,02

mm and the bottom, according to STN 15 3105 (STN ISO 3310-1). The amount of specimen (approximately 50 g) was removed to the upper mesh of the mesh machine. The time of meshing was 15 min. Proportions of particular sieve residues were determined by means of digital laboratory scales Bosch with weighing accuracy to the nearest 0.001 g and weight proportions from specific sieves were calculated as percentage. Measurements were carried out at the average sawdust moisture ranging between 8 and 10 %. The above procedure was repeated 3 times for each measured specimen.

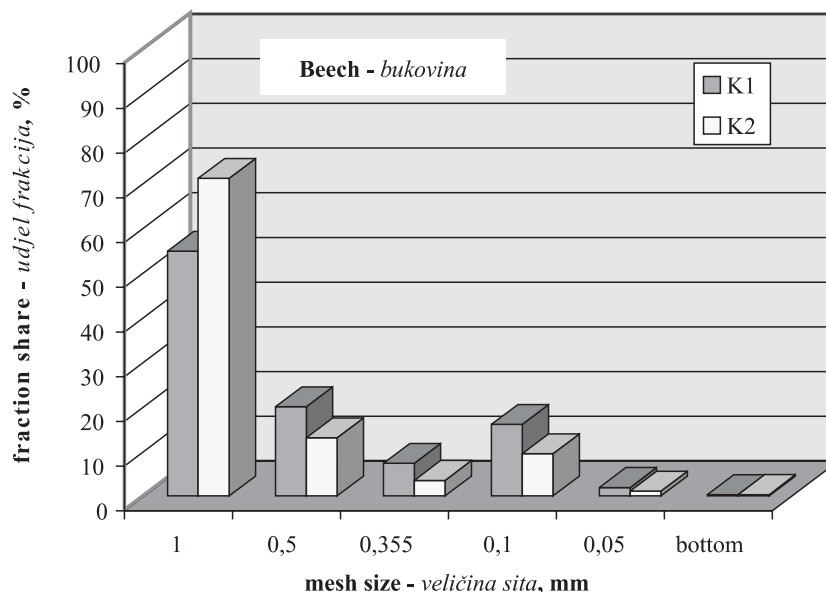
#### 4 RESULTS AND DISCUSSION

##### 4. REZULTATI I DISKUSIJA

On the basis of calculation of average chip thickness (Table 1, 2) it can be stated that the average chip thickness produced by tipped saw blade K2 is more than twice higher than the average chip thickness produced by the universal saw blade K1, which is in fact caused by different feed rate per tooth and different number of teeth, 18 with K2 and 40 with K1.

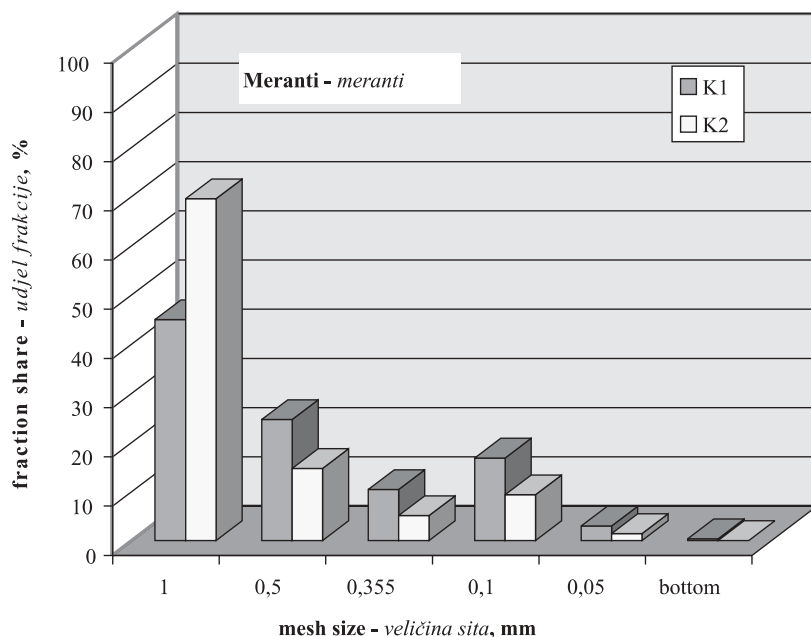
The results of experimental measurements are given in Table 3 and recorded in graphs, which show granulometric analysis of sawdust produced in longitudinal sawing of wood (spruce, beech, meranti) by the universal circular saw depending on the type of the used saw blade, (Landiga, 2005).

The results show that the change of saw blade has a remarkable effect on granulometric analysis of sawdust, which can be observed in Figures 5, 6 and 7. On the basis of granulometric analysis of sawdust produced by saw blade K2, it can be concluded that remarkably more fractions are formed with the size exceeding 1 mm than by the universal saw blade K1, which correlates with the calculated average chip thickness as well as with the statement of Hämille and Gottlieber (2003) who claimed that by increasing the chip thickness the proportion of dust falls down. As for wood species meranti this difference is up to 25 %. Central fractions - sieves of 0.5 mm, 0.355 mm and 0.1 mm, are on the other hand more represented when using the universal saw blade K1. At the same time these differences are also caused by a different way of chip cutting-off

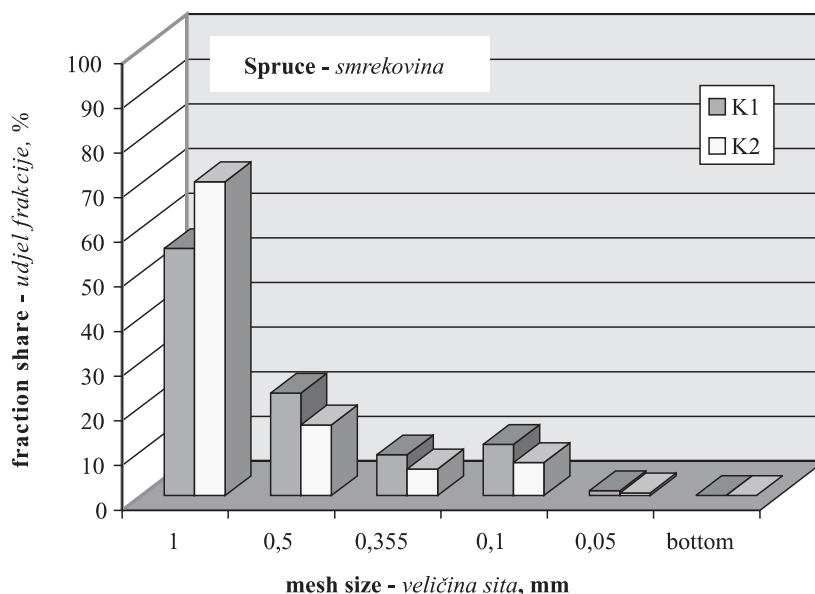


**Figure 5** The influence of saw blades K1 and K2 on granulometric analysis – beech

**Slika 5.** Utjecaj listova pile K1 i K2 na granulometrijski sastav bukove piljevine



**Figure 6** The influence of saw blades K1 and K2 on granulometric analysis – meranti  
**Slika 6.** Utjecaj listova pile K1 i K2 na granulometrijski sastav piljevine merantija



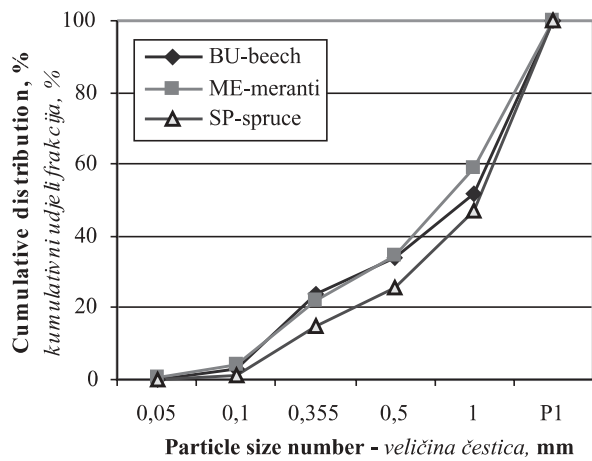
**Figure 7** The influence of saw blades K1 and K2 on granulometric analysis – spruce  
**Slika 7.** Utjecaj listova pile K1 i K2 na granulometrijski sastav smrekove piljevine

(teeth setting). The cutting edge of the saw blade K2 is as big as the width of forming the kerf, while the width of the kerf of the universal saw blade K1 is bigger than the cutting edge and therefore the formation of chips is more complicated regarding the shape, and these chips are more frequently broken. In their research Palmqvist and Gustafsson (1999) obtained the impact factor of rake angle that shows the tendency of dustiness decrease with the decrease of rake angle. The results of the present research confirmed their research results (rake angle of circular saw K1 is 32° and of circular saw K2 it is 22°).

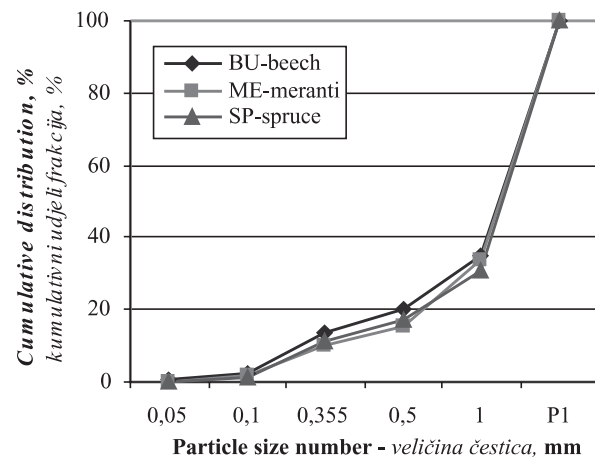
It is interesting that in the process of sawing, fine fraction was also recorded – wood dust (particles smaller than 100 μm) – 0.05 mm and bottom sieve, whose

value ranges from 1.1 % with beech up to 3.32 % with meranti. When using the saw blade K2, values of fine fraction are half the values obtained when using the universal saw blade K1, which corresponds to the results obtained with bigger fractions. Even though the percentage of fine fraction is not high, it can be stated that even these amounts are hazardous for the work environment and hence a attention should be drawn to the results of these experimental measurements, as the proportion of fine fraction below 100 μm can be considerably affected by an adequate choice of tool for the same technological operation.

Cumulative distribution of particle size fractions for the analysed species of wood is shown graphically in Figure 8. It is obvious that in the process of sawing



a) K1



b) K2

**Figure 8** Cumulative distributions of particle size fractions for different wood species and two types of saw blades  
**Slika 8.** Dijagram kumulativnih raspodjela veličina čestica piljevine za različite vrste drva i dva tipa lista pile

by use of universal saw blade K1 more fine fraction of particles is recorded than when using saw blade K2. It seems that species of wood have more influence on particle size distribution when sawing by use of saw blade K1 than K2 and more fine fractions of wood dust are recorded when sawing beech and meranti than spruce wood.

Many authors obtained the results by granulometric method (Očkajová i Beljaková, 2004a) or electromagnetic detection (Palmqvist and Gustafsson, 1999), and they have shown that processing of hardwood generated more fine particles (smaller than 0.1 mm) than processing of softwood.

## 5 CONCLUSION

### 5. ZAKLJUČAK

The realization of this experiment confirmed the presumption that the choice of tool not only affects the quality of final product, but also the way of forming chips – its granulometric analysis, thus indirectly affecting the quality of the work environment. We have compared the results of granulometric analysis of sawdust produced in the process of sawing by the universal circular saw while using the universal saw blade with triangular asymmetric spring set teeth K1 and saw blade with tipped swaged anti-kickback teeth, with chip breaker and optimal chip clearance K2.

The results show that bigger chips were formed with the use of saw blade K2 – the proportion on 1 mm sieve, where the difference in using these two types of saw blades was up to 25 %. From the viewpoint of dustiness – fractions smaller than 100  $\mu\text{m}$  – 0.05 and bottom sieve, approximately half dust was produced with the use of saw blade K2 than with the use of saw blade K1.

### Acknowledgement

This research was sponsored by the Grant Agency of the Ministry of Education, Contract No. 1/1355/04 and No.1/2402/05 VEGA.

## 6 REFERENCES

### 6. LITERATURA

1. Beljo Lučić, R.; Kos, A.; Antonović, A.; Vujasinović, E.; Šimičić, I. 2005: Obilježja usitnjenog materijala nastalog u procesima obrade drva. *Drvna industrija* 56(1):11-19.
2. Dzurenda, L. 2000: *Vzduchotechnická doprava a separácia dezintegrovanej drevnej hmoty*. Zvolen, Vydavateľstvo TU vo Zvolene.
3. Gottlöber, Ch.; Hemmilä, P. 2003: Analysis and modeling of human and environmental aspects on the example of peripheral planing. In: *Proceedings of the 16<sup>th</sup> International wood machining seminar*. Matsue, Japan, pp.742-754.
4. Hemmilä, P.; Gottlöber, Ch. 2003: Envicut – project how to reduce the amount of dust and noise in woodcutting. In: *Proceedings of the 16<sup>th</sup> International wood machining seminar*. Matsue, Japan, pp.712- 723.
5. Horák, M. 1996: *Technika ochrany ovzdušia*. Bratislava, ES STU.
6. Kopecký, Z.; Pernica, J. 2004: Effects of the dimensional specification of dust on the quality of air. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '04. Zborník prednášok z MVK*. TU vo Zvolene, pp. 125 – 130.
7. Kos, A.; Beljo Lučić, R. 2004a: Factors influencing particle size distribution of oak sawdust developed during circular sawing. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '04. Zborník prednášok z MVK*. TU vo Zvolene, pp. 131 – 137.
8. Kos, A.; Beljo Lučić, R. 2004b: Wood dust emission of different woodworking machines. The growth and development in forestry and wood industry. *Scientific book*. Zagreb, Croatia, pp.121-127.
9. Landiga, M. 2005: *Vplyv vybraných parametrov na tvorbu triesky pri pílení dreva na univerzálnej stolovej kotúčovej pile*. Diplomová práca. TU Zvolen, 76 p.
10. Lisičan, J. 1988: *Obrábanie a delenie drevných materiálov*, Zvolen, VŠLD Zvolen.
11. Mračková, E. 2001: Negatívne charakteristiky drevného prachu prejavujúce sa v pracovnom prostredí. *Trendy lesníckej, drevárskej a environmentálnej techniky a jej aplikácie vo výrobnom procese*. Zborník z MVK. pp. 34 - 36.
12. Očkajová, A.; Dzurenda, L. 2002: Granulometrická analýza drevného prachu z procesu rovinného brúsenia dreva borovice lesnej. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie*

- dreva '02. Zborník prednášok z MVK. Starý Smokovec – Tatry, pp.165- 168.
13. Očkajová, A.; Beljaková, A. 2004a: The chosen physical properties od sanding dust. Part I. The growth and development in forestry and wood industry. Scientific book. Zagreb, Croatia, pp.129-134.
14. Očkajová, A.; Beljaková, A. 2004b: Motion of sanding mean versus granularity of sand wood dust. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '04. Zborník prednášok z MVK. TU vo Zvolene 2004, pp. 163 – 168.
15. Palmqvist, J.; Gustafsson, S.I. 1999. Emission of dust in planing and milling of wood. Holz als Roh- und Werkstoff 57: 164-170.
16. Rogozinski, T.; Dolny, S. 2004: Influence of moisture content on the apparent densities of dust from sanding of alder wood. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '04. Zborník prednášok z MVK. TU vo Zvolene 2004, pp. 205 – 208.
17. \*\*\* Pokyny Ministerstva zdravotníctva Slovenskej socialistickej republiky č. 13/1986 Vestníka MZ SSR pre vykonávanie hygienického dozoru na pracoviskách a vyhlasovanie rizikových prác.
18. \*\*\* STN 26 0070: Klasifikácia a označovanie sypkých hmôt dopravovaných na dopravných zariadeniach.
19. \*\*\* STN ISO 3310-1: Súbor sít na laboratórne účely.
20. \*\*\* Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 330/1996 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci, ako vyplýva zo zmien a doplnení vykonaných zákonom č. 95/2000 Z. z. a zákonom č. 158/2001 Z. z.

**Corresponding address:**

Assoc. Prof. ALENA OČKAJOVÁ, PhD

Faculty of Natural Sciences  
Matej Bel University in Banská Bystrica  
Tajovského 40  
97401 Banská Bystrica  
Slovak Republic  
e-mail: ockajova@fpv.umb.sk

# Kemizam promjene boje parene i kuhane orahovine (*Juglans regia* L.)

## Colour chemistry of steamed and boiled walnutwood (*Juglans regia* L.)

### Pregledni rad • Review paper

Prispjelo - received: 11. 4. 2006.

Prihvaćeno - accepted: 10. 11. 2006.

UDK: 630\*846.2

**SAŽETAK** • Promjena boje drva u hidrotermičkim je procesima jedna od pojava čije nastajanje može biti namjerno inducirano, no krajnji je rezultat uvelike podložan iskustvenim spoznajama koje su vrlo teško objašnjive na kemijskoj razini. Kemizam same promjene boje u drvu vrlo je kompleksan. Mnogi različiti činitelji utječu na promjenu boje drva. Što je boja bliža željenoj, i što je njezina ujednačenost veća, to je veća i ljepota, a i cijena gotovog proizvoda izrađenoga od drva. U praksi se primjenjuje postupak parenja i kuhanja masivnog drva za induciranu promjenu boje, pogotovo u vrsta drva s izraženom srži. Obavljana su mnoga istraživanja promjena boje i njezina kemizma, no postoji mnogo manja mjeri povezanost laboratorijskih kemijskih istraživanja i svakodnevne industrijske prakse. Cilj je ovog rada prikazati osnove metodike istraživanja promjena boje, utjecajne činitelje promjene boje i osnove kemizma samih hidrotermičkih procesa nekih vrsta drva, posebice orahovine.

**Ključne riječi:** orahovina, kemizam obojenja drva, parenje, kuhanje, boja

**ABSTRACT** • Wood colour change in hydrothermal processes is one of the phenomena which can be intentionally induced, but the final result is much influenced by empirical knowledge, which is difficult to explain chemically in most cases. The chemistry of wood colour change is extremely complex and many different factors influence the change of one of the primary properties of wood – its colour, and hence also its aesthetic value expressed through its market price. The closer the colour gets to the target one, and the better its uniformity, the greater is its aesthetic value, and consequently the higher the price of final products. In practice there are steaming and boiling processes of solid wood for induced colour change, especially for wood types with pronounced heartwood. Numerous researches have been performed in the field of colour change and its chemistry. However there is a lack of connection between chemical laboratory researches and everyday industrial practice. The aim of this work is to present an overview of the basic research methods of colour changes, as well as influencing factors and chemistry of hydrothermal processes of several wood types and particularly of walnut wood.

**Key words:** walnut, wood colour chemistry, steaming, boiling, chromophores

### 1. UVOD

#### 1 INTRODUCTION

Još su stari grčki filozofi Platon i Aristotel temeljili prve teorijske postavke o prirodi boje. Prva oz-

biljnija istraživanja o odnosu svjetlosti i boje započeo je u 17. stoljeću Isaac Newton. Neka je tvar obojena ako selektivno apsorbira vidljivi dio spektra određenih valnih dužina, onih između 380 i 760 nm, a propušta ili reflektira elektromagnetsko zračenje ostalih valnih dulji-

<sup>1</sup> Autori su docent i asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. <sup>2</sup> Autori su docent, asistent i izvanredni profesor na Odjelu za lesarstvo Biotehničke fakultete Sveučilišta u Ljubljani, Slovenija.

<sup>1</sup> Authors are assistant professor and assistant at Faculty of Forestry, Zagreb University. <sup>2</sup> Authors are assistant professor, assistant and associated professor at Wood Science and Technology Department, Biotechnical Faculty, Ljubljana University, Slovenia.


na u tom dijelu spektra. Kada to zračenje dođe u mrežnicu oka, izaziva osjet (kromatske) boje. Tri osnovna fiziološka obilježja osjeta boje jesu:  $H$  – ton (engl. *Hue*),  $C$  – kromatičnost (engl. *Chroma*, *Saturation*),  $L$  – svjetlina (engl. *Luminance*, *Value*)

Ton ( $H$ ) svaka je nijansa neke boje, a određena je kemijskim sastavom tvari. Poznati nazivi tonova boja su, primjerice, limunsko žuta, kardinal crvena, mornarsko plava itd.

Kromatičnost ( $C$ ) označava stupanj zasićenosti nekog tona, tj. određuje koliko ima dominantnog tona u nekom obojenju. Prema tome, monokromatska svjetlost je maksimalno zasićena jer je to svjetlost jednog tona. Sunčeva svjetlost koja je polikromatska i ima zasićenost nula jer u njoj ne prevladava ni jedna boja. Na osnovi zasićenosti, boje se dijele na akromatske (nešarene boje), a to su bijela, siva i crna, i kromatske (šarene) boje.

Svjetlina ( $L$ ) ili luminiscencija analogna je radijaciji. Idealna bijela površina ima najvišu svjetlinu ( $L = 100$ ) i najnižu kromatičnost ( $C = 0$ ).

Usku povezanost između obojenosti tvari i kemijske konstitucije prvi je pokušao rastumačiti Witt 1876. godine teorijom kromofora i aoksokroma. Zajedničko kemijsko obilježje obojenih tvari jesu konjugirane nezasićene dvostruke veze. Obojenost je ovisna o broju i razmještanju dvostrukih veza. Prema njegovoj teoriji sve obojene tvari moraju sadržavati barem jednu atomsku grupu koja rezultira bojom. Takvu atomsku grupu ili grupe atoma koje dovode do selektivne apsorpcije svjetlosti, a time do obojenosti nazvao je kromoforima. Osim kromofornih grupa, spominju se i aoksokromne grupe koje osim što omogućuju vezanje, dovode i do promjene tona. Spoj kromofora i aoksokroma zove se kromogen.

Najvažnije su kromoforne grupe etenska  $-\text{CH}=\text{CH}-$ , azometinska  $-\text{N}=\text{CH}-$ , azo  $-\text{N}=\text{N}-$ , keto  $>\text{C}=\text{O}$ , nitrozo  $-\text{N}=\text{O}$ , nitro  $-\text{NO}_2$ , tio karbonilna  $>\text{C}=\text{S}$ , kinoidna . Ako je promjena tona boje uslijedila od žute preko narančaste, crvene, ljubičaste i plave do zelene, naziva se pozitivnom ili batokromnom promjenom. Promjena u suprotnom smislu zove se negativna ili hipsokromna.

Kvantna teorija dala je nova objašnjenja kemijskih veza i elektronskih spektara. Dosadašnje empirijske teorije o odnosu između kemijske konstitucije i boje zamijenjene su teorijom osnovanoj na kvantnoj kemiji. Planckova kvantna teorija pretpostavlja da je svjetlost frekvencija sastavljena od kvanta svjetlosti ili fotona. Kovalentna veza između dva atoma uspostavlja se preklapanjem atomskih orbitala i nastajanjem molekularnih orbitala. Svaka molekula ima tri vrste unutarnje energije: rotacijsku, vibracijsku i elektronsku. Kada organska molekula apsorbira kvant elektromagnetskog zračenja, nastaje promjena energije molekule. Danas je dualizam val-korpuskulara proširen pojavama zračenja i na materiju i osnovni je oblik znanstvenog shvaćanja prirode svjetlosti.

Prvu preciznu nomenklaturu boja dao je slikar A. Munsell 1915. godine. Postavio je trodimenzionalni su-

stav boja u obliku krošnje stabla na osnovi tona kromatičnosti i svjetline. Na vrh stabla stavio je idealno bijelo, a na dno svjetlinu jednaku nuli, što znači da je to mjesto idealne crne boje. Crvena plava i zelena smještene su u jednakim razmacima oko stabla. Vodoravno u smjeru osi stabla boja je zasićenija. Sljedeći matematički sustav boja dala je Međunarodna komisija za rasvjetu (CIE) 1931. g. Nedostatak vizualne predodžbe boja iz tog CIE sustava riješen je novim CIE  $L^*a^*b^*$  sustavom, koji se i danas primjenjuje. U nj su uvedene nove koordinate:  $L^*$  svjetlina,  $a^*$  (+a crvenije, -a zelenije)  $b^*$  (+b žuće, -b plavije). Koordinate  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  izračunavaju se iz tristimulusnih vrijednosti  $X$ ,  $Y$  i  $Z$  računskim sustavom za metriku boja. Naime, pretpostavka je da oko ima tri osnovna receptora boje (tri stimulusa).

## 2. OSNOVE KEMIZMA PROMJENE BOJE DRVA U HIDROTERMIČKIM POSTUPCIMA

### 2 THE BASICS OF WOOD COLOUR CHANGES CHEMISTRY IN HYDROTHERMAL PROCESSES

Promjena boje drva u hidrotermičkim procesima jedna je od pojava čije nastajanje može biti namjerno inducirano, no krajnji je rezultat uvelike podložan iskustvenim spoznajama. Kemizam same promjene boje u drvu vrlo je kompleksan. Na promjenu boje drva utječe mnogo različitih činitelja. Što je boja bliža željenoj, i što je njezina ujednačenost veća, to je veća i ljepota, i cijena gotovog proizvoda izrađenoga od drva. U praksi se primjenjuje postupak parenja i kuhanja masivnog drva za induciranu promjenu boje, pogotovo u vrsta drva s izraženom srži. Na području promjena boje i njezina kemizma obavljana su mnoga istraživanja, no prema Straže i sur. (2005), Šegan (2005), mnogo je manja povezanost laboratorijskih kemijskih istraživanja i svakodnevnih industrijskih prakse. Cilj ovog rada je prikazati osnove metodike istraživanja promjena boje, utjecajne činitelje promjene boje i osnove kemizma samih hidrotermičkih procesa.

Neke od osnovnih metoda navode Sundquist i Moren (2002), koji su u svojem istraživanju vrednovali utjecaj drvnih polimera (hemiceluloze i lignina) i ekstraktivna na boju drva izloženoga hidrotermičkom postupku, koristeći se tehnikom ekstrakcije i izmjere boje, te su ustanovili da ekstraktivne tvari sudjeluju u stvaranju boje drva izloženog hidrotermičkom postupku.

Za razliku od takvih standardnih, jednostavnijih tehnika istraživanja kemizma promjene boje, Košikova i sur. (1999) koristili su se C CP MAS NMR (carbon cross polarisation magic angle spinning nuclear magnetic resonance) spektroskopijom za karakterizaciju strukturalnih promjena u polimerima stanične stijenke u drvu bukve tijekom sušenja. Analizom pet uzoraka drva, obrađenoga, neobrađenog sušenog, predobrađenog vodenom parom i/ili s NaOH tijekom sušenja, utvrđena je djelomična depolimerizacija lignina, kao i promjene udjela amorfnih i kristaliničnih dijelova celuloze, što je posljedica prethodne obrade parom temperature 135 °C, a to je u konačnici utjecalo na promjenu boje drva.



Straže i Gorišek (2001) kao uzrok obojenja tijekom sušenja navode oksidaciju ekstraktivnih tvari te njihovu naknadnu kondenzaciju u visokopolimerne obojene fenolne sastojke. Wiberg (1996) postavlja hipotezu da se tijekom sušenja ekstraktivne tvari kreću prema površini čineći je crvenijom, dok tvari koje daju žutu boju ostaju u unutrašnjosti. Istraživanje je provedeno na borovini i smrekovini. Navedena promjena boje posljedica je koncentracije niskomolekularnih ugljikohidrata i dušika na površini tijekom sušenja, što je karakteristika roda *pinus*. Žuta boja površine posljedica je koncentracije dušika iz topljivih aminokiselina (odnos količine između površine i unutrašnjosti je 2:1) i šećera. Navedena je koncentracija posljedica brzog sušenja. Analizom spektra, najveća vrijednost je na valnoj duljini 400 nm što upućuje na dušik, a pri tome nema kemijskih komponenata koje apsorbiraju plavu boju. Kao uzrok se navode dva razloga obojenja: redistribucija tih komponenata te raspadanje lignina i hemiceluloze, koji se kasnije tijekom postupka sušenja isperu.

Luostarinen i Luostarinen (2001) navode diskoloraciju kao rezultat enzimskih reakcija, pri čemu fenoli, uključujući kondenzirane tanine, uzrokuju promjenu boje. U vrućim i kiselim uvjetima polimerizacijom kondenziranih tanina nastaju netopljive crvenkaste komponente. Leukoantocianidi (flavan 3, 4 dioli) koji su bezbojni (pripadaju kondenziranim taninima - flobafenima) hidroliziraju se u obojene cianidine te se time smanjuje refleksija svjetlosti u području 430 - 530 nm.

Sundquist je (2002) provodio istraživanja na bijeljici brezovine, borovini i smrekovini te je utvrdio da je za brezovinu važnije vrijeme nego temperatura, dok su za borovinu i smrekovinu vrijeme i temperatura jednako važni. Pri temperaturi 80 °C znatno se ubrzava crvenjenje, a tim se povećanjem temperature homogenost boje bjeljike breze smanjuje.

Sama apsorpcija svjetlosti ovisi o kromofornim molekulama, a valne duljine manje od 500 nm apsorbiraju lignin i fenolni ekstraktivi. Tanini, flavonoidi, stilbeni i kinoni apsorbiraju valne duljine iznad 500 nm. Celuloza i hemiceluloze ne apsorbiraju svjetlost vidljivog raspona. Flavonoidi su vrsta kemijskih spojeva koji boji drva daju crveni, žuti ili plavi ton. Često su bezbojni, a boja se pojavljuje nakon oksidacije, uz posljedice na ton boje, koje uzrokuje obrada drva kiselinama, lužinama i solima.

Burtin i sur. (1998, 2000) navode da se na orahovini se pojavljuje reakcija svjetlosti i hidrojuglon glukozida, na hrastovini elagitannini, a na duglazijevini dihidrokvercetin uzrokuje diskoloraciju. Slične rezultate za hrastovinu iznose i Charrier i sur. (1995), Mosedale i sur. (1997) i Garro (1997). Burtin također navodi činjenicu da radijalna distribucija fenolnih ekstraktiva strogo utječe na boju orahovine, a u longitudinalnom smjeru najdonji dio stabla ima više fenolnih ekstraktiva. Smeđenje se navodi kao posljedica povećanja zasićenja i količine crvene boje (bjeljika bora, smrekovina). Isto vrijedi i za postupak parenja topolovine, javorovine i hrastovine (bijeli hrast). Fenolni ekstraktivi u termički obrađenom drvu mogu pridonijeti obojenju, kao i pro-

dukti raspadanja hemiceluloze i lignina. Sastav fenolnih ekstraktiva karakterističan je za pojedinu vrstu - očitija je promjena boje srži nego bjeljike (veći udio fenolnih tvari). Povećana količina ekstraktiva rezultat je razgradnje hemiceluloze tijekom visokotemperaturnog sušenja parom (npr. arabinoza u ekstraktivima bora - radiata pine). Octena kiselina iz hemiceluloze pri zagrijavanju bukovine i borovine katalizira razgradnju lignina (autohidroliza); na 0,5 - 1,5 mm ispod površine nakupljaju se hranjive tvari (niskomolekularni šećeri i aminske kiseline). Diskoloracija u borovini (radiata pine) nastaje zbog reakcije fruktoze, saharoze ili glukoze s glutamatskom kiselinom. Uz prisutnost vlage dolazi do reakcije hidrolize i oksidativnih reakcija.

Listače brže promijene boju zbog razlike u količini hemiceluloze (10 % više nego u četinjača).

Samo je pri visokim temperaturama količina kromofora u srži i bijeljici jednaka.

Jirouš Rajković (1999) navodi obilježja kemijskih komponenata drva i njihovo ponašanje pod utjecajem svjetlosti. Nativni je lignin u drvu blijedožute boje, a celuloza je bijela. Akcesorni sastojci - polifenoli, alkaloidi i anorganske soli - nastaju biokemijskim procesom osržavanja, a određuju boju i razliku boje srži i bjeljike. Autorica također navodi da se apsorpcija svjetla valne duljine veće od 500 nm zbiva zbog prisutnih fenolnih tvari (flavonoidi, stilben, lignan, tanin i kinon). Gustoća (debljina) stanične stijenke također utječe na boju (rano i kasno drvo). Svjetlost razara kemijske veze C-C, C=O, C-H, a UV zrake najviše razaraju samu površinu drva. Dolazi do fotooksidacije lignina i ekstraktivnih tvari - žutila i smeđenja, pojava vrlo sličnih onima koje se pojavljuju u hidrotermičkim procesima pod utjecajem temperature, vlage i vremena tretmana.

Saranpää (2001) navodi temperaturu kao uzročnika promjene boje bora i smreke (s porastom temperature pada svjetlina), promjena nastaje po presjeku do dubine 1,5 mm. Povećava se količina ugljikohidrata u površini sa 0,2 % volumne mase na 1 % (do 2 mm debljine), a najviše pri višim temperaturama.

Sušenjem na 50-70 °C postiže se ujednačenija boja, no sama temperatura manje pridonosi žutoj i crvenoj komponenti boje. Za srževinu autor navodi da manje tamni (hranjive tvari u bijeljici uzrokuju smeđenje), a smanjuje se nakon sušenja količina triacilglicerola.

Gorišek i sur. (2000) kao područje najintenzivnijih promjena boje navode sadržaj vode od 43 do 22 %. Promjene boje ovise o temperaturi, sadržaju vode i količini kisika. Sivljenje se događa u vrstama s više tanina (trešnjevine) u dodiru sa željezovim ionima. U svjetlijih vrsta zbivaju se enzimske reakcije uzrokovane povišenim sadržajem vode, i to u dva koraka: 1. oksidacija i enzimske reakcije drvnih ekstraktiva, 2. njihova kondenzacija. S porastom temperature i parcijalnog tlaka kisika te uz prisutnost enzima dolazi do daljnje polimerizacije i oksidacije. Sporijim sušenjem nakupljaju se fenolni ekstraktivi koji oksidacijom tvore netopljive spojeve. Autori navode da je i količina vodenog ekstrakta acetona uvijek manja u obojenom drvu nego u drvu uobičajene boje. Diskoloracija je povezana

s biosintezom tvari u srži, pri čemu pod utjecajem enzima (dehidrogenaza, peroksidaza) i kisika nastaju bezbojni monomeri i topljivi flavonoidi te se pretvaraju u obojene i netopljive tvari. Od kambija se prema srži stupanj polimerizacije fenolnih tvari povećava smanjenjem količine škroba u vrsta s izraženom srži. Tvari koje uzrokuju obojenje su vodotopljive; to su ugljikohidrati, aminokiseline i fenoli. Do same reakcije dolazi zbog reakcije reducirajućih šećera s tvarima koje sadržavaju dušik (koncentracija dušika povećava se premještanjem slobodne vode prema površini).

Straže (2000, 2004) navodi čimbenike koji utječu na boju drva vezano za anatomsku i kemijsku građu drva i njezinu interakciju sa svjetlom. Fizikalni su čimbenici svjetlost, vlaga i morfologija drvene površine, kao i kemijska građa, veličina i orijentacija staničnih stijenki. Celuloza i hemiceluloza ne apsorbiraju svjetlost, lignin apsorbira svjetlost ispod 500 nm, te ima svijetlo žutu boju). Na tamne vrste drva veći utjecaj imaju ekstraktivi, na svjetlije tekstura, npr. ako je kut upada svjetla 0, boja je tamnija, ako je 90°, drvo je svjetlije. Obojenje također mogu uzrokovati i inkluzije u parenhimskim stanicama (orah) ili nekrobioza parenhimskih stanica. Kemijske promjene zbivaju se u srži, u prijelaznoj zoni i bjeljici, a prijelazna zona sadržava povećanu količinu vitamina i tianina, riboflavona, piridina i biotina. Autor navodi povezanost enzima s polimerizacijom fenolnih monomera i topljivih flavonoida u obojene i netopljive spojeve u običnim organskim otapalima, za što su odgovorni enzimi (dehidrogenaza, polifenoloksidaza, peroksidaza) i kisik. Ključni su enzim fenil-amonin-liaza i kalkon sintaza. Kemijske komponente u srži drva povezane s obojenjem su aromati (flavonoidi - kondenzirani tanini kompleksne strukture na temelju fenola (hidrolizirajućih tanina), a njihova je osnova galna kiselina i njezini dimeri (galotanin i elag-tanin)). Esterifikacijom tvore kompleksne spojeve, masne kiseline, izoprenoidne osnove. Flavonoidi nastaju od flavona (2-fenil benzopiron), uz brojne derivate - flavanone, izoflavone, halkone, aurone i njihove varijacije. Glavni su predstavnici bezbojni katehin (flavan-3-ol) i leukocianidin (flavan-3, 4-diol) koji polikondenzacijom tvore biflavonoide i poliflavonoide (tj. kondenzirane tanine sastavljene od 3 do 8 flavonoidnih jedinica). U bjeljici se fenolni spojevi osržavanjem transformiraju u crvene, kondenzirane produkte flobafenaste prirode: d-katehin, l-epikatehin i leukocijanidinhidrat (derivati flavana - flavanoidi, A i B aromatski prsteni - heterociklički spojevi). Enzimi PFO (polifenoloksidaze) kataliziraju hidroksilaciju fenola u o-difenole i dolazi do pretvorbe o-difenola u o-kinone (vrlo reaktivan spoj koji spontano polimerizira u pigmentirane više molekularne spojeve – polifenole, sposobne za reakcije s aminokiselinama i proteinima).

Izlaganjem drva višim temperaturama dolazi do hidrolize hemiceluloze i njezine postupne razgradnje u monosaharide i do kondenzacije u dušikove spojeve (temperatura viša od 40 °C, sadržaj vode veći ili jednak 30 %). Listače imaju više hemiceluloze od četinjača, jače promijene boju tijekom postupka hidrotermičke

obrade, dolazi do reakcija reducirajućih šećera s dušikovim osnovama, a pri temperaturama između 40 i 85 °C nastaje kemijska modifikacija lignina, kada s ulaskom molekula vode (kuhanjem i parenjem) nastaju kromoforne skupine (konjugirane dvostruke veze na bočnim C<sub>3</sub>-lancima).

Kreber i sur. (2001) predlažu vakuumsko sušenje radi poboljšanja procesa i smanjenja smeđenja korištenjem natrijeva ditionita kao reducirajućeg sredstva za diskoloraciju.

Liu i Furuno (2002), prema RGB modelu, navode da crvena komponenta boje ima veće varijacije u listača, a zelena u četinjača. Njihovo istraživanje bazira se i na psihologiji percepcije boja, te navode svjetlinu a ne ton kao važniji čimbenik pri sortiranju piljenica u industrijskim uvjetima. Pri tome se koriste metodom površine triangulacijske prizme, pri čemu se boja rastavlja na pojedine komponente i mjeri se njihova vrijednost, što navode kao dovoljan podatak za određivanje varijacije boje površine drva. Najveći utjecaj na doživljaj boje ima crvena, zelena te, na kraju, plava komponenta svjetlosti.

Koch i Bauch (2000) su UV mikrospektrofotometrijom i tekućinskom kromatografijom utvrdili koje su tvari odgovorne za promjene boje u parenhimu i lumenima pora. Ekstrakcijom acetonom i metanolom izdvojili su niskomolekularne fenole koji se tijekom sušenja pretvaraju u visokokondenzirane tvari. Autori su također utvrdili da se svjetlina smanjuje povećanjem pH-vrijednosti, te da pod utjecajem temperature više od 40 °C i pri sadržaju vode 30-60 % dolazi do postupne razgradnje hemiceluloze u monosaharide koji reagiraju s dušikovim spojevima.

Luostarinen i sur. (2000) obavili su istraživanja na brezovini te utvrdili da na 30 % sadržaja vode tijekom sušenja počinje smanjenje svjetline (uz povećanje crvene komponente boje), nastavlja se do 18 do 20 %, pa zatim drvu ponovno raste svjetlina. Za bjeljiku uz koru navode da ima najmanju komponentu crvene, te da panjevina ima veću komponentu crvene nego gornji dio debla.

### 3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA KEMIZMA I PROMJENE BOJE ORAHOVINE 3 RECENT RESEARCHES ON CHEMISTRY OF WALNUT COLOUR CHANGES

Orahovina (*Juglans regia*, *Juglans nigra*) cijenjeno je drvo koje se upotrebljava za proizvodnju gotovih elemenata, furnira u proizvodnji namještaja i u proizvodnji dekorativnih panela. Orahovina se koristi uglavnom za izradu furnira, piljenica i elemenata. Furnir se proizvodi nakon termičke obrade čiji je cilj omekšavanje cijelog trupca, tvrdih čvorova i gušćih dijelova.

Vrijednost orahovine uvelike ovisi o njezinim estetskim svojstvima kao što su tekstura i boja. Potražnja orahovine u proizvodnji namještaja u Europi i Sjevernoj Americi vrlo je visoka. Zahtijeva se poboljšanje čistoće i ujednačenost boje orahovine. To se osobito odnosi na furnir bjeljike prethodno hidrotermički

obrađene (Charrier et al. 1998). Iako je kuhanje polovnjaka i trupaca za izradu furnira od drva oraha već dugo poznato u proizvodnji, detaljne spoznaje o utjecaju temperature i dužine trajanja postupka na boju drva i njezinu stabilnost nije sasvim poznata, pogotovo za hibride oraha.

Zagrijavanjem polovnjaka i trupaca prije rezanja furnira poboljšava se boja i smanjuje oksidacija te sprečava pojava mrlja u bjeljici. Osim toga, smanjuje se dužina vremena sušenja i energija utrošena u proizvodnji furnira. Poznato je da se zagrijavanjem svih vrsta drva smanjuje se svjetlina boje bjeljike; stupanj i intenzitet smanjenja svjetline za različite je vrste drva različit, a to ovisi o vlažnosti, temperaturi i vremenu zagrijavanja. Za zagrijavanje polovnjaka i trupaca prije rezanja i ljuštenja služe jame za zagrijavanje i parenje s direktnim i indirektnim zagrijavanjem, komore za parenje te jame za potapanje trupaca (kuhanje).

Proučavanje utjecaja postupka kuhanja na promjenu boje drva orahovine kao eksperimentalne studije u industrijskim uvjetima izvodili su Charrier i sur. (1998). Opisali su transformaciju boje trupaca orahovine, mjerene za vrijeme postupka kuhanja u vodi u industrijskim uvjetima. Promjene boje bjeljike i srži drva analizirane su u skladu s prethodnim rezultatima iz laboratorija.

Kao što se i očekivalo, boja bjeljike brzo se promijenila tijekom prvih 10 sati, a definitivno nakon 30 sati industrijskog tretmana. Padom vrijednosti svjetline povećava se vrijednost crvene komponente boje.

Promjene u srži drveta bile su drukčije zato što je promjena boje u prvih 10 sati bila spora i važne su se promjene pojavile tek nakon prvih 39 sati. Ti su rezultati dobiveni proučavanjem trupaca tijekom kuhanja, te se rezultati ovog istraživanja iskorištavaju u industriji radi detaljnijeg spoznavanja toplinskog tretmana prije rezanja i mogu se primijeniti na ostale vrste drva, posebno na drvo voćkarica.

Brauner i Conway (1964) navode da bjeljika crnog oraha podliježe očitijoj modifikaciji boje nakon 4 do 6 sati izloženosti parenju pri temperaturi od 100 do 120° C. Primjetili su da je tamnjenje ravnomjerno po širini i dubini drva, ali da istodobno ovisi o sadržaju vode u drvu.

Chen i Workman (1980) također su ispitivali iste pojave i došli do zaključka da parenje listova furnira debljine 6,5 mm potamnjuje bjeljiku i povećava izlučivanje benzola iz parenog drva. Ustanovljeno je da su kuhanje i parenje efikasni za potamnjenje boje bjeljike orahovine. Poznato je da se boja drva mijenja od žute do smeđe, među ostalim zbog fotooksidacije lignina i drvnog ekstrakta produktima obojenja, npr. kinonom, kako navode Leary (1968), Lin et al. (1972), Grellier et al. (1997).

Istraživanje kemijskog sastava orahovine što su ga proveli Andary et al. (1999) pokazalo je histolokalizacijom važnu akumulaciju flavonoida u sekundarnom ksilemu i hidrojuglonskoga glukozida u stanicama bjeljike.

Prve rezultate, koji pokazuju vezu između termičke obrade i boje, objavio je Burtin (1998, 2000). Ispitivao je utjecaj akumulacije prirodnih fenolnih smjesa u prijelaznoj zoni na boju drva i modifikacije hibridnog oraha (*Juglans nigra* x23, *Juglans regia*) pod utjecajem različitih postupaka parenja. Došao je do zaključka da je zadovoljavajuća promjena boje postignuta pri temperaturi od 125 °C nakon 16 sati parenja malog komada bjeljike veličine 1 cm<sup>3</sup>. Ustanovljeni su hidrojuglon i kvercetin (neutralni bioflavonoid; biljni pigment), te se hidrojuglon kao kromofor smatra glavnim pretečom boje srži postignute tijekom hidrolize, oksidacije i polimerizacije. Osim toga za vrijeme parenja pronađene su polifenolne tvari (tvari koje smanjuju svjetlinu srži drva) koje prodiru u bjeljiku i mijenjaju njezinu boju iz svijetle u tamniju, pa prema tome izravno indiciraju kemijske promjene.

Usprkos tome, veza između boje i parametara industrijskih metoda kuhanja još uvijek nije uočena da bi se razumjela kinetika promjene boje bjeljike i srži orahovine.

Ispitivanja koja je obavila grupa znanstvenika (Charrier et al., 2002) rađena su s ciljem utvrđivanja utjecaja dužine kuhanja na boju, a pritom su obavljena dva postupka.

Prvi je izveden u laboratoriju, i imao je ulogu utvrđivanja uzroka promjene boje za vrijeme kuhanja (na 90 °C), da bi se utvrdilo koje tvari utječu na promjenu boje i da bi se utvrdilo koliko je stabilna i trajna boja bjeljike orahovine tretirane juglonom i taninom. U sljedećem dijelu postupka obavljen je industrijski pokus da bi se potvrdili prethodni rezultati i da bi se prema CIE Lab sustavu izmjere boje analizirala reakcija boje trupaca za vrijeme postupka kuhanja.

Mjerenje boje uzoraka provedeno je prema standardu ISO 2470. Boje su izračunate prije i nakon parenja prema CIE 1976 (Billmeyer and Saltzman 1981). Ti su elementi korišteni da bi se izračunali ton boje  $h^*$ , razlika boje  $\Delta E^*$  i promjene zasićenosti  $\Delta C^*$  kao funkcija uvjeta parenja prema jednadžbama 1, 2, 3, 4, 5, 6.

$$\Delta L^* = L_p^* - L_z^* \quad (1)$$

$$\Delta a^* = a_p^* - a_z^* \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b_p^* - b_z^* \quad (3)$$

$$h_{ab} = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (4)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (5)$$

$$\Delta C^* = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (6)$$

Pritom su  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  i  $\Delta b^*$  razlike između početne (p) i završne vrijednosti (z) svjetline, kromatičnosti na zeleno-crvenoj i plavo-žutoj osi nakon operacije parenja.  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  pridonose izmjeri kuta tona boje  $h^*$ , ukupne razlike u boji  $\Delta E^*$  i u zasićenosti  $\Delta C^*$ , kao što je predloženo u formulama 4, 5 i 6. Niska vrijednost  $\Delta C^*$  ili  $\Delta E^*$  odnosi se na malu promjenu u zasićenosti ili u promjeni boje te sugerira vrlo mali, gotovo nikakav učinak na nijansu i modifikaciju boje tijekom obrade.

Parametri boje mjereni su na svakom komadu furnira od bjeljike i srži, kao i na svakom obrađenom i neoobrađenom kubičnom uzorku hibrida.

Podaci koje navodi autor pokazuju da su površina bjeljike i srži nakon kuhanja promijenile boju. Ta je diskolorizacija duboko utjecala na vanjski izgled drva. Naglašava se da je bjeljika pokazala veći gubitak boje, u vrijednostima  $\Delta E$  od 0 do 21. Vrijednosti  $\Delta E$  za srž kretale su se od 0 do 16 nakon maksimalno 51 sata natanja u vodi, pri temperaturi  $95 \pm 5$  °C.

Vrijednosti razlike boje  $\Delta E^*$  pokazale su očitu i brzu promjenu boje na površini bjeljike tijekom prvih 7 sati, a nakon toga promjena boje se usporavala i nakon 31 sata ostala je gotovo ista. Podaci također pokazuju da je važan doprinos modifikaciji boje bila svjetlina  $L^*$ . Svijetla boja orahovine koja nije obrađivana smanjila se sa 79 do  $60 \pm 2$  nakon 31 sata kuhanja. Burtin et al. (2000) istraživao je i ustanovio smanjenje svjetline  $L^*$  nakon parenja pri temperaturi između 75 i 125 °C. Varijacija razlike boje  $\Delta E^*$  bila je slična varijaciji  $\Delta L^*$ , i to je potvrdilo važnost svjetline, kao što je i Burtin primijetio (2000). Smanjenje svjetline  $L^*$  bilo je uzrokovano tamnjenjem na površini drva. Svjetlina  $L^*$  navodi se kao funkcija trajanja uranjanja trupaca orahovine.

Iz istraživanja citiranog rada može se vidjeti razlika u svjetlini  $L^*$  između bjeljike i srži, koja je bila blizu 14. Kako je vrijeme uranjanja produženo od 0 do 31 sat, boja bjeljike postala je slična boji srži prije obrade. Nakon 31 sata razlika u svjetlini  $L^*$  statistički nije bila bitno drugačija. Nakon 51 sata primijećen je nagli pad svjetline  $L^*$  u srži. Valjanog objašnjenja te pojave nije bilo, ali postoji hipoteza da s povećanjem vremena uranjanja i temperature u sredini polovnjaka taj postupak započinje razgradnju rezervnih tvari koje još nisu bile enzimski transformirane te su stoga ostavljale i taložile obojenu tvar. Takva tvrdnja zahtijeva dodatna istraživanja radi njezine potvrde ili opovrgavanja.

Modifikacija parametara  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $h^*$ , i  $C^*$  bila je vrlo niska i beznačajna, što potvrđuje da je učinak kuhanja polovnjaka orahovine beznačajan za kromatičnost, nijansu i boju testiranih furnira. Mala, gotovo nikakva promjena u parametrima  $\Delta a^*$  i  $\Delta b^*$  od  $-1,4$  do  $4,0$  mogla se objasniti neznom modifikacijom pojedinih kromofornih grupa lignina na niskoj temperaturi kuhanja korištenoj u istraživanju. Upotreba pregrijane pare više temperature mogla bi dati drugačije rezultate zato što je moguća razgradnja i oksidacija lignina uz formiranje kromofornih grupa sposobnih da upiju UV svjetlost u rasponu od 300 do 550 nm (Castellan and Davidson, 1994). Informacija o kemijskim aspektima tamnjenja orahovine nakon parenja već je vrlo dobro opisana u literaturi (Burtin, 2000; Brauner and Conway, 1964; Charrier et al., 1999). Ustanovljeno je da promjena boje nastaje uglavnom zbog oksidacije fenolnih tvari.

Istraživanjem je prikazana linearnost veze između  $\Delta E^*$  i  $\Delta L^*$  i može se iskoristiti za praćenje modifikacija boje drva nakon što je potopljeno u vodu.

Daljnji rezultati istraživanja opisuju promjenu boje uočenu na bjeljici orahovine nakon tretmana vo-

dom, taninom i juglonom (hidrojuglon je jedan od glavnih fenolnih tvari pronađenih u orahu i ujedno je prethodnik juglona; Burtin, 1998, 2000 and Magel et al., 1999). Jasn je potvrđena razlika u svjetlini boje bjeljike obrađene juglonom nakon 5 do 24 sati uranjanja u laboratoriju. Maksimalna promjena u svjetlini boje primijećena je u prva 24 sata.

Zaključeno je da uranjanje polovnjaka u vodu temperature 80 – 90 °C u vremenu 0 - 51 sat, potencira gubitak vode bjeljike i srži. Ukupna razlika boje, korištenjem CIE  $L^*a^*b^*$  sustava, pokazuje vrijednosti od 14 do 21. Glavni doprinos toj promjeni boje je svjetlina  $L^*$ . Promjena boje nastaje zbog oksidacije pojedinih tvari i najvjerojatnije je posljedica premještanja obojenih tvari iz jezgre u bjeljiku.

Ova su istraživanja napravljena da bi se uočila kinetika promjene boje drva za vrijeme industrijskog kuhanja, kao i da bi se razumjeli utjecaji pojedinih prirodnih tvari na drvo. Korištenje tih informacija u budućnosti bi moglo pomoći optimiziranju postupka kuhanja u drvnoj industriji te bi se mogle koristiti za druge vrste drva.

#### 4. ZAKLJUČAK 4 CONCLUSION

Najveći doprinos promjeni boje orahovine ima veličina svjetline  $L$ . Promijena boje posljedica je oksidacijskih procesa nekih kemijskih tvari i premještanja obojenih tvari iz srži prema bjeljici. Općenito, opisani kemizam i metoda evaluacije boje orahovine i ostalih vrsta drva omogućuje identificiranje osnova kinetike promjene boje pod utjecajem različitih parametara. U budućim znanstvenim i praktičnim istraživanjima ti bi rezultati trebali činiti osnovu za razumijevanje zakonitosti obojenja drva, a naknadnom dogradnjom tijekom laboratorijskih i praktičnih istraživanja omogućiti optimizaciju procesa sušenja, parenja i kuhanja komercijalnih vrsta drva u praksi, a na temelju utvrđenih znanstvenih zakonitosti i spoznaja.

#### 5. LITERATURA 5 REFERENCES

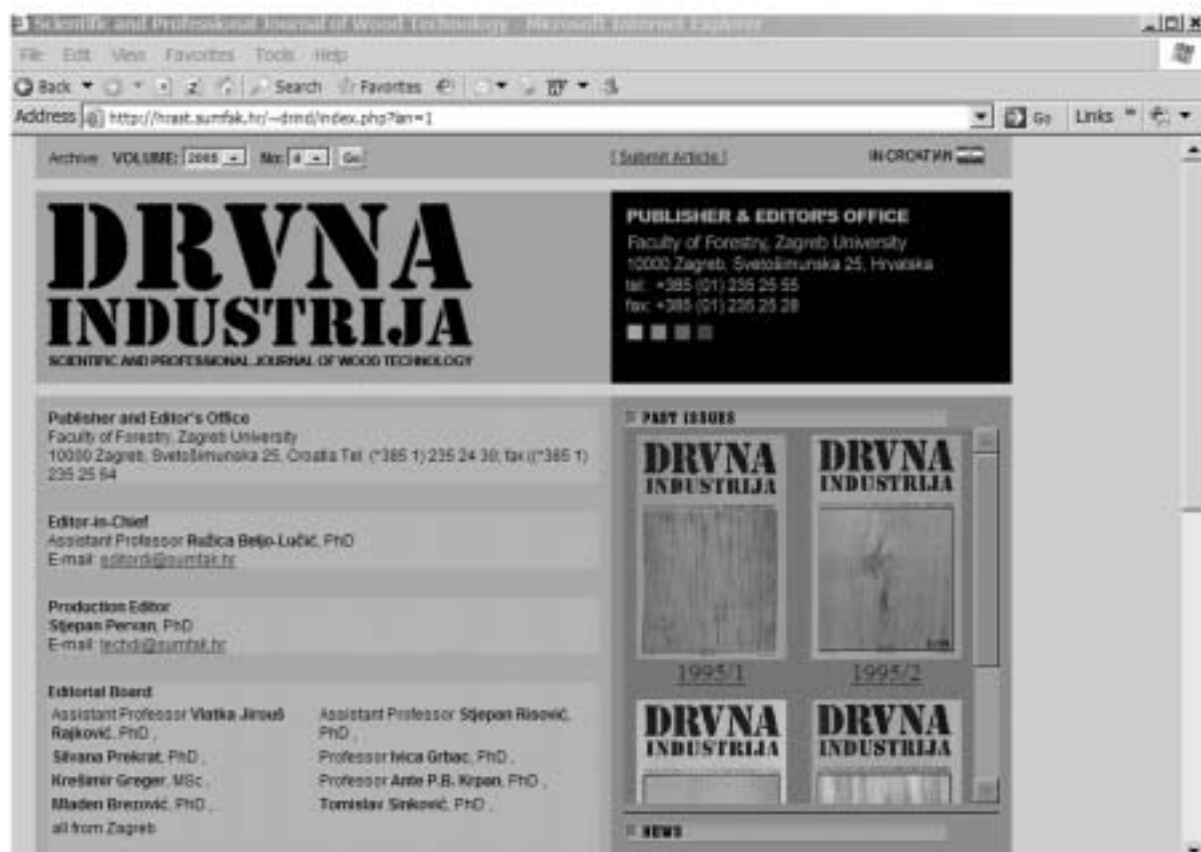
1. Andary, C., Mondolot – Cosson, L. 1999: Histolocalisation of phenolic compounds of *Juglans nigra* and hybrid (MJ 209 x RA). In individual progress report. Walnut basic research for agroforestry and industry: network and standards, 7 pp.
2. Antonović, A. 2004: Spektrofotometrijska analiza lignina bukovine. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Billmeyer, F.W., Saltzman, M. 1981: Principles of colour technology. John Wiley and Sons, New York, NY., 240 pp.
4. Brauner, A., Conway, E.M. 1964: Steaming walnut for color. For. Prod. J., 14: 525-527.
5. Burtin, P., Allemand, C., Charpentier, J. P., Janin, G. 1998: Natural Wood colouring process in *Juglans* sp. (*J. nigra*, *J. regia* and hybrid *J. nigra* 23x *J. regia*) depends on native phenolic compounds accumulated in the transition zone between sapwood and heartwood. Tree: 258-264.

6. Burtin, P., Allemand, C., Charpentier, J.P., Janin, G. 2000: Modifications of hybrid walnut (*Juglans nigra* 23 x *Juglans regia*) wood color and phenolic composition under various steaming conditions. *Holzforschung* 54: 33-38.
7. Castellan, A., Davidson, R.S. 1994: Steady-state and fluorescence emission from *abies* wood. *J. of photochem. and photobiol. Achem* 78: 275-279.
8. Charrier, B., Haluk, J. P., Klumpers, J., Janin, G. 1995: Characterization of european oakwood constituents acting in the brown discoloration during kiln drying. *Holzforschung* 49: 168-172.
9. Charrier, B., Charrier, F., Janin, G. 1998: European walnut wood classification. In individual progress report. Walnut basic research for agroforestry and industry: network and standards, 8 pp.
10. Charrier, F., Charrier, B., Janin, G. 1999: Walnut veneers characteristics and classification. In individual progress report. Walnut basic research for agroforestry and industry: network and standards, 9 pp.
11. Charrier, B., Charrier, F., Janin, G., Kamdem, D. P., Irmouli, M., Goncalvez, J. 2002: Study of industrial boiling process on walnut colour: Experimental study under industrial Conditions. *Holz als Roh- und Werkstoff* 60.
12. Chen, P., Workman, E. 1980: Effect of steaming on some physical and chemical properties of black walnut heartwood. *Wood and Fiber* 11: 218-227.
13. Garro Galvez, J.M., Riedl, B., Conner, A. H. 1997: Analytical studies on Tara tannins. *Holzforschung* 51: 235-243.
14. Gorišek, Ž., Straže, A., Ribič, A. 2000: Numerical evaluation of beechwood discoloration during drying. *Drvena industrija* 51 (2): 59-68.
15. Grelier, S., Castellan, A., Desrousseaux, S., Nourmamide, A., Podgorski, L. 1997: Attempt to protect wood color against UV/Visible light by using antioxidants bearing isocyanate groups and grafted to the material with microwave. *Holzforchung* 51: 511-518.
16. Jirouš Rajković, V. 1999: Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima. *Drvena industrija* 50 (1): 31-39.
17. Koch, G., Bauch, J. 2000: Discolouration in European beechwood (*Fagus sylvatica* L.) during storage and drying. COST E 15, Advances in drying of wood (1999-2003). 2<sup>nd</sup> Workshop "Quality drying of hardwood" in Sopron.
18. Košikova, B., Hricovini, M., Cosentino, C. 1999: Interaction of lignin and polysaccharides in beech wood (*Fagus sylvatica*) during drying processes. *Wood Science and Technology* 33: 373-380.
19. Kreber, B., Stahl, M. R., Haslett, A. N. 2001: Application of novel de-watering process to control kiln brown stain in *radiata* pine. *Holz als Roh- und Werkstoff* 59: 29-34.
20. Leary, G. 1968: Photochemical production of quinoid structures in wood. *Nature* 217: 672-673.
21. Lin, S.Y., Gierer, J. 1972: Photodegradation of lignin. A contribution to the mechanism of chromophore formation. *Sven. Papperstidn.* 75: 257-260.
22. Liu, J., Furuno, T. 2002: The fractal estimation of wood color variation by the triangular prism surface area method. *Wood Science and Technology* 36: 385-397.
23. Luostarinen, K., Luostarinen, J. 2001: Discolourations and deformations of birch parquet boards during conventional drying. *Wood Science and Technoogy* 35: 517-528.
24. Luostarinen, K., Möttönen, V., Asikainen, A., Lahtinen, T., Tolonen, Y. 2000: Birch (*Betula pendula*) wood discoloration during drying. COST E 15, Advances in drying of wood (1999-2003). 2<sup>nd</sup> Workshop "Quality drying of hardwood" in Sopron.
25. Magel, E., Abdel-Latif, A., Klenk, E., Eule, D., Low, M. (1999): Biochemical characterisation of juvenile wood formation, heartwood formation and wood standardisation. In individual progress report. Walnut basic research for agroforestry and industry: network and standards, 10 pp.
26. Mosedale, J.R., Charrier, B., Janin, G. 1996: Genetic control of wood colour, density and heartwood ellagitannin content of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*). *Forestry* 69: 111-124.
27. Saranpää, P. 2001: The effect of site and timber handling on the quality and end-use value of Scots pine and Norway spruce wood. Project report, Finnish forest Research Institute (Metla), Vantaa Research Centre, p. 207-214.
28. Straže, A. 2000: Influence of drying parameters on speed and intensity of ash- and beechwood discolourations. Master of Science Thesis. Biotechnical Faculty, Wood Technology Department, Ljubljana, 74 p.
29. Straže, A., Gorišek, Ž. 2001: Influence of drying parameters on discoloration in ash-wood (*Fraxinus excelsior* L.). Proceedings of the Fifth International Conference on the Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry, ICWSF 2001, 5<sup>th</sup> - 7<sup>th</sup>, Biotechnical Faculty, Wood technology Department, Slovenia, p. 273-280.
30. Straže, A., Merela, M., Gorišek, Ž., Oven, P. 2004: Occurrence of discoloration of beechwood (*Fagus sylvatica* L.) during conventional drying. Iawa Proceedings. Montpellier, pp. 62.
31. Straže, A., Gorišek, Ž., Pervan, S., Brezović, M., Prekrat, S., Kljak, J. 2005: Colour of steamed cherrywood (*Prunus avium* L.) and its variation. Conference proceedings "Durability and quality of wooden products for construction industry". Faculty of Forestry, Zagreb, Innovawood, Paris, p. 51-59.
32. Sundquist, B. 2002: Color response of scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula pubescens*) subjected to heat treatment in capillary phase. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 59: 106-114.
33. Sundquist, B., Moren, T. 2002: The influence of wood polymers and extractives on wood colour induced by hydrothermal treatment. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 60: 375-376.
34. Šegan, N. 2005: Varijabilnost boje drva vočkarica za proizvodnju ploča od cjelovitog drva. Diplomski rad. Šumarski fakultet, Zagreb.
35. Wiberg, P. 1996: Colour changes of Scots pine and Norway spruce - A comparison between three different drying treatments. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 54: 349-354.

#### Corresponding address:

Assist. Prof. STJEPAN PERVAN, PhD

Wood Technology Department  
Chair for Material Technologies  
Faculty of Forestry  
Svetošimunska 25  
Zagreb University  
10000 Zagreb  
Croatia  
e-mail: pervan@sumfak.hr



**Search wood technology science at**

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

# Exportdrvo na sajmu Carrefour International du Bois, Nantes, Francuska 31. svibnja - 2. lipnja 2006.

Radi jačanja izvozne orijentacije prema francuskom tržištu, Exportdrvo je, kao jedini izlagač iz RH, početkom lipnja izlagalo na sajmu Carrefour International du Bois u Nantesu. To je manji specijalizirani sajam uglavnom polufinalnih drvnih proizvoda koji se održava svake druge godine. Na prošlom sajmu izlagali smo prvi put, a dobre veze i potom uspješno realizirani poslovi rezultirali su ovogodišnjim nastupom. Uz drvene ploče lijepljene širinski i dužinsko-širinski, izložili smo i razne podne obloge (seljački pod, masivni parket, dvoslojni parket, mozaik parket i dr.), čime smo nastojali prikazati tehnološke mogućnosti hrvatske drvene industrije u području podnih obloga.

Francusko tržište za nas je vrlo važno, a i naše prednosti pred konkurencijom nisu zanemarive. Raspolaganje potrebnom sirovinom, tehnologija, kapaciteti, relativna blizina i naše poznavanje načina rada i mentaliteta tog tržišta samo su neke od njih, koje u konačnici jamče našu sve bolju opstojnost na tom tržištu. Uz talijansko, francusko je tržište za Exportdrvo svakako najzanimljivije tržište za plasman polufinalnih drvnih proizvoda. Francuzi već tradicionalno preferiraju hrast, pa po izvozu i dalje prednjači masivni i dvoslojni hrastov parket.

Jadranka Vovk-Jakovac



# 5. međunarodno savjetovanje Wood structure and properties '06

Savjetovanje Wood structure and properties '06 održano je u Sliach-Sielnici, Zvolen, Slovačka, od 3. do 6. rujna 2006, kao već tradicionalni međunarodni simpozij s područja znanosti o drvu, koji se bez prekida održava od 1990. godine. Prva četiri simpozija bila su organizirana pod pokroviteljstvom Tehničkog univerziteta iz Zvolena, a ovaj, peti po redu, i pod pokroviteljstvom IUFRO-a, Sekcije 5.

Za ovaj jubilarni simpozij bilo je prijavljeno 79 znanstvena rada i 47 postera, a svoje su sudjelovanje učesnice prijavila 134 znanstvenika iz ukupno 33 zemlje.

## ORGANIZACIJA I PROGRAM SIMPOZIJA

Organizatori simpozija bili su Fakultet za znanost i tehnologiju drva Sveučilišta u Zvolenu i IUFRO. Dizajnacija 05.01.00 – Kvaliteta drva. Za organizaciju i provedbu simpozija bili su odgovorni prof. Stanislav Kurjatko (Slovačka), dr. Dave Cown (Novi zeland) i profesor Jozef Kudela (Slovačka).

U Znanstvenom komitetu bilo je 20 znanstvenika iz 15 zemalja svijeta, među kojima i doc. dr. sc. Radovan Despot kao predstavnik Hrvatske i našeg fakulteta.

Simpozij je započeo u nedjelju 3. rujna s dolaskom sudionika i njihovom prijavom u hotelu „Kaskady“. Isti dan prije večere bila je priređena dobrodošlica i koktel.

U ponedjeljak 4. rujna, nakon doručka i registracije sudionika, u 8.30 počeo je simpozij. Jutarnja su izlaganja trajala do 12.40, a nakon ručka nastavljena su izlaganja do 15.40. Službeno otvorenje i dobrodošlica domaćina održani su u kazalištu u Zvolenu, i zajedno s



Slika 1. Izlaganje doc. dr. sc. Radovana Despota

programom folklorne sekcije „Polana“ trajali su od 17.45 do 19 sati.

U utorak 5. rujna simpozij je trajao od 8.30 do 12.30 sati, odnosno od 14.00 do 17.20. Poslije toga održana je prezentacija postera. Među posterima je bio zapažen i poster naših kolega doc. dr. sc. Silvane Prekrat i doc. dr. sc. Stjepana Pervana i suradnika.

U srijedu 6. rujna simpozij je započeo u 8.30 sati i službeno završio u 11.10 sati. Nakon ručka sudionici su krenuli kućama, a neki, poput nas iz Hrvatske, obišli su prije povratka i laboratorije Drvnotehnološkog fakulteta u Zvolenu.

## Znanstveno obilježje simpozija

Trodnevni rad simpozija bio je predviđen i odvijao se svakodnevno u dvije zasebne i paralelne sekcije.

U prvoj sekciji (*Session 1*) bili su zastupljeni radovi s područja biološke kontrole svojstava drva, odnosno strukture drva i dendrologije (*Biological Control of Wood properties - Wood structure and dendrology*). Predsjedavajući (*chairmans*) te sekcije bili su Cown D. (Novi Zeland), Paule L. (Slovačka), Hapla F. (Njemačka), Čunderlik I. (Slovačka), Olek W. (Poljska), Solar R. (Slovačka) Kuroda K. (Japan) i Zbonak A. (Južna Afrika).

Prezentirani su sljedeći radovi:

Glencross, K. S., Nichols, J. D.: Wood Quality, the key to successful Rainforest Plantations in Tropical and Subtropical Eastern Australia

Hapla, F.: Use- and wood product-orientated investigation on *Abies grandis* of different growth dynamics

Novitskaya, L., Nikolaeva, N.: Abnormal growth and development of woody plants as a result of a high sucrose level in the cambial zone

Adamopoulos, S.: Radial variation of fiber and vessel member dimensions as an indication of juvenile/mature wood transition in black locust

Antonova, G. F., Chapligina, I. A.: Secondary cell wall structure formation during development and lignification of early- and latewood in larch (*Larix sibirica* Ldb.)

Belkova, L., Mamon, M., Alksne, A., Dolacis, J., Kurjatko, S., Hrol, J.: Some elements of the anatomical structure of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) wood growing in Latvia

Birbilis, D. L., Voularidis, E. V.: Investigation of ring shake in chestnut wood (*Castanea sativa* Mill.).





**Slika 2.** Presentacija postera sudionika savjetovanja sa Šumarskog fakulteta iz Zagreba

Eriksson, D., Lindberg, H., Bergsten, U.: Prediction of mechanical properties of *Pinus sylvestris* wood from wood structure characteristics

Fabisiak, E., Moliński, W., Cisowski, M.: Changes in the microfibril angle at the tangential walls of tracheids in larch tree wood (*Larix decidua* Mill.) versus the cambial age of annual rings

Gryc, V., Vavrčík, H.: Effect of the position in a stem on the variability of tracheids in spruce with the occurrence the compression wood

Kitin, P., Fujii, T., Takata, K., Abe, H.: Microcasting techniques for characterization of the three-dimensional structure of wood

Antti, L., Hansson, L.: Microwave treatment of resinous wood

Koňas, P.: FE modeling of wood structure

Konovalova, N.T., Konovalov, N.T., Bazhenov, A.N., Stasova, V.V., Varaksina, T.N., Antonova, G.F.: The effects of supersonic treatment on the structure and components of oak wood

Krutul, D., Dzbeński, W., Makowski, T., Zawadzki, J.: Influence of environmental contamination on the content of some substances in bark and wood of Scotch pine *Pinus sylvestris* L.

Kuroda, K., Yamashita, K., Fujiwara, T., Hirakawa, Y.: Water distribution in the xylem of *Cryptomeria japonica* associated with the difference of heartwood moisture content

Kwon, S.-M., Kim, N.-H.: Growth ring formation of major wood species growing in Chuncheon, Korea

Merela, M., Serša, I., Oven, P.: Research of anatomy and moisture distribution in beech and oak wood by 3D MR imaging technique

Mirić, M., Popović, Z.: Structural damages of oak-wood provoked by some Stereales – *Basidiomycetes* decaying fungi

Tombaziotis, M. N., Voularidis, E. V.: The appearance of compression wood in hybrid fir (*Abies borisii egis* Matff.) and its impact on the quality of sawn timber

Naidoo, S., Ahmed, F., Zbonak, A.: The effect of moisture availability on wood density and vessel characteristics of *E. grandis* in the warm temperate region of South Africa

Olek, W., Bonarski J.: Changes in wood ultrastructure caused by periodical sorption

Oven, P., Marion, L.: Origin and function of calus in wounded stems of Norway spruce

Steele, P., Cooper, J., Mitchell, B.: Identifying Juvenile Wood in Green Southern Pine Lumber with Dielectric Scanning

Vavrčík, H., Gryc, V., Rybniček, M.: Tracheid dimensions analysis of root xylem of Scots pine

Waliszewska, B., Zborowska, M., Prądyński, W., Kominek, A.: Chemical composition and heat of combustion of selected *salix* crosses

Waliszewska, B., Zborowska, M., Prądyński, W., Robaszyńska, M.: Chemical composition of selected species of exotic trees

Zbonak, A., Bush, T.: Application of near-infrared spectroscopy to predict microfibril angle of 14-year-old *Pinus patula*

Johansson, D., Sehlstedt-Persson, M., Morén, T.: Effect of heat treatment on capillary water absorption of heat-treated pine, spruce and birch

Sehlstedt-Persson, M.: Effect of heat treatment on the microstructure of pine, spruce and birch and the influence on capillary absorption

Hemmasi, A.: Longitudinal Growth Prestresses in *Carpinus Betulus*

Amiri, B., Kazemi, Talkouei A., Rasouli, B.: Study of effect of remaining branch and seed tree on regeneration in semi degraded harvested forest

Erakhrumen, A. A., Ogunsanwo, O. Y., Akinlade, A. A. S.: Influence of plantation age on wood specific gravity and selected strength properties of *Gmelina arborea* (Roxb.) grown in Onigambari forest reserve, Nigeria

Sahri, M. H., Bakar, E. S., Ashaari, Z.: Structure and anatomical properties of five year-old and eleven year-old timber latex clones rubber wood

U drugoj sekciji (**Session 2**) predloženi su radovi s područja bazičnih znanja o drvu i varijacija strukture drva, evaluacije kvalitete drva i njegova utjecaja na finalne proizvode od drva, odnosno ponašanja drva u tehnološkim procesima preradbe (**Fundamental knowledge and variation of wood properties, Evaluation of wood quality and its influence on final products, Behaviour of wood in technological processes**). Predsjedavajući (**chairmans**) te sekcije bili su Damery, D. (SAD), Kurjatko, S. (Slovačka), Ugolev, B.N. (Rusija), Babiak, M. (Slovačka), Teisinger, A. (Austrija), Dubovsky, J. (Slovačka), Niemz, P. (Švicarska), Horaček, P. (Češka), Nemeth, R. (Mađarska) i Despot R. (Hrvatska).

Prezentirani su sljedeći radovi

Gorišek, Ž., Straže, A.: Sorption and swelling characteristics of normal and tension wood of beech (*Fagus silvatica* L.)

Grekin, M.: Wood colour of Nordic Scots pine and its change under UV radiation



Slika 3. Predavanja u drugoj sekciji

Hasan, M., Despot, R., Rapp, A., Brischke, Ch., Welzbacher, Ch.: Some physical and mechanical properties of gamma radiation sterilized wood

Junkkonen, R., Heräjärvi, H.: Physical and mechanical properties of European and hybrid aspen wood after three different drying treatments

Cirule, D., Lagaña, R., Kurjatko, S., Hrols, J., Dolacis, J.: Change of some mechanical properties of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) wood along the stem and effect of the sample's factor of scale on their indices

Künniger, T., Fischer, A., Richter, K.: Water Soluble Larch Extractives: Impact on 1 P-PUR Wood Bonds

Teischinger, A., Buksnowits, C., Müller, U.: Wood properties of old growth spruce and their technological potential

Horáček, P.: A mechanical study of the root systems of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.)

Lehmann, E. H., Mannes, D., Niemez, P.: Neutron and X-ray imaging in wood research

Olek, W., Weres, J., Guzenda, R.: Inverse method application for determining thermal properties of wood-based panels

Papadopoulos, A. N.: Decay resistance of cement-bonded Oriented Strand Board

Petrovici, V., Varodi, A. M., Pîrnuță, O.-A., Colcea, G., Crăciun, V., Scurtu, E., Borzea, I.: Research Studies concerning the Jellification and the Gluing Shearing Strength of the Furan Resin Mixed with Furfurilic Alcohol of the FC-2 URELIT Type

Petrovici, V., Vasile, M. E., Pîrnuță, O.-A., Colcea, G., Crăciun, V., Scurtu, E., Borzea, I.: Research Studies concerning the Gluing Shearing Strength of Some Adhesives Based on Urea-Formaldehyde Resin of the S URELIT Type Used for Cold and Hot Wood Gluing

Přemyslovská, E.: Relation between geometry of fracture surfaces and impact work of wood composite materials

Priedkalns, G., Pušinskis, V., Dolacis, J., Hrols, J.: Strength studies of sawn timber produced from wood of Norway spruce (*Picea abies* L. Karsten.) growing in Latvia

Réh, R.: Wood and Veneer Properties of a Perspective Species for Central European Woodworking Industry – red oak (*Quercus rubra* L.)

Solár, R., Kurjatko, S., Mamoò, M., Neuschlová, E., Hudec, J.: Changes in the selected properties of beech wood degraded by wood destroying fungi

Sarmulis, Z., Liepa, I., Dreska, A., Lipins, L.: Relationships between round timber taper and factors affecting it

Sonderegger, W., Niemez, P.: Comparative study on the thermal conductivity of wood and wood-based materials

Stöd, R., Kilpeläinen, H.: Knot of Scots pine saw timber trees from thinning stands

Sugimoto, H., Miki, T., Norimoto, M., Kanayama, K.: Dielectric relaxation of adsorbed water in wood, paper and charcoal

Száva, J., Perebeanu, K.-C., Harangus, K.: New Testing Device for Time dependent Glue Behavior Analysis by means of Holographic Interferometry

Tippner, J.: Influence of factors on dynamical behaviour of piano soundboard

Ushakov, V., Filipsons, G., Sidenko, N.: Computer analysis of characteristic features of thermo-gas dynamic properties of friable wood particles in a pulsing flow of the agent of drying

Zborowska, M., Babiński, L., Waliszewska, B., Prądyński, W.: Characteristics of the chemical composition of the archaeological oak and pine wood from Biskupin

Ugolev, B. N.: Frozen strains of wood as natural intelligent material



Slika 4. Sudionici međunarodnog savjetovanja Wood structure and properties '06

Damery, D. T., Campbell S.: From trees to flooring: value-added processing from a non-industrial private forest improvement harvest

Wimmer, R., Sycacek, E., Rinnhofer, A., Grabner, M.: Wood quality and rapid evaluation of slow and fast-grown larch

Vötter, D.: Forest to Industry Interactions - Allocation and Wood Quality issues during harvesting and transport in EFORWOOD - Sustainability Impact Assessment of the European Forestry-Wood Chain

Sokolowsky, Y. I., Poberejko, B. P., Denjuk, M. B., Bakalets, A. B.: Dynamics of stressed-strained relaxation fields in wood drying process

Terziev, N., Jäppinen, A.: Pre-manufacturing of studs for building

Pinchevska, O.: The influence of variability parameters of dryer's medium on the selection of drying regimes

Del Menezzi, C. H. S.: The thermal treatment as a technique to improve the performance of the oriented strandboard

Biley, P., Vintoniv, I., Sopushynskyy, I.: Methodology improvement determining the duration of the primary woodheating before drying

Dolacis, J., Svickar, S., Ushakov, V., Engelbreht, A.: Intensification of drying of the loose wood layer by the pulsing gas stream in the filtration regime

Martin, G., Becker, G., Grussenmeyer, H.: The suitability of *Abies grandis* (Grand fir) in SGW mechanical pulping operations for SC magazine paper grades

Straže, A., Gorišek, Ž.: Drying characteristics of compression wood in Norway spruce (*Picea abies* Karst.)

Zejda, J.: Numerical simulation dynamic temperature distribution during the drying process

Sahri, M. H., Bakar, E. S., Ashaari, Z.: Mechanical and strength properties of five year - old and eleven year - old timber latex clone rubber wood

#### Prezentirani poster:

1. Becker, B.: Forest warehouse – product-specific allocation of roundwood
2. Bekhta, P., Niemz, P.: Effect of high temperature on the physical and mechanical properties of spruce wood
3. Bodnár, F.: Solution of stresses around holes in a wooden plate under inplane loading
4. de Palacios, P., Esteban, L. G., Fernández, F. G., Guindeo, A.: Determination of the bending and compression strength of Spanish fir wood
5. Dianišková, M., Babiak, M., Lagaña, R.: The inherent moisture interaction between spruce timber and concrete
6. Gejdoš, M., Teischinger, A., Suchomel, J.: Comparison of roundwood sorting according to European Standards and the national grading rules in Slovakia and Austria
7. Molnár-Hamvas, L., Csonka-Rákosa, R., Böröcsök, E., Molnár, J., Németh, K.: Colour and spectral changes of the wood surface due to ultra-violet light exposition and impregnation with chromium
8. Iejavs, J.: Softwood lumber strength glued with higher moisture content
9. Kim, N.-H.: Radial Variation of Rays of Some Major Coniferous Woods Grown in Chuncheon, Korea
10. Kim, N.-H., Kwon, S.-M.: Investigation of carbonization mechanism of wood
11. Kitin, P., Takata, K., Ueno, Y., Terazawa, M.: Development and structure of bark in the stem of *Betula* sp.
12. Kozlov, V.: Changes in Scots pine wood quality due to forest management on drained peatlands
13. Kozlov, V., Kisternaya, M.: Changes in Scots pine wood quality due to forest management on drained peatlands

14. Kúdela, J. – Laurová, M.: Permanent changes in properties of ash wood exposed to hydrothermal plasticization at high temperature
15. Kúdela, J. – Mamoňová, M.: Tree-of-heaven wood (*Ailanthus altissima*, Mill.) – structure and properties
16. Kurjatko, S., Hrčka, R.: Thermal properties of elm (*Ulmus carpinifolia*, Gled.) wood
17. Kurjatko, S., Mamoňová, M., Hudec, J., Babiak, M.: Permeability of elm wood and ash wood for water
18. Lagana, R., Dizhbite, T., Telysheva, G.: An influence of a thermal treatment on surface properties of wood
19. Lazdiņa, D., Lazdiņš, A., Martinsone, K., Kariņš, Z., Kāposts, V., Liepa, I., Hrols, J., Dolacis, J.: Suitability of Latvian willow species and willow clones selected in Sweden for the arrangement of energy wood plantations in Latvia
20. Lazdiņa, D., Miezīte, O.: Wood properties comparison of willows from plantations and alders from native stands
21. Ludwiczak-Niewiadomska, L.: Determining of the elastic properties wood-based materials, such as oriented strand board (OSB), by means of a digital image analysis
22. Makovická-Paulínová, J., Čunderlík, I.: Structure and some physical properties of spruce juvenile wood
23. Makovická-Paulínová, J., Pivolusková, E., Kotlínová, M., Kloiber, M.: Chosen physical properties of spruce juvenile wood
24. Mamoňová, M., Tiralová, Z., Mamoň, M.: Measurement of the density profile of wood in the process of its bio-degradation
25. Manso Martin, M., Nutto, L., Becker, G.: Behaviour of *Nothofagus betuloides* during kiln and vacuum drying
26. Mayevskyy, V., Maksymiv, V., Sopushynskyy, I., Teischinger, A.: The effect of a sawing angle on wood texture
27. Mihalevschi, D., Badescu, L. A. M., Cernica, I. : Nanotechnologies in wood industry – perspectives
28. Mirić, M., Ivković, S., Todorović, N.: Wood tissue preparations technique for microscopical analysis using normal, UV, blue – fluorescence and polarized light
29. Mišíková, O.: The hardness and density of beech wood in the area of a necrotic wound and opposite wood
30. Nemeth, R.: The effect of thermal modification on the durability of wood against fungal decay
31. Nemeth, R., Molnar, S., Abraham, J., Koman, S.: Wood anatomy and mechanical characteristics of several fast growing robinia variety candidates grown on different sites
32. Niemz, P., Popper, R.: Influence of the extractives of selected extraneous woods on the equilibrium moisture content
33. Ohnesorge, D.: The suitability of Beech timber with red heartwood for structural proposes – Part of the EU – CRAFT project Innovation for Beech
34. Pervan, S., Prekrat, S., Gorišek, Ž., Straže, A., Humar, M.: Effect of steaming on colour and chemistry of cherrywood (*Prunus avium* L.)
35. Praus, L., Vavrčík, H., Koòas, P.: Wood properties of Black walnut (*Juglans nigra* L.)
36. Račko, V., Čunderlík, I.: A selected mechanical properties of „hazel wood“ in norway spruce (*Picea abies* L.)
37. Serrano, E., Blumer, S., Gustafsson, P. J., Niemz, P.: Moisture induced stresses and deformations in parquet floors - an experimental and numerical study
38. Sopushynskyy, I., Vintoniv, I., Teischinger, A., Sopushynska, M., Mayevskyy, V.: Selection of maple “birdseye” (*Acer pseudoplatanus* l.) In the ukrainian carpathian mountains
39. Spulle, U., Pušinskis V.: Research of strength of euro pallets
40. Stingl, R., Oltean, L., Huber, H., Teischinger, A., Hansmann, Ch.: Thermal treatment of Beech with red heartwood
41. Tolvaj, L., Németh, R., Beikircher, W., Molnár, S.: Colour homogenisation of white and red heartwood of beech by steaming
42. Wieloch, G., Hric, J., Henszel, V.: Wood machinability before and after thermal modification
43. Zeidler, A., Bohm, M.: Wood properties of minor tree species in the czech republic – bird cherry and black cherry
44. Zhang, Ch., Yang, D.-Q., Fujita, M., Wan, H., Abe, H., Fujiwara, T.: Microscopic observation of resin penetration in Aspen
45. Ella Arsenio, B.: Variability of Some Wood Quality Indicators of *Pinus caribaea* Morelet In Philippine Plantations
46. Ella Arsenio, B.: Wood Anatomy, Structure and Some Physical Characteristics of Philippine Vatica (Narig Group): Family Dipterocarpaceae
47. Kasal, B., Peszlen, I.: Testing of mechanical properties of genetically altered wood

### Značenje i vrijednost simpozija

Simpozij je okupio znanstvenike sa svih kontinenta svijeta. Ovaj put pod pokroviteljstvom IUFRO-a, uspostavljenesu nove i obnovljene stare veze. Tijekom formalnog i neformalnog druženja međusobno su razmijenjene ideje i iskustva u znanstvenom radu, a prema osobnom saznanju, dogovoreno je više suradnji i posjeta.

Nakon dosadašnjih sudjelovanja hrvatskih predstavnika na simpoziju 1994. i 1998, ovo je bilo treće sudjelovanje hrvatskih znanstvenika na savjetovanju.

doc. dr. sc. Radovan Despot  
doc. dr. sc. Silvana Prekrat  
doc. dr. sc. Stjepan Pervan

# Međunarodna konferencija o nanotehnologiji



Od 22. travnja do 5. svibnja 2006. godine u Atlanti (Georgia) i San Franciscu (Kalifornija) održane su tri međusobno povezane međunarodne konferencije pod pokroviteljstvom Vlade SAD-a, u organizaciji najvećeg svjetskog udruženja za celulozu, papir i prateće industrije TAPPI i vodeće svjetske asocijacije za nanotehnologiju IAnano: *International Conference on Nanotechnology for the Forest Products Industry* (u daljnjem tekstu TAPPI 2006), *Papermakers Conference* i *Coating and Graphic Arts Conference and Exhibit*.

Suorganizatori konferencija bile su brojne međunarodne organizacije: InnovaWood, AIChE Forest Products Division, Appita, Forest Products Society (FPS), International Academy of Wood Science (IAWS), Materials Research Society (MRS), National Nanotechnology Initiative (NNI), Paper Industry Technical Association (PITA), Society of Wood Science and Technology (SWST), U.S. Environmental Protection Agency - Research & Development i ostale. Svaka od navedenih organizacija bila je zastupljena u radu TAPPI 2006 s predstavnikom svoje zemlje, odnosno s članom u navedenim organizacijama.



Republiku Hrvatsku i Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva predstavljao je priznati stručnjak i znanstvenik prof. dr.sc. Ivica Grbac. S obzirom na visoku razinu konferencija, sudjelovanje u njima bilo je ograničeno na profesionalce iz sektora šumarstva i industrija baziranih na njemu koji su izravno uključeni u istraživanje i razvoj, članove akademija te predstavnike ministarstava i vladinih agencija.

Izlaganjem *Development Scenario for Forest Products Industries* prof. dr.sc. Ivica Grbac predočio je razvojni scenarij hrvatskog sektora šumarstva i industrija baziranih na njemu. U tom razvoju nanotehnologija zauzima važno mjesto, istaknuo je u svom izlaganju hrvatski znanstvenik:

[...] *Nanotehnologija je ključna tehnologija 21. stoljeća koja će kreirati nove materijale, tehnologije i nove proizvode. Stoga, istraživački i razvojni programi Republike Hrvatske u području nanotehnologije predstavljaju jedan od prioriteta, a sve u svrhu privredne konkurentnosti, jer kontinuirana tehnološka inovacija od suštinskog je značenja za istu.*

## Programski okvir TAPPI 2006



Središnja tema, poveznica svih konferencija, bila je nanotehnologija i nanoznanost, višefunkcionalni materijali i novi proizvodni procesi. Na toj temi okupili su se ugledni svjetski stručnjaci raznih struka da bi s različitim motrišta raspravljali o fenomenu i potencijalima nanotehnologije. Osim toga, raspravljalo se o utjecajima nanotehnologije na društvo, gospodarstvo i znanost te o rizicima i ograničenjima nanotehnologije. Programski okvir TAPPI 2006 obuhvatio je prezentaciju znanstvenih dostignuća na području nanotehnologije, pregled znanstvenih, ekonomskih i socijalnih trendova nanotehnoloških aplikacija u području šumarstva i industrija baziranih na njemu, a bio je upotpunjen

stručnim radionicama i forumima. Obradene su brojne teme, primjerice revolucija znanja, konvergencija industrijskih grana, biomimikrija, strojevi i alati svih vrsta, nanometarskih razmjera; mehanički, kemijski i termički senzori i procesori, programi sigurnosti i zaštite zdravlja, nanotehnologija u zaštiti okoliša, oplemenjivanje papira i strateško planiranje.

Konferencija *Papermakers Conference* dodatno je prezentirala tri dinamične teme u području proizvodnje celuloze, papira i proizvoda od papira te popratnih industrija: energiju (kako reducirati potrošnju i smanjiti troškove), ekonomičnost (kako i uz pomoć čega planirati i postići ekonomičnost) i menadžment (kako postići kvalitetno vodstvo). Jedinstvena konferencija *Coating and Graphic Arts Conference* bila je fokusirana na davanje neposrednih, korisnih informacija primjenjivih u samoj proizvodnji i na trenutačnu tehnologiju u području proizvodnje celuloze i papira. Sudionici su mogli saznati više i o primjenjivim materijalima i aplikacijama te o praktičnim idejama i rješenjima za vraćanje uložene investicije.

Glavni cilj tih događanja bilo je promicanje proizvodnje proizvoda, usluga i procesa koji su utemeljeni na znanju i visokim tehnologijama te su stoga i prihvatljiviji za okoliš. To su:

- nanobiotehnologija;
- primjena nanotehnologije u sektoru šumarstva i u industrijama baziranim na njemu;
- tehnologije proizvodnje i prerade višefunkcijskih materijala i biomaterijala;
- razvoj novih procesa te fleksibilni i inteligentni proizvodni sustavi;
- sustavi za održivo upravljanje otpadom i kontrolu opasnih tvari u proizvodnji i preradi;
- optimizacija životnog ciklusa industrijskih sustava proizvoda i usluga.

*TAPPI 2006*, uz ostalo, ponudio je sudionicima mogućnost da nauče kako osigurati financijska sredstva, locirati iste i na optimalan način primijeniti za istraživačke i razvojne programe u području nanotehnologije.

### Budućnost nanotehnologije

Vodeću ulogu u nanotehnologiji danas imaju Sjedinjene Američke Države, slijedi ih Japan te manje razvijene zemlje poput Indije, Kine i Brazila. U programu *TAPPI 2006* kao domaćini i vodeći subjekt na području nanotehnologije, američki su znanstvenici i stručnjaci upoznali sudionike sa svojim aktivnostima na području nanotehnologije.

### Aktivnosti SAD-a na području nanotehnologije

*Nacionalna inicijativa za nanotehnologiju* (engl. The National Nanotechnology Initiative, u daljnjem tekstu NNI) ustanovljena je 2001. godine radi koordinacije istraživanja i razvoja na području nanostupanske znanosti, tehnike i tehnologije u svim segmentima savezne vlade. *Pododbor za nanostupansku znanost, tehniku i tehnologiju* (engl. The Nanoscale Scien-

ce, Engineering and Technology Subcommittee) koordinira NNI i djeluje pod pokroviteljstvom *Nacionalnog vijeća za znanost i tehnologiju* (engl. The National Science and Technology Council). U prvoj godini NNI je bio sastavljen od šest agencija savezne vlade koje su investirale u područje nanotehnologije. Otada se iznos godišnjeg ulaganja u istraživanja i razvoj nanotehnologije više nego udvostručio, dosegnuvši otprilike 1,3 mld. USD, a broj saveznih agencija koje sudjeluju i financiraju porastao je s 12 na 25. Vizija SAD-a je budućnost u kojoj sposobnost razumijevanja i kontrole stvari na nanostupanskoj razini vodi revoluciji u tehnologiji i industriji. Četiri glavna cilja su: 1. održati vrhunski program istraživanja i razvoja usmjerenog na ostvarenje cjelokupnog potencijala nanotehnologije; 2. olakšati transfer novih tehnologija u proizvode koji će dovesti do gospodarskog rasta, povećanja zaposlenosti i na drugi način pridonijeti općem dobru i 3. potpora odgovornom razvoju nanotehnologije i razvoj obrazovnih resursa, stručnjaka te prateće infrastrukture i programa za razvoj nanotehnologije.

Napredak u programu nanotehnoloških istraživanja na području drvne industrije u fiskalnoj godini 2006. ogledat će se u aktivnostima *Šumarske službe Ministarstva poljoprivrede SAD-a* (engl. USDA Forest Service), koja je pokrenula ove istraživačke programe: 1. uporaba unutarnjih nanostupanskih svojstava drva i sličnih lignoceluloznih materijala u razvoju naprednih nanomaterijala 2. uporaba nanoprocesa za promjenu lignoceluloznih materijala; 3. uporaba nanometrologijskih tehnika u istraživanju temeljne strukture materijala, načina na koji se razgrađuju i postupaka za sprečavanje njihove razgradnje. U fiskalnoj godini 2007. USDA Forest Service dodatno će ojačati te programe unutarnjim i vanjskim resursima. Znanstvenici će istraživati područja nanostupanskih fenomena i procesa, nanomaterijala, nanostupanskih naprava i sustava, instrumentacije, metrologije i standarda nanotehnologije.

Vlada SAD-a mnogo investira u budućnost nanotehnologije, povećavajući proračun iz godine u godinu. Tako je za istraživanja u području nanotehnologije 2001. godine izdvojila 116 mil. USD, a 2005. godine izdvojeno je 982 mil. USD (104% više). Za 2006. godinu određen je ukupni iznos od 1 mld. USD. Nanotehnologija je postala prava investicijska meta: privatni kapital uloženi u nanotehnologiju tijekom 2004. godine dosegno je 3,6 mld. USD.

### Značenje nanotehnologije

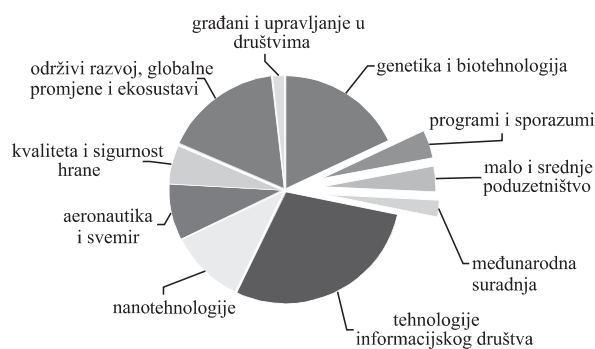
Procjenjuje se da će do 2015. godine brojne aplikacije naći primjenu u Africi, npr. nanosenzori će podizati kvalitetu tla i usjeva, a nanomembrane će onečišćenu ili morsku vodu pretvarati u pitku. Upravo zbog navedenih razloga mnoge zemlje "drugoga reda" pokreću nove nanoinicijative; to su, primjerice, Indija, Meksiko, Tajland, Filipini.

Nanotehnologija ima svoje mjesto i u zaštiti okoliša. Naime, znanstvenici se nadaju da će uz pomoć nanočestica uspjeti ukloniti štetne tvari koje uništavaju ozon u atmosferi.

Riječ je o sfernim nanočesticama od polistirola, dimenzije 60 nm, koje imaju svojstvo da se gomilaju u obliku kapljica oko perfluorugljika (PFC), tvari slične fluorklorugljikovodiku (FCKW), koji se smatra ubojicom ozona. Zamisao je da se te nanočestice rasprše u stratosferu, apsorbiraju FCKW, a zatim padnu na zemlju kao neškodljiva kiša.

Na važnost nanotehnologije upućuje podatak da jedan od tematskih prioriteta sadašnjeg programa Europske komisije za financiranje istraživanja u Europi, *Šestog istraživačkog okvirnog programa za istraživanje i tehnološki razvoj* (u daljnjem tekstu FP6) jest *Nanotehnologije i nanoznanosti, funkcionalni (pametni) materijali zasnovani na znanju, novi procesi i sredstva proizvodnje* (engl. Nanotechnology and Nanoscience, Knowledge-based Multifunctional Materials and New Production Processes and Devices), s udjelom od 1,3 mld. EUR od ukupnog proračuna FP6 (17,5 mld. EUR). Ujedno, 2004. godine EK usvojila je *Europsku strategiju za nanotehnologiju*, koja daje preporuke i inicijative kako osnažiti istraživanje i razvoj nanotehnologije, a 2005. godine usvojila je *Akcijski plan (2005 -2009) za nanotehnologiju* kako bi Europi osigurala vodeće mjesto na tom strateškom području.

Republika Hrvatska kao zemlja kandidatkinja za članstvo u EU može sudjelovati u FP6. U tom je kontekstu sudjelovanje prof. dr. sc. Ivice Grbca trebalo pridonijeti utvrđivanju mogućnosti i perspektiva budućeg sudjelovanja RH te osiguranja potrebnih preduvjeta za



**Slika 1.** Tematski prioriteti FP6  
**Figure 1** FP6 Thematic Priorities

uspješno involviranje naše zemlje u te programe. U području šumarstva i industrija baziranih na njemu nanoistraživanja će pridonijeti novom načinu razmišljanja, koji će nas dovesti na nove putove. Nove tehnologije potiču rast produktivnosti i konkurentnosti, a kako se koristiti novim tehnologijama na nov način, možemo saznati putem transfera znanja, za što je potrebno sudjelovanje hrvatskih predstavnika u međunarodnim događanjima, jer su informacije i znanje postali najvažniji činitelji društvenoga i gospodarskog razvoja i proizvodnih procesa.

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

# Studenti Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u posjetu Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Brnu



I ove su godine studenti Drvnotehnoškog odsjeka Šumarskog fakulteta u Zagrebu posjetili Fakultet šumarstva i drvne tehnologije u Brnu, Republika Češka. U Brnu su boravili u periodu od 19. do 24. lipnja.

Fakultet šumarstva i drvne tehnologije djeluje u sklopu Mendelova sveučilišta za poljoprivredu i šumarstvo koje je osnovano 1919. godine, a pod tim imenom djeluje od 1994. godine. Naime, prije se zvao Fakultet šumarstva. Osim navedenoga, u sklopu Mendelova sveučilišta djeluju još tri fakulteta: Agronomski, Poslovno-ekonomski te Fakultet hortikulture. Sva četiri

fakulteta imaju oko 8 000 studenata. Ulaskom Republike Češke u Europsku uniju Fakultet šumarstva i drvne tehnologije postao je član brojnih međunarodnih asocijacija i programa kao što su CRE, ICA, CEEPUS i dr.

Nakon dolaska studenti su smješteni u mjestu Křtiny, koje je od Brna udaljeno 20-ak kilometara. U Křtiny se nalazi znanstveno-pokusni objekt te park-šuma s arboretumom, kao i nekoliko manjih pilanskih postrojenja koja djeluju u sklopu Fakulteta.

Drugog dana boravka studenti su posjetili najveće pilansko postrojenje u Češkoj – pilanu Zdirec, ukupnoga godišnjeg kapaciteta od oko 1 000 000 m<sup>3</sup> oblog drva. U pilani se obrađuje isključivo oblovina četinjača (smrekovina, jelovina) u promjerima 14 - 45 cm. Tehnologija pilane zasnovana je na obradi trupaca iveračima, u kombinaciji s kružnim pilama. Cijeli je proces obrade automatiziran, a radi se u četiri smjene tijekom cijelog tjedna. Pilana Zdirec nalazi se u sklopu grupacije STORA ENSO, koja djeluje na pet kontinenta i zapošljava više od 50 000 radnika. U sklopu postrojenja nalazi se i 28 komornih sušionica kapacitet 300 m<sup>3</sup>. U blizini pogona prolazi i željeznička pruga, čime je uvelike olakšan transport proizvoda. Tako organiziran način proizvodnje, uz potpunu automatizaciju, može svima poslužiti kao primjer uspješne djelatnosti.



Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Brno



Pogled na središte mjesta Křtiny



Ulazak u pilanu Zdirec grupacije STORA ENSO





Tvrtka DH Dekor

Istoga dana studenti su posjetili i poduzeće DH Dekor iz mjesta Humpolec, koje se bavi proizvodnjom i oplemenjivanjem ploča iverica. U pogonima poduzeća mogli su se vidjeti najsuvremeniji uređaji za miješanje i nanošenje ljepila te zvjezdasti uređaji za hlađenje ploča. Svu proizvedenu robu plasiraju na strana tržišta, a manji dio ostaje za domaće potrebe.

Ujutro sljedećeg dana, neposredno prije polaska u obilazak Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Brnu, studenti su posjetili fakultetsku pilanu Lukavec, koja se nalazi u blizini znanstveno- pokusnog objekta u Křtiny. Odmah nakon dolaska na pilanu zamijetili smo mehanizirano stovarište na kojemu se kroji duga oblovina koja se razvrstava po promjeru i duljini.

Da bi se postigao što veći učinak na stovarištu, upotrebljavaju se samovozna kolica sa stanicom za duljinsko prikrajanje oblovine. Doziranje trupaca do linije za prikrajanje obavlja se kamionskim prijevozom te utovarivačima. Kao sirovina se koristi jelovina i smrekovina te neznatan udio bukovine.

Od primarnih pilanskih strojeva instalirane su tračna pila trupčara te jedna jarmača manjeg svijetlog otvora za raspiljivanje trupaca malog promjera. Kao popratni strojevi koriste se kružne pile za poprečno krojenje piljenica.

Nakon krojenja jedan se dio piljenica transportira na prirodno sušenje, a drugi se dio piljenica suši u klasičnoj komornoj sušionici. Dio bukovine se pari.



Stovarište oblovine u pilani Lukavec



Tračna pila trupčara u pilani Lukavec



Unutrašnjost fakultetske pilane Lukavec



Sušionice u pilani Lukavec

Nakon obilaska cijelog pogona studenti su stekli dojam da je riječ o dobro organiziranom poduzeću iako ono radi manjim kapacitetom.

Nakon pozdrava s domaćinima studenti su krenuli u Brno, u posjet Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije. Dolaskom na fakultet najprije su razgledali Računalnu učionicu, gdje je održana i prezentacija o povijesti i djelatnostima Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije. Studentima iz Zagreba bio je malo čudan način odijevanja njihovih kolega u Brnu, koji tijekom predavanja nose posebna odijela.

Nakon toga studenti su posjetili i praktikum za mehaničku obradu drva, koji je vrhunski opremljen kla-



Praktikum za ručnu obradu drva



Fakultetska park-šuma nedaleko Křtine

sičnim, ali i CNC strojevima, te praktikum za ručnu obradu drva.

Nakon obilaska tih prostorija studenti su ostali zadržani te se kritički osvrnuli na opremljenost Šumarškog fakulteta u Zagrebu.

Završno razgledavanje fakulteta obuhvatilo je botanički vrt s arboretumom, koji od 1997. služi studentima za nastavne svrhe.

Drugi dio dana studenti su proveli u razgledavanju prirodnih znamenitosti južne Moravske te su pritom posjetili nadaleko poznatu špilju Macocha, koja je duboka oko 140 metara, a temperatura u unutrašnjosti kreće se oko 7 - 8 °C.

Najzanimljivija od svega bila je vožnja čamcima kroz tunele ispunjene vodom.

Na kraju dana domaćini su, zajedno s dekanom Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije iz Brna, organizirali zajedničko druženje u park-šumi u blizini Křti-



Posjet tvornici namještaja Tusculum/ Jitona

ne, gdje su zagrebački studenti mogli probati nadaleko poznate češke specijalitete s raznja.

Zabava je potrajala do kasnih večernjih sati.

Sljedećeg dana organiziran je posjet tvornici namještaja Tusculum/ Jitona.

Pogon za proizvodnju namještaja sastoji se od nekoliko proizvodnih hala, ali bez stovarišta i pilane jer dopremaju gotove elemente koji se zatim dorađuju i sklapaju u namještaj. Od ojastučenog namještaja uglavnom se izrađuju garniture za sjedenje, a manjim djelom namještaj za ležanje.

Većina proizvedenog namještaja izvozi se na tržišta SAD-a i u zemlje zapadne Europe. Prolaskom



Posjet špilji Macocha



Pogled na radne naloge u tvrtki Tusculum/Jitona



Ulaz u dizajn-centar tvrtke Hanak Nabytek



Navijačka ekipa na ulicama Brna

kroz pogone studenti su uočili i mnoštvo nedostataka u proizvodnji, kao i to da neki radnici u toku radnog vremena spavaju.

Nakon posjeta toj tvornici organiziran je posjet tvrtki Magnum iz Vyskova koja se bavi proizvodnjom klasičnog i lamel parketa te seljačkog poda. To je visokomehanizirana i dobro organizirana proizvodnja. U pogonu imaju najsuvremeniju liniju za lakiranje, a neposredno uz proizvodnu halu nalazi se izložbeni salon proizvoda te tvrtke. Parketi se pretežito izrađuju od hrastovine, trešnjevine, jasenovine i bukovine, kao i drva brojnih egzota.

Naposljedku, studenti su bili u dizajn-centru poduzeća Hanak Nabytek, gdje je domaćin posjeta organizirao prezentaciju u kojoj su opisani rad i inovacije te tvrtke za proizvodnju namještaja. Pritom su studenti upoznali aktualne trendove i zahtjeve kupaca namještaja.

Večer su studenti proveli u razgledavanju Brna, a našlo se vremena i za gledanje utakmica hrvatske nogometne reprezentacije na svjetskom prvenstvu u Njemačkoj.

Četvrtog dana boravka u Češkoj organiziran je posjet glavnom gradu – Pragu, gdje su se studenti upoznali sa znamenitostima toga grada.

U ovoj prilici zahvaljujemo svima koji su nam pomogli u organiziranju puta u Češku, a ponajprije de-



Razglednica iz Praga

kanu Šumarskog fakulteta u Zagrebu prof. dr. sc. Mladenu Figuriću, prodekanici izv. prof. dr. sc. Ružici Beljo Lučić, kao i nastavnici doc. dr. sc. Stjepanu Pervanu i dr. sc. Josipu Ištvaniju te, naravno, našim domaćinima na gostoprimstvu u Češkoj – dekanu doc. ing. Ladislavu Sloneku te ing. Jaroslavu Pejzlu i prevoditeljici Domeniki Konečnoj.

Nadamo se da će se takvi studentski posjeti održavati i ubuduće.

Zoran Lovrić



Zajednička fotografija zagrebačkih studenata i nastavnika ispred pilane grupacije STORA ENSO

# Sveučilišni udžbenik KREKET I ZDRAVLJE

Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet i Akademija šumarskih znanosti objavili su krajem 2006. godine sveučilišni udžbenik *Krevet i zdravlje*, autora prof. dr. sc. Ivica Grbca u nakladi od 1000 primjeraka.

Format knjige je 246 x 175, ukupno ima 304 stranice, 260 fotografija, crteža i dijagrama, 34 tablična prikaza te 120 naslova uporabljene literature.

Autor prof. dr. sc. Ivica Grbac redoviti je profesor u Zavodu za namještaj i drvene proizvode Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, gdje predaje u diplomskom i poslijediplomskom studiju Drvnotehnološkog odsjeka.

Na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu predaje na dodiplomskom Studiju dizajna. Predstojnik je Zavoda za namještaj i drvene proizvode.

Cijeli svoj znanstveni i nastavni rad autor je posvetio problematici dizajna, konstrukcija i kvaliteti ojačanog namještaja te interdisciplinarnoj problematici zdravoga i odmarajućeg spavanja. Uz brojne radove objavio je prvi priručnik s područja namještaja u funkciji zdravlja *Zdrav život, zdravo stanovanje* i sveučilišni udžbenik *Ojastučeni namještaj* [v. Drvna industrija 56 (4)208 (2006)]. Utemeljio je novo područje medicine namještaja.

Udžbenik *Krevet i zdravlje* svojim sadržajem dodatno pokriva ostale nove programe nastavnih predmeta na Drvnotehnološkom odsjeku te na Studiju dizajna – industrijski dizajn, a dobio je preporuku recenzenata i za medicinski, tekstilno-tehnološki fakultet i dr.

Knjiga ima sljedeća poglavlja:

*Povijest kreveta*, u kojem se obrađuje povijest ležaja od početka njegova razvoja do konstrukcija modernog doba.

*Medicina spavanja*, obrađuje somnološke aspekte, analizira procese spavanja, strukturu, građu i oblik ljudskog tijela te, posebno, značenje interakcije kralježnice i ležaja, kao i posljedice uporabe loših konstrukcija na poremećaje spavanja. Funkcionalni zahtjevi glede kreveta obuhvaćaju važne kvalitativne značajke, od antropometrijskih, i ergonomskih, uporabnih do fizioloških i higijenskih.

*Konstrukcije kreveta* u poglavlju su obrađene kao sustav konstrukcijskih sklopova i funkcionalnih konstrukcijskih oblika za pojedine konstrukcijske vrste gotovih proizvoda, tj. kreveta.

*Materijali za izradu kreveta* obrađuju materijal za okvirne konstrukcije, podloge ležaja – madrac od prirodnih i sintetičkih materijala.

*Podloga ležaja*, poglavlje je koje obrađuje krute, elastične i podesive ležajeve, do odrednica kojima au-



tor upućuje korisnika na to kakva podloga ide uz koji ležaj i za koju namjenu.

*Ležaji-madraci* opisani su prema primjeni različitih materijala za izradu, s nizom različitih konstrukcija koje se proizvode u svijetu i u nas.

*Jastuci i posteljina* sastavni su elementi opreme kreveta, te su u poglavlju obrađeni razni konstrukcijski oblici posteljine, tj. jastuka i pokrivača.

*Trendovi u oblikovanju namještaja* govore o promjenjivosti mode na tržištu namještaja i različitosti ukusa potrošača, tj. o odnosu čovjek - stambeni prostor i čovjek - namještaj.

*Istraživanje kreveta i spavanja*. U poglavlju autor daje pregled istraživanja spavanja u svijetu i u Hrvatskoj, s rezultatima domaćih istraživanja.

*Krevet po mjeri korisnika*, poglavlje je koje opisuje nove metode optimalnog izbora kreveta, te primjenu suvremene elektroničke mjerne prostirke i njezino značenje za odabir idealnog individualnog ležaja.

*Kvaliteta namještaja za ležanje* govori o ispitivanju prema novim europskim i starim hrvatskim normama, i to funkcionalnih svojstava, elastičnosti, trajnosti i udobnosti. Prezentirani su rezultati o trajnim deformacijama ležaja, elastičnosti i tvrdoći.

Raspored poglavlja metodički je prilagođen nastavnim predmetima, a ujedno povezuje sadržaje iz programa drugih predmeta unutar izbornih skupina studija. Bogato su korišteni i citirani domaća i inozemna literatura te podaci iz suvremene prakse. Posebno se ističu rezultati autorova znanstvenog rada, koji su dijelom citirani u sadržaju djela. Na kraju je posebno obrađeno kazalo pojmova. Udžbenik je prvi takav u Hrvatskoj i dodatno je gradivo za potrebe visokoškolske nastave za studente šumarskoga i medicinskog fakulteta, studija dizajna, tekstilno-tehnološkog fakulteta i šire, te se s pravom može smatrati izvornim hrvatskim udžbenikom.

Promocija prve i druge knjige održana je 13. listopada 2006. god. na Zagrebačkom velesajmu, u sklopu 33. međunarodnog sajma namještaja i unutarnjeg uređenja i prateće industrije. Na promociji su bili brojni uzvanici, te recenzenti obaju udžbenika, koji su pohvalno govorili o autoru i njegovu djelu te mu srdačno čestitali.

Udžbenik je dijelom monografskog sadržaja te se uz osnovnu namjenu za srednje i visoko stručno obrazovanje preporučuje široj čitalačkoj populaciji, za upoznavanje kulture stanovanja i opremanja spavaonica i prostora za odmor i liječenje.

Ova knjiga, kao i prethodna, može se nabaviti u Zavodu za namještaj i drvene proizvode Šumarskog fakulteta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, tel. 01/2352-454; faks 01/2352-531.

Cijena za studente je 150,00 kn za ostale pravne i fizičke osobe 200,00 kn.

Uplata na žiro račun Šumarskog fakulteta: 230000-1101340148, s pozivom na broj 3-02-07. Cijena za inozemstvo 60 EUR, uplata SWIFT ZABA HR 2X 2500-03281485.

Prof. dr. sc. Stjepan Tkalec

## Grupa Weinig i Kimel-filtri, d.o.o. u suradnji sa Šumarskim fakultetom



Slika 1. Sustav za otprašivanje tvrtke Kimel-filtri, d.o.o.

U prostorijama pilane Šumarskog fakulteta nalaze se četverostrana blanjalica proizvođača Grupe Weinig i vanjski sustav za otprašivanje tvrtke Kimel-filtri, d.o.o. Četverostrana blanjalica i odsisni sustav poslužit će, prema ugovoru potpisanom između Šumarskog fakulteta i tvrtki proizvođača navedenih strojeva i opreme, nastavnicima i studentima Šumarskog fakulteta za uvođenje novih sadržaja u nastavu na preddiplomskom studiju Drvne tehnologije te diplomskim studijima Drvnotehnološkog odsjeka. Ujedno se otvaraju brojne mogućnosti izvođenja mjernih vježbi i istraživanja u suradnji sa studentima pri izradi njihovih diplomskih radova. Praktična upotreba stroja Grupe Weinig omogućuje izradu raznih uzoraka i modela za vježbe sa studentima, ali i za ostvarenje studentskih ideja u sklopu različitih projekata dizajniranja proizvoda od drva.

Četverostrana blanjalica s pet glava UNIMAT 300 i vanjski (filtarski) sustav za otprašivanje dobiveni su na uporabu bez naknade i ugovorom nije predviđeno njihovo korištenje za ostvarivanje dobiti za Šumarski fakultet.

Zahvaljujući dogovoru i potpisanim ugovorima, spomenute će tvrtke svoje proizvode, koji su dani Šumarskom fakultetu na korištenje, ujedno moći i promovirati zainteresiranim kupcima.

Osim što svoje strojeve u prostoru fakultetske pilane mogu pokazivati zainteresiranim kupcima, proizvođači Grupe Weinig i Kimel-filtri postižu dobru reklamu svojih proizvoda i putem nastave, u radu sa studentima, koji su sigurno potencijalni korisnici, a u budućnosti i mogući zainteresirani kupci.

Odsisni sustav dobiven je od tvrtke Kimel-filtri, d.o.o. na neograničeno vremensko razdoblje, ali uz naknadu za dijelove sustava koji su nabavljeni od drugih proizvođača, dok će se četverostrana blanjalica proizvođača Grupe Weinig nakon određenog razdoblja zamijeniti drugim, novijim tipom sličnog stroja.

Ovakva je suradnja sigurno dobra za obje strane potpisnika sklopljenih ugovora, i za proizvođače strojeva i opreme, ali i za Šumarski fakultet, koji je na taj način osigurao studentima upoznavanje s tehnički i tehnološki vrhunskim proizvodima renomiranih proizvođača strojeva i opreme za industrijsku preradu drva i proizvodnju namještaja.

doc. dr. sc. Ankica Čavlović  
izv. prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić



Slika 2. Četverostrana blanjalica Grupe Weinig

JEDANAEST GODI  
JEDANAEST STRUČNI

# 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 podlozan 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.matoševic@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); postav Šumarskog muzeja u istoj zgradi (čiji su izložci kasnije, nažalost, 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, naftovoda, 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 udruzama 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 općekorisne funkcije šume: socijalne (turiističke, 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

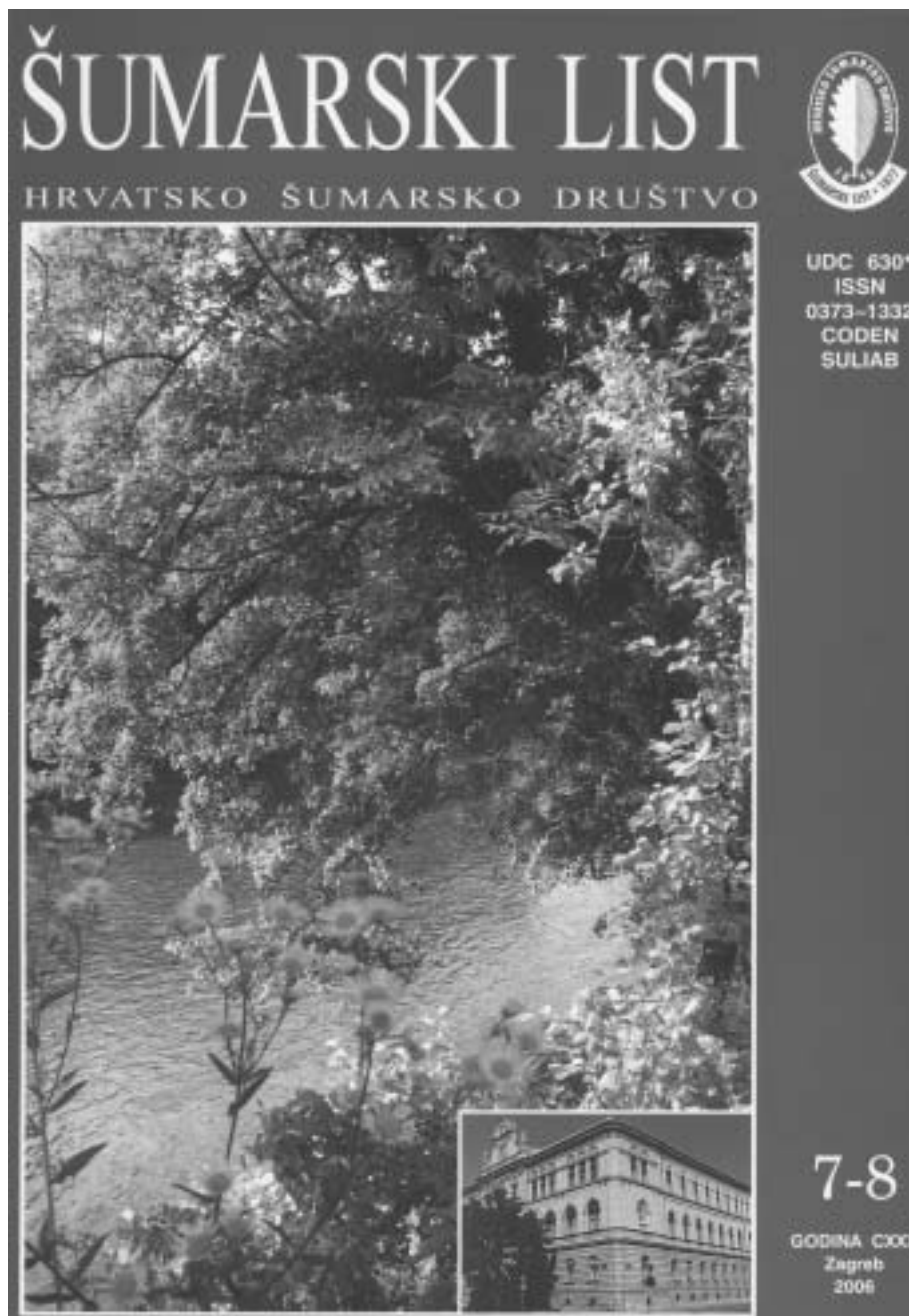
Potreba za tiskanjem stručnog časopisa osjećala se netom nakon osnivanja Šumarske sekcije Hrvatsko-slavonskoga gospodarskog društva, pa prvi šumarski godišnjak izlazi 1847, zatim 1851. i 1852. godine. No pisana domoljubna i šumarska riječ na hrvatskom jeziku smetala je tuđinu, pa taj rad zamire u vrijeme 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 Vladoj Köröskényi, 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.



# MERBAU

## NAZIVI I AREAL

Merbau je trgovački naziv drva botaničkog roda *Intsia* iz porodice *Fabaceae-Caesalpinioideae*. Pod tim nazivom uglavnom dolaze *I. bijuga* (Colebr.) O. Kuntze (Syn.: *Macrolobium bijugum* Colebr., *Afzelia bijuga* (Colebr.) A.Gray, *I. amboinensis* DC., *I. retusa* (Kurz) Merrill) i *I. palembanica* Miq. (Syn.: *Afzelia palembanica* Baker, *A. bakeri* Prain, *A. bijuga* Kurz, *Intsia bakeri* Prain). Rastu na indo-malajskom području, u Indoneziji, na Filipinima, na mnogim otocima zapadnog Tihog oceana, kao i u Australiji. Uz već spomenuti trgovački naziv u zemljama nalazišta drvo je poznato i pod nazivom ipil, kayu besi, kwila, bendora, ipil laut, malaipil, tat-takun, krakas prak, lumpho, lumpho thale, hintzy, a na engleskom govornom području drvo je poznato kao malacca teak, mirabow, Moluccan ironwood.

## STABLO

Stablo je veliko s čistim deblom i do 15 m. Promjer debla iznad velikoga i širokog žilišta doseže i 1,5 m.

## DRVO

### Makroskopska obilježja

Bjeljika je bjelkastosiva do svijetlo žutosmeđa i oštro odvojena od srži. Širina bjeljike kreće se od 4 do 5 cm. Svježa srž je žućkasta do narančastosmeđa, a starenjem postaje smeđa ili tamno crvenosmeđa. Žica je ravna, katkad dvostruko usukana ili valovita, prugastog izgleda na radijalnim površinama. Tekstura je srednje gruba do gruba, na dodir djeluje uljasto. Površina drva često je sjajna. Suhi materijal ima karakterističan miris koji postaje zamjetan za vrijeme obrade. Pore su vidljive običnim okom, uglavnom su pojedinačne ili u skupinama po 2 – 3, ispunjene tamnim i žutim tvarima. Aksijalni je parenhim obilan, vidljiv običnim okom, terminalan i aliforman, mjestimice konfluentan i uočljiv na uzdužnim površinama. Drvni su traci uski do srednje uski, vidljivi običnim okom. Gustoća zrakosuhog drva kreće se između 680 i 800 kg/m<sup>3</sup>.

### Mikroskopska obilježja

Drvo je rastresito porozno. Tangentni promjer pora kreće se od 120 do 280 mikrometara. Gustoća pora je 2 do 3 na četvorni milimetar. Perforacija je jednostavna. Nema spiralnih zadebljanja ni tila. Libriformska vlakanca duga su duljine 560 do 790 mikrometara. Aksijalni je parenhim u tankim tangentnim vrpca ma smješten uz granicu goda, te je paratrahealno aliforman i konfluentan. Drvni su traci višeredni, prevladavaju dvoredni, gustoće 5 do 8 na milimetar. Nema kat-

nog rasporeda aksijalnih elemenata građe, kao ni međustaničnih kanala. U stanicama aksijalnog parenhima nalaze se kristali oblika prizme.

## TEHNOLOŠKA SVOJSTVA

### Obradivost

Drvo se teško pili. Zubi pile lako se napune gumastim tvarima i brzo zatupe pa se stoga preporučuje uporaba tzv. vidia oštrica. Radijalne piljenice s dvostruko usukanom žicom izuzetno se teško blančaju i zahtijevaju kut obrade od 20° kako bi se smanjilo trganje i podizanje žice. Drvo se može dobro tokariti i bušiti, ali uz jako zatupljivanje alata. Merbau za vrijeme zabijanja čavala puca, zato se preporučuje predbušenje. Čavle dobro drži. Vijci se teško zavrću, no dobro se drže u drvu. Dobro se rezbari. Dobro se lijepi, uz poprilično ispunjavanje. Uljaste površine pri obradi mogu stvarati teškoće. Brušenje je zadovoljavajuće, ali problematično na uljastim dijelovima. Politiranje je dobro, ali potrebna je posebna priprema masnih površina. Drvo se dobro boji i vošti. Mokro željezo može obojiti drvo u crno. Slabo se savija na pari zbog uljastih tvari koje izlučuje. Dobro se obrađuje ručnim alatima, ali se oštrice brzo i prilično zatupe.

### Sušenje

Drvo se dobro suši, s malo grešaka. Prije sušenja u sušionici preporučuje se prirodno sušenje do sadržaja vode od 30 % kako bi se greške od sušenja svele na najmanju mjeru. Pri sušenju se može pojaviti slaba vitopero-rost. Da bi se izbjegle čeone pukotine, preporučuje se zaštita (zatvaranje) čela.

### Trajnost i zaštita

Srž je trajna i zbog velikog sadržaja ekstraktivnih tvari vrlo otporna na napad termita, ostalih insekata i gljiva truležnica. Bjeljika je neotporna na napade ksilofagnih insekata. Srž je vrlo nepermeabilna i ne može se impregnirati zaštitnim sredstvima, dok je bjeljika permeabilna.

### Uporaba

Visokovrijedno, stabilno i trajno drvo srednje gustoće i privlačnog izgleda pogodno je za slične namjene kao i afzelia - za unutarnju i vanjsku stolariju visoke kakvoće te za obloge podova umjerenog opterećenja. U Hrvatskoj se u poljednje vrijeme zbog iznimno dobrih mehaničkih i estetskih svojstava upotrebljava za izradu visokokvalitetnog parketa, i to često kao zamjena za hrastov parket. Osim za namještaj i pokućstvo, merbau se rabi za građevne konstrukcije te za gradnju brodova i čamaca.

## Napomena

Rod *Intsia* spp. botanički je blizak rodu *Afzelia* spp. (doussie) i njihovo je drvo vrlo sličnih općih značajki. Žute tvari uočljive na površini drva merbau topljive su u vodi, za razliku od roda *Afzelia* spp. Voda iz drva ispire i tamnosmeđu gumastu tvar, koja može obojiti tekstil.

Suha drvena prašina može nadražiti sluznicu osjetljivih ljudi.

## Literatura

1. Rendle B.J., 1970: World timbers, London: Ernest Benn limited University of Toronto press, str. 58.
2. 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-in-tkey.com>
3. \*\*\* 1964: Wood dictionary, Elsevier publishing company, Amsterdam
4. \*\*\* 1994: Woods of the world, Tree talk, Inc., 431 Pine Street, Burlington, VT 05402.
5. \*\*\* 1960: Identification of Hardwoods - A lens key, FPR Bulletin No. 25, HMSO, London.

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



# 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  
ekolozičnosti  
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 kreveta, 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 prihvatanju članka (prema preporukama recenzenata) donosi Urednički odbor.

Svi prilogi 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 obdaju 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 podcrtana.

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 omogućiti razumijevanje namjera autora.

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

**Rezultati** trebaju obuhvatiti samo materijal koji se izravno odnosi na predmet. 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 obdaju 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 obdajene 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 zasebnoj 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 poledini 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. (Badun, 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: *Badun, S. 1965: Fizička i mehanička svojstva hrastovine iz šumskih predjela Ludbrenik, Lipovljani. Drvna ind. 16 (1/2): 2 - 8.*

Knjige: Prezime autora, inicijal(i) osobnog imena, godina: naslov. (ev. izdavač/editor): 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 primjerci

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 Holwerkstoffe*. 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.



# IUFRO – All Division 5 Conference

## Forest Products and Environment:

### A Productive Symbiosis

## 3<sup>rd</sup> Announcement

The next IUFRO All-Division5 Conference is to be held in Taipei, Taiwan Oct 29<sup>th</sup> - Nov 2<sup>nd</sup>, 2007. IUFRO, along with the Chinese Forest Products Association would like to extend an invitation to all forest products researchers to participate in this international event.

This conference is designed to bring together researchers in forest products and related fields from around the world. Discussion will embrace progress and needs in research to meet rapidly increasing demands for all kinds of forest products, while maintaining the forest as a source of such products and a resource for social, economic and environmental benefits. The major topics to be discussed are:

- Wood quality
- Physiomechanical properties of wood
- Wood-based materials and their applications
- Wood protection
- Wood processing
- Composites and reconstituted products
- Properties and utilization of plantation wood
- Energy and chemicals from forest biomass
- Forest products marketing and business management
- Non-wood forest products
- Sustainable utilization of forest products
- Forest products education

For more information on this upcoming event and instructions for authors, please complete the attached form and return to:

[susanshiau@tfri.gov.tw](mailto:susanshiau@tfri.gov.tw)

**Abstracts should be submitted as soon as possible in 2006, but not later than 23rd February 2007. Abstracts received by 30th September 2006 will be listed in the preliminary program and abstracts received by 23rd Feb listed in the final program.**

Sponsors:



of Agriculture (Taiwan), Taiwan Forestry Bureau, National Sciences Council (Taiwan), Ministry of Foreign Affairs-R.O.C. (Taiwan), Taiwan Tourism Bureau, Ministry of Economic Affairs R.O.C., Taiwan Ministry of Education, Taipei City Government, Taiwan Association of Pulp and Paper, Asia Pacific Association of Forestry Research Institutions.