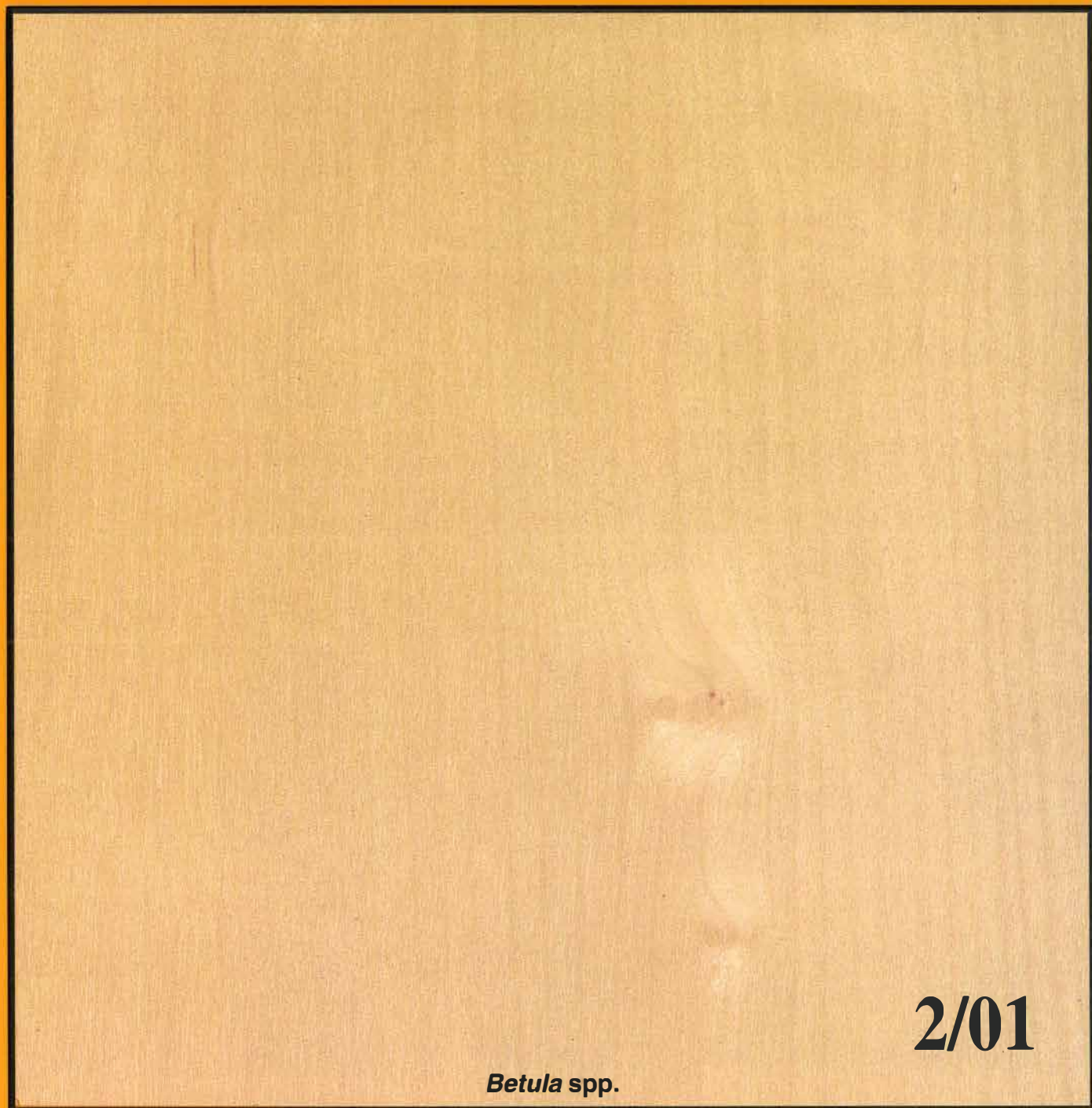


# DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE • ZAGREB • VOLUMEN 52 • BROJ 2  
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL JOURNAL OF WOOD TECHNOLOGY • ZAGREB • VOLUME 52 • NUMBER 2



2/01

*Betula* spp.





# HRVATSKE ŠUME

Višenamjenskim potrajnim gospodarenjem šumama i šumskim zemljištem, kojim se podjednako osiguravaju ekološke, općekorisne i gospodarske funkcije šume, "Hrvatske šume", p.o. Zagreb, uvećavaju nacionalno bogatstvo i pridonose opstojnosti hrvatske države.



# spin wallis

## *namještaj koji traje!*

“Spin Valis” dioničko društvo za proizvodnju namještaja, piljene građe i elemenata, renomirani je proizvođač masivnih garnitura od najkvalitetnije slavonske hrastove i bukove građe. Spin Valis nudi dokazanu izvoznju kvalitetu i sigurne rokove isporuke. Odabirom jedne od garnitura s jastucima u koži ili tkanini, učinit ćete svoj prostor ljepšim, funkcionalnijim i vječnim!



**DIONIČKO DRUŠTVO ZA PROIZVODNJU NAMJEŠTAJA, PILJENE GRAĐE I ELEMENATA**  
Hrvatska, 34000 Požega, Industrijska 24 • Tel./fax: +385 (0) 34 274-704





*tradicija  
kvaliteta  
povjerenje*

1913  
2000

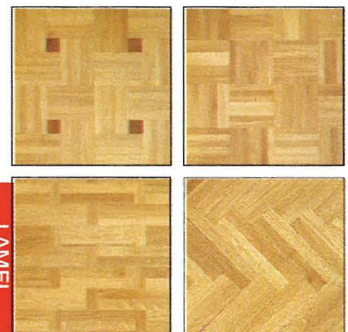


UREDSKI  
NAMJESTAJ

1.400



STOLOVI ZA  
BLAGAONE



LAMEL  
PARKET



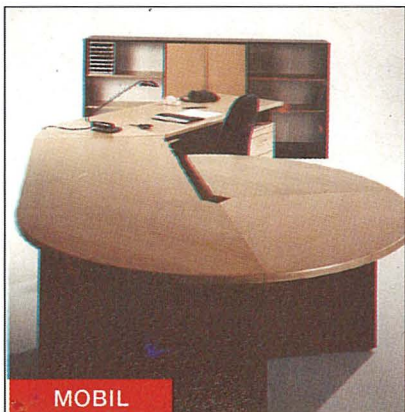
DRVENI  
LJEPLJENI  
ELEMENTI



KALUPI I  
KLOMPE



VISION 2001



MOBIL



TREND  
2000



SPEKTAR



DRVNA INDUSTRIJA VIROVITICA  
Ulica Zbora narodne garde 2  
33000 VIROVITICA, HRVATSKA  
centrala tel. 033/742-200, fax 033/742-204  
E-mail: twin1@vt.tel.hr • http: //www.tel.hr/twin



# 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 25 55; fax (\*385 1)235 25 28

## SUIZDAVAČI

Co-Publishers

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

## OSNIVAČ

Founder

Institut za drvnoindustrijska istraživanja, Zagreb

## GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Editor-in-Chief

dr. sc. Hrvoje Turkulin

## UREDNIČKI ODBOR

Editorial Board

izv. prof. dr. sc. Andrija Bogner  
doc. dr. sc. Bojana Dalbelo Bašić  
prof. dr. sc. Vlado Goglia  
prof. dr. sc. Ivica Grbac  
doc. dr. sc. Tomislav Grladinović  
prof. dr. sc. Božidar Petrić  
dr. sc. Stjepan Petrović  
doc. dr. sc. Tomislav Prka  
prof. dr. sc. Vladimir Sertić  
prof. dr. sc. Stjepan Tkalec - svi iz Zagreba  
mr. Karl - Friedrich Tröger, München, Njemačka  
dr. Robert L. Geimer, Madison WI, USA  
dr. Eric Roy Miller, Watford, Velika Britanija  
prof. dr. A.A. Moslemi, Moscow ID, USA  
dr. Peter Bonfield, Watford, Velika Britanija  
dr. John A. Youngquist, Madison WI, USA  
prof. emeritus R. Erickson, St. Paul MN, USA  
prof. dr. W. B. Banks, Bangor, Velika Britanija  
prof. dr. Jürgen Sell, Dübendorf, Švicarska

## IZDAVAČKI SAVJET

Publishing Council

prof. dr. sc. Ivica Grbac (predsjednik),  
Šumarski fakultet Zagreb;  
prof. dr. sc. Boris Ljuljka, Šumarski fakultet  
Zagreb;  
Krešimir Šimatić, dipl. oec., Exportdrvo d.d.,  
Hranislav Jakovac, dipl. ing., Hrvatsko  
šumarsko društvo,  
Željko Ledinski, dipl. ing., Hrvatske šume p.o.

## TEHNIČKI UREDNIK

Production Editor

Zlatko Bihar

## LEKTORICE

Linguistic Advisers

Zlata Babić, prof. (hrvatski - Croatian)  
Milena Kovačević, MA, 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 prerade  
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:



Javno poduzeće za gospodarenje šumama  
i šumskim zemljištima u Republici  
Hrvatskoj, p.o. Zagreb



# Sadržaj

## Contents

NAKLADA (Circulation): 600 komada • ČASOPIS JE REFERIRAN U (Indexed in): Forestry Abstracts, Forest Products Abstracts, Agricola, Cab Abstracts, Paperchem, Chemical Abstracts, Abstr. Bull. Inst. Pap. Chem, CA Search • PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRETPLATA (Subscription): Godišnja pretplata (annual subscription) za sve pretplatnike 55 USD. Pretplata u Hrvatskoj za sve pretplatnike iznosi 300 kn, a za đake, studente, i umirovljenike 100 kn, plativa na žiroračun 30102-603-929 s naznakom "Drvena industrija" • ČASOPIS SUFINANCIRA Ministarstvo znanosti Republike Hrvatske. Na temelju mišljenja Ministarstva prosvjete, kulture i športa Republike Hrvatske br. 532-03-1/7-92-01 od 15. lipnja 1992. časopis je oslobođen plaćanja poreza na promet • SLOG I TISAK (Typeset and Printed by) - „MD” - kompjutorska obrada i prijelom teksta - ofset tisak Zagreb, tel. (01) 3880-058, 6194-528, E-mail: tiskara-md@zg.tel.hr, URL: http://www.ergraf.hr/tiskara-md • DESIGN Aljoša Brajdić • ČASOPIS je dostupan na INTERNETU: http://www.ergraf.hr/tiskara-md

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

• PRILOGE treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Ru-kopisi 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 (Contact with the Editor) - e-mail: hrvoje.turkulic@zg.hinet.hr

### PREGLEDNI RADOVI

#### Review papers

#### OIL-HEAT TREATMENT OF WOOD - PROCESS AND PROPERTIES

##### Postupak zagrijavanja drva uljem - proces i svojstva

Andreas O. Rapp, Michael Sailer..... 63-70

#### WOOD MODIFICATION - A PROMISING METHOD FOR WOOD

##### PRESERVATION

##### Modifikacija drva - obećavajuća metoda za zaštitu drva

Gregor Rep, Franc Pohleven..... 71-76

### STRUČNI RAD

#### Professional paper

#### PERSPEKTIVE DRVA KAO BRODOGRAĐEVNOG MATERIJALA

##### U HRVATSKOJ

##### The prospects of wood as a shipbuilding material in Croatia

Izvor Grubišić, Radovan Despot, Jelena Trajković, Mladen Balić..... 77-85

#### OBLJETNICE

##### Anniversaries

##### 50 godina poduzeća za proizvodnju namještaja Bor d.d. - Novi Marof

Stjepan Tkalec..... 87-89

#### NOVOSTI IZ TEHNIKE

##### Technical novelties

##### Letvice za slaganje složajeva izrađene od usojenog drva

##### Novosti u kontroli procesa sušenja drva

Stjepan Pervan..... 91-94

#### SKUPOVI

##### Meetings

..... 95-100

#### SAVJETOVANJA

##### Conferences

##### Međunarodno znanstveno savjetovanje "Wood in the construction industry - tradition and future"

Radovan Despot..... 101-103

#### UZ SLIKU S NASLOVNICE

##### Species on the cover

..... 104

DRVNA INDUSTRIJA • Vol. 52, 2• str. 61-108 • ljeta 2001 • Zagreb

REDAKCIJA DOVRŠENA

20. 07. 2001.



Andreas O. Rapp, Michael Sailer

# **Oil-heat-treatment of wood - process and properties**

## **Postupak zagrijavanja drva uljem – proces i svojstva**

*Review paper - pregledni rad*

Received - prispjelo: 25. 04. 2001 • Accepted – prihvaćeno: 22. 05. 2001

UDK 630 \* 844.44

**SUMMARY** • *Modifying heat treatments can improve wood properties in different ways. This work describes an oil-heat-treatment process, developed and used in industrial scale in Germany. Vegetable oil serves at temperatures between 180°C and 220°C as medium to transport heat into wooden beams and to separate oxygen from the immersed wood. After several hours of deep-frying, the wood becomes modified with new properties: strongly increased dimensional stability, biological durability and brittleness. The new properties of the material are tested and described in detail. Additional information on the state of the art and on the industrial production in Germany is given.*

**Key words:** *oil-heat modification of wood, properties of modified wood*

**SAŽETAK** • *Modificirana toplinska obrada može poboljšati svojstva drva na različite načine. Ovaj rad opisuje toplinsku obradu drva uljem koja je razvijena i koja se koristi u industriji Njemačke. Biljno ulje, na temperaturi između 180°C i 220°C, služi kao sredstvo koje prenosi toplinu u drvenu tvar i odvaja kisik iz natopljenog drva. Nakon nekoliko sati izloženosti toplini, drvo se modificira i dobija nova svojstva: izrazito pojačanu stabilnost dimenzija, biološku trajnost i krtost. Nova svojstva materijala su provjerena, te se detaljno opisuju u ovom radu. Najзад, daju se i dodatne informacije o stanju u ovom području, te o industrijskoj proizvodnji u Njemačkoj.*

**Ključne riječi:** *modifikacija drva zagrijanim uljem, svojstva modificiranog drva*

---

Authors are wood scientists at the Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), at the Institute of Wood Biology and Wood Protection in Hamburg, Germany. Dr Rapp is lecturing Wood Protection at the UNI Hamburg. The article is a slightly altered version of a paper presented at the conference *Wood in Construction – Tradition and Future* in Zagreb, in April 2001.

Autori su znanstvenici u Institutu za biologiju i zaštitu drva njemačkog Saveznog centra za šumarstvo i šumske proizvode u Hamburgu. Dr Rapp je predavač kolegija *Zaštita drva* na Hamburškom sveučilištu. Rad je u neznatno izmijenjenom obliku predstavljen na konferenciji "Drvo u graditeljstvu – tradicija i budućnost" u Zagrebu, u travnju 2001.



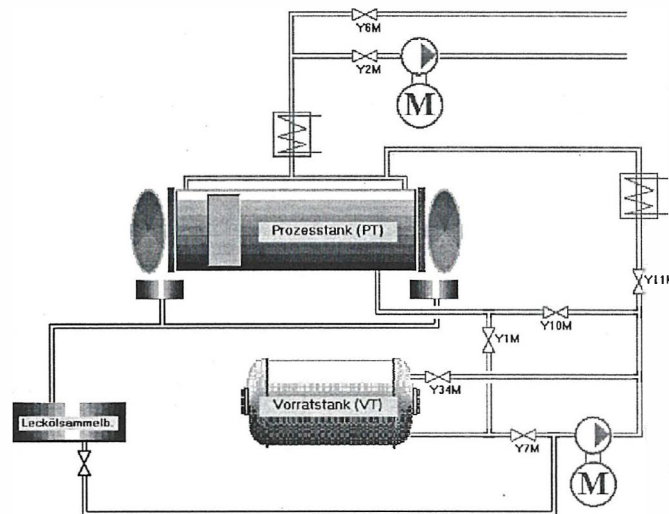
**1. INTRODUCTION**  
**1. UVOD**

Thermal wood improvement processes have been developed and optimised in various countries for a considerable time. Stamm *et al.* (1946) reported on the first systematic attempts to increase resistance to wood-destroying fungi in a hot metal bath. Buro (1954, 1955) studied the heat treatment of wood in different gaseous atmospheres and in molten baths. Other aspects of the thermal treatment of wood were pursued in subsequent years. Interest often focused on the drying characteristics (Schneider 1973) and the chemical changes of heat-treated wood (Sandermann and Augustin 1963a; Kollmann and Fengel 1965; Topf 1971; Tjeerdsma *et al.* 1998a) as well as increased dimensional stability (Kollmann and Schneider 1963) and changes in strength (Schneider 1971, Rusche 1973). Burmester (1973) found improved wood characteristics on applying a thermal pressure treatment. Giebeler (1983) further developed this process. There have been continuing attempts to improve wood by thermal treatment for some

years, especially in Finland, France and some other European countries (e.g. Dirol and Guyonnet 1993; Viitanen *et al.* 1994; Troya and Navarette 1994; Boonstra *et al.* 1998; Tjeerdsma *et al.* 1998a; EC project BRE-CT-5006, 1998). The various wood improvement processes are documented in patent specifications (e.g. EP0018446, 1982; EP0612595, 1994; EP0623433, 1994; EP0622163, 1994; EP0759137, 1995; US5678324, 1997). In most of the publications on the heat treatment of wood, reference is made to improved dimensional stability and increased resistance to fungi, though also to negative changes in the wood's characteristics. The high temperatures during treatment increase the brittleness and the formation of cracks, in particular. Spotted surfaces due to exudation of resin and low UV resistance of the heat-related brown hue also prove to be problematic during practical use of the wood. More recent investigations point to a lower resistance to fungi of heat-treated wood in contact with soil than suggested by earlier findings (Jämsä and Viitaniemi 1998; Rapp *et al.* 2000). The aim of the procedural approach

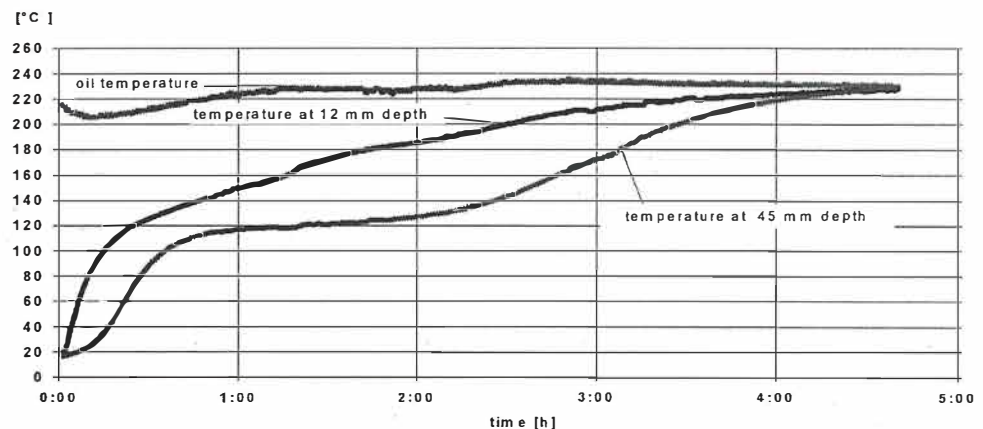
**Fig. 1**

Principle design of the plant. Diagram: designed by MENZ HOLZ Germany. • Shema postrojenja za uljno zagrijavanje njemačke tvrtke MENZ HOLZ. Radni spremnik (PT), spremnik za pohranu (VT) i komora za pretičak ulja



**Fig. 2.**

Course of temperature in the oil and wood during the phase of heating up. *Picea abies* L. Karst., with a cross section: 90 x 90 mm. • Promjene temperature ulja (gornja krivulja) i drva (na 12 i 45 mm od površine) smrekovine (*Picea abies* L. Karst.) u elementima poprečnog presjeka 90 x 90 mm.





presented here, which is based on the heating of wood in hot oil, is to improve some of these critical characteristics.

Heat treatments usually take place in an inert gas atmosphere at temperatures between 180 and 260°C (Leithoff and Peek 1998). The boiling points of many natural oils and resins are higher than the temperature required for the heat treatment of wood. This opens up the option of the thermal treatment of **wood in a hot oil bath**. Improvements in various wood characteristics can be expected from the application of oil-heat treatment as compared with heat treatment in a gaseous atmosphere, due to the behaviour of oils in conjunction with the effect of heat.

## 2. EQUIPMENT AND PROCESS

### 2. OPREMA I POSTUPAK

#### 2.1. The principle design of the plant

##### 2.1. Osnovna načela projektiranja tvornice

The principle design of the plant can be seen from Fig. 1. The process is performed in a closed process vessel (PT). After loading the process vessel (PT) with wood, hot oil is pumped from the stock vessel (VT) into the process vessel (PT) where the hot oil is kept at high temperatures circulating around the wood. Before unloading the process vessel (PT) the hot oil is pumped back into the stock vessel (VT).

#### 2.2. Temperatures and process times

##### 2.2. Temperature i vremena procesa

For different degrees of upgrading, different temperatures are used.

To obtain maximum durability and minimum oil consumption the process is operated at 220°C. To obtain maximum durability and maximum strength temperatures between 180°C and 200°C are used plus a controlled oil uptake. It proved to be necessary to keep the desired process temperature (for example 220°C) for 2-4 hours in the middle of the wooden pieces to be treated. Additional time for heating up and cooling down is necessary, depending on the dimension of the wood. Fig. 2 gives an example of the a heating up phase for logs with a cross section of 90 mm by 90 mm.

Typical process duration for a whole treatment cycle (including heating up and cooling down) for logs with a cross section of 100 mm x 100 mm and length of 4 meters is 18 hours.

#### 2.3. Heating medium

##### 2.3. Sredstvo za zagrijavanje

The heating medium is crude vegeta-

ble oil. For example rape seed, linseed oil or sunflower oil. The oil serves for both,

- fast and equal transfer of heat to the wood, providing the same heat-conditions all over the whole vessel
- perfect separation of oxygen from wood

Natural plant oils lend themselves to the oil-heat improvement of wood from an environmental point of view and because of their physical and chemical properties. As renewable raw materials they are CO<sub>2</sub> neutral. The use of other plant oils, such as rape seed oil, sunflower oil, soybean oil or even tall oils or tall oil derivatives in addition to drying oils such as linseed oil, is also conceivable. Linseed oil proved to be unproblematic though the smell that develops during the heat treatment may be a drawback. The smoke point and the tendency to polymerisation are also important for the drying of the oil in the wood and for the stability of the respective oil batch. The ability of the oil to withstand heating to a minimum temperature of 230°C is a prerequisite. The consistency and colour of the oil change during heat treatment. The oil becomes thicker because volatile components evaporate; the products arising from decomposition of the wood accumulate in the oil and change its composition. This obviously leads to improved setting of the oils.

## 3. COSTS

### 3. TROŠKOVI

The investment for a capacity of 8500 m<sup>3</sup>/a is 450.000 €, based on a 10 years period of use, 5.2 €/m are the calculated depreciation. The operation costs for treatment of spruce are 60 to 90 €/m, depending on the desired oil loading. The costs for 1 m<sup>3</sup> of oil-heat-treated spruce are 265 to 295 €/m based on costs for untreated timber of 200 €/m.

## 4. WOOD PROPERTIES

### 4. SVOJSTVA DRVA

Before determining the properties, the material was treated as follows:

Fresh, untreated pine (*Pinus sylvestris* L.) and spruce (*Picea abies* L. Karst.) were used for the oil-heat treatment. The specimens with a wood moisture content of 6% were heated at three temperatures (180°C, 200°C and 220°C) unpressurised and with exclusion of oxygen in an oil bath of refined linseed oil. On the oil reaching the desired temperature, the wood specimens were immersed in it for 4.5 hours. Virtually no oil was absorbed during the actual heat treatment. To achieve the desired oil loading, the



specimens cooled off in the oil bath for 15 minutes. Reference samples were also treated for 4.5 hours at corresponding temperatures in a drying chamber in an air atmosphere.

4.1. Biological durability  
4.1. Biološka trajnost

The oil-heat treated specimens and specimens treated in a hot air atmosphere were tested for resistance to *Coniophora puteana* in accordance with DIN EN 113 (1996). This was done using spruce as well as pine sapwood because the oil loading was different, even though they were subjected to the same treatment, due to the different impregnability of the two types of wood. Treated specimens and untreated controls were incubated in a Kolle flask for 19 weeks. The percentage loss of mass was determined in relation to the pure wood mass after treatment. Untreated spruce controls showed 48% loss of mass and pine controls 40% loss of mass. The resistance of heat-treated spruce and pine to the brown rot fungus *C. puteana* was improved with increasing temperatures. Treatment of wood in hot air did not prevent an attack of *C. puteana*. An average mass loss of 11% was determined for Scots pine, 5.5% for spruce (Tab. 1).

4.2. Strength properties  
4.2. Svojstva čvrstoće

The MOE and MOR was determined in a three point bending test with medium force applied on 150x10x10 mm<sup>3</sup> treated and untreated wooden slats parallel to the grain on a universal testing machine. Tests of the impact bending strength provide information on the dynamic stability of wood specimens. They were performed using a Louis Schopper pendulum impact machine. The changes in the impact strength due to oil-heat or air-heat treatment were calculated in relation to untreated specimens of the same type of wood. The highest MOE of more than 11,000 N/mm<sup>2</sup> were achieved at 200°C in the case of oil-heat treated specimens (Fig. 3). There was no reduction in the values for the MOE compared to untreated wood with either heat treatment process.

The MOR of wood that was oil-heat-treated at 220°C was about 70% of the value of untreated controls. The impact bending strength is the most critical value for all kinds of heat treatments. It declines considerably and the wood becomes brittle. Oil-heat-treated wood achieved a 51% and air heat treated wood only 37% of the impact bending strength of untreated controls as the treatment temperature increased (Fig. 4).

Table 1

Mass loss after 19 weeks exposition of heat treated specimens according to DIN EN 113 (Fungus: *Coniophora puteana*) • Gubitak mase (po DIN EN 113, djelovanjem gljive *Coniophora puteana*) grijanjem obrađenih uzoraka nakon 19 mjeseci izlaganja

treatment	oil-heat-treatment				air-heat-treatment			
	pine sapwood		spruce		pine sapwood		spruce	
	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]
180°C	1,1	13,0	1,2	15,0	2,3	25,0	2,5	31,2
200°C	0,1	1,9	1,1	13,1	1,0	15,8	2,2	26,7
220°C	0,1	2,0	0,0	0,0	0,9	11,0	0,4	5,5

A noticeably lower loss of mass was determined for oil-heat treated specimens than for air-heat treated specimens. A loss of mass of less than 2% was found in the case of pine sapwood, when oil-heat treatment was applied at 200°C. With spruce, on the other hand, a decisive increase in resistance was only obtained at 220°C.

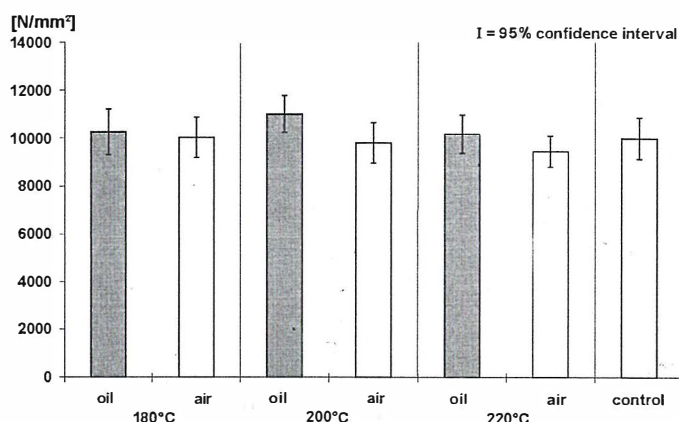
4.3. Dimensional stability  
4.3. Dimenzijska stabilnost

If the oil-heat-treatment is performed for 4 hours at 22°C then the moisture content at fibre saturation was 14% whereas the moisture content of untreated controls was 29% under the same conditions.

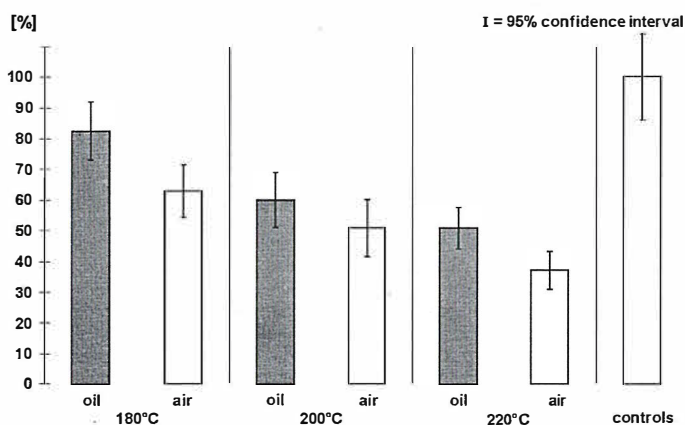
Specimens for the examination of

Fig. 3.

Modulus of elasticity of *Pinus sylvestris* L. parallel to the fibres (150x10x10 mm) after treatment; n=15 • Modul elastičnosti bijele borovine (*Pinus sylvestris* L.) paralelno s vlakancima mjeren na 15 uzoraka dimenzija 150x10x10 mm







**Fig. 4.** Changes of the impact bending strength of *Pinus sylvestris* L. (150x10x10 mm) after treatment compared to untreated controls; n=15  
• Promjene čvrstoće na udar bijele borovine (*Pinus sylvestris* L.) mjerene na 15 uzoraka dimenzija 150x10x10 mm bez obrade i nakon različitih postupaka toplinske obrade

swell and shrink improvement (ASE) were exposed to a temperature of 20°C and a relative humidity of 35%, 65% and 85% after the oil-heat treatment. The dimensions of the specimens subjected to the above climatic conditions were determined after their masses becoming constant. The ASE was calculated from the ratio of the percentage volumetric change of the treated specimens in relation to the volumetric change of untreated wood specimens.

The improvement in the ASE of specimens that were treated at 220°C was similar for both types of treatment, at about 40%. The degree of improvement in this case depended on the relative humidity. When humidity was increased, the ASE became lower, with less difference in the specimens treated at higher temperatures than in those treated at lower temperatures (Fig. 5 to Fig. 7).

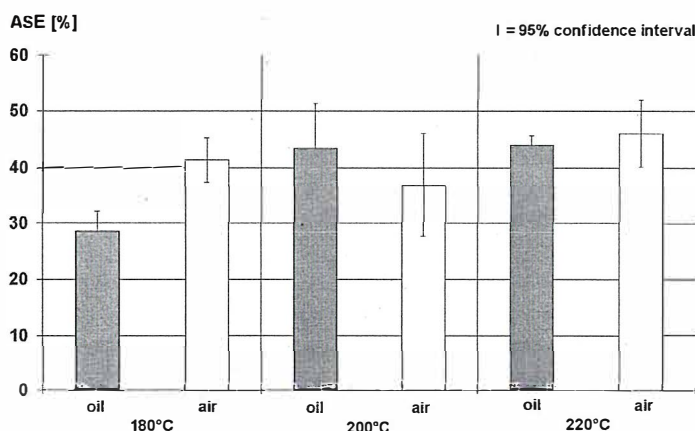
In Anglo-Saxon literature the term ASE (anti-swell efficiency or anti-shrink efficiency), coined by Stamm (1964) to describe the reduced swell or shrink of treated wood compared to untreated controls, has become established. In this case the swell or shrink characteristic of wood is determined under laboratory conditions with appropriate climatic conditions. However, it is not yet possible to make a statement on dimensional

stability under open land conditions on the basis of these values because experience shows that the behaviour of samples subject to the multi-faceted stresses of open land is different from their behaviour under laboratory conditions. But since the ASE is easy to determine, it is often ascertained and therefore offers a good means for comparison of the various wood improvement processes. It is expected that the dimensional stability of oil-heat-treated samples will prove to be better in open land than that of wood that has undergone conventional heat-treatment in an oxygen-free gas atmosphere, due to the additional water-repellent effect of the oil component. Among other things this should have a beneficial effect on the stability of surface treatments, and on reduced crack formation during weathering. On the whole, the ASE values are consistent with the findings of Seborg *et al.* (1953) and Tjeerdma *et al.* (1998b).

#### 4.4. Other technical properties

##### 4.4. Ostala tehnička svojstva

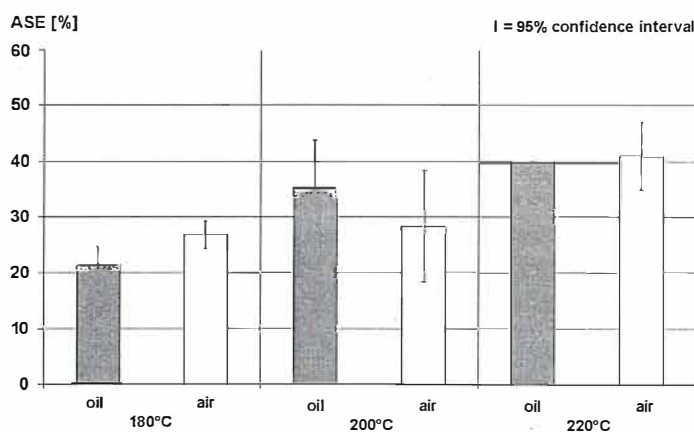
At the end of the treatment cycle the wood absorbed the oil remaining on the surface of the wood very quickly during the cooling down of the specimens so that a dry wood surface appeared a few minutes after treatment. The surfaces were light brown in



**Fig. 5.** ASE anti-shrink efficiency between 0 and 35% relative humidity of treated *Pinus sylvestris* L. (10x20x20 mm), n=4  
• Vrijednosti ASE (učinkovitosti smanjenja utezanja) u rasponu rel. vlažnosti od 0 do 35 % toplinski obrađenih uzoraka bijele borovine *Pinus sylvestris* L. (10x20x20 mm), n=4

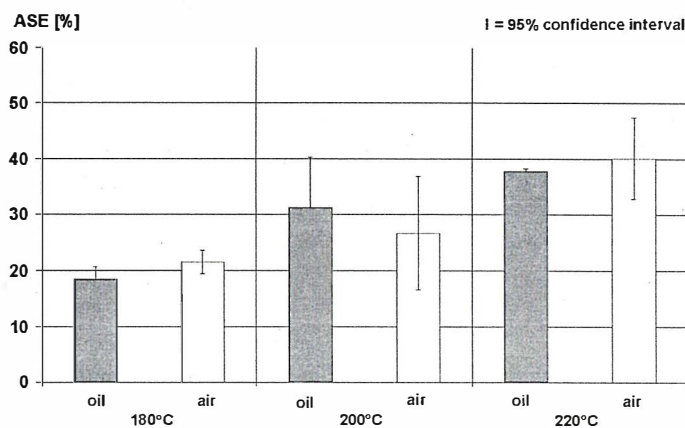
**Fig. 6.**

ASE between 0 and 65% relative humidity of treated *Pinus sylvestris* L. (10x20x20 mm), n=4 • Vrijednosti ASE (učinkovitosti smanjenja utezanja) u rasponu rel. vlažnosti od 0 do 65 % toplinski obrađenih uzoraka bijele borovine *Pinus sylvestris* L. (10x20x20 mm), n=4



**Fig. 7.**

ASE between 0 and 85% relative humidity of treated *Pinus sylvestris* L. (10x20x20 mm), n=4 • Vrijednosti ASE (učinkovitosti smanjenja utezanja) u rasponu rel. vlažnosti od 0 do 85 % toplinski obrađenih uzoraka bijele borovine *Pinus sylvestris* L. (10x20x20 mm), n=4



colour at lower treatment temperatures and dark brown at higher treatment temperatures. Unlike the air-heat treated specimens, no spotted discoloration due to the uneven distribution of exudated resin was found on oil-heat treated specimens. For heat-treated softwoods its typical initial **brownish colour** is not UV-stable without surface treatments. After a half year of weathering in the field the colour of oil-heat-treated spruce came close to that of weathered untreated larch heartwood.

The **paintability** of oil-heat-treated wood with acrylic water based paints as well as with alkyd solvent-based systems proved to be good during two years of weathering. Surprisingly after two years the adhesion of the paints and varnishes on the oil-heat-treated wood was even better than on gas-heat-treated wood. Initial tests to assess the **gluability** have been made with the following results: After planing of oil-heat-treated spruce, gluing was no problem. However for oil-heat-treated pine with higher oil uptake, only modified glues lead to good results.

Like all heat-treated woods also oil-heat-treated wood has that initially typical **smoky smell**. This could lead to limitations in use in internal areas, though this smell

evaporates after some time. In any case this should hardly be a problem outdoors.

## 5. WOOD SPECIES AND COMMODITIES 5. UTJECAJ VRSTE DRVA

### 5.1. Suitable wood species 5.1. Pogodne vrste drva

Unlike wood impregnation processes in which protective substances are introduced into the wood, even larger-dimensioned wood of types that are difficult to impregnate can be protected right into the inner areas of the log by oil-heat improvement. This applies in particular to spruce, which is available in large quantities at favourable prices. The whole chain from basic research, standard testing to process optimisation was done for spruce (*Picea abies*) and pine (*Pinus sylvestris*).

### 5.2. Adoption of process parameters for different wood species 5.2. Prilagodba parametara postupaka za različite vrste drva

The use of the refractory spruce and the permeable pine sapwood allows varying the oil uptake within a wide range. The process can be run with spruce with minimum oil uptake (20 to 60 kg/m depending on the dimension) when no pressure is applied. If high



durability and high strength properties are desired, then pine can be used at lower temperatures but with higher oil uptakes (see Table 1). By application of pressure in the process the desired uptake can easily be adjusted.

### 5.3. Influence of wood species on durability

#### 5.3. Utjecaj vrsta drva na trajnost

The combination of vegetable oils and heat treatment led to greater improvement in the resistance of wood to *Coniophora puteana* than heat treatment in air. Besides the pure thermal modification at high temperatures the oil uptake contributes to the durability (see Table 1). It is conceivable to use oil-heat treated wood with a higher oil loading under more severe conditions in European hazard class 3. In European hazard class 4, high oil loading extends the service life of oil-heat-treated wood, compared to heat-treated wood with no oil uptake.

### 5.4. Suitable commodities and applications

#### 5.4. Prikladna uporaba i primjena

The main applications of heat treated wood is most probably in out of ground contact situations. Suitable commodities are claddings, pergolas, exterior joinery, garden furniture, decks, fencing and noise barriers. This applications and further research will show within the next years if oil heat-treated wood is also suitable for some load bearing constructions.

## 6. INDUSTRIAL PRODUCTION

### 6. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA

There is currently one plant in commercial use in Germany. The plant (Fig. 8) is operated since August 2000 by MENZ HOLZ in Reulbach, 30 km east of the city of

Fulda. MENZ is intending to cover the German marked segment of oil-heat-treated wood for garden furniture and wood for gardening. The company is interested to find partners for licensed production of oil-heat-treatment wood for different market segments in all European countries. The existing vessel has a capacity of 2900 m<sup>3</sup>/a. The future vessels planned by MENZ have typical capacities of 8500 m<sup>3</sup>/a.

## 7. RECENT RESEARCH AND DEVELOPMENT

### 7. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ

BFH is currently running comparative assessment of properties of heat-treated wood produced after 4 different processes in different countries. BFH has together with Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala (SLU) and Chalmers University ongoing field tests to assess the long-term performance of heat-treated wood. Recent results are published (Sailer *et al.* 2000a; Sailer *et al.* 2000b).

Thanks  
Zahvala

The authors thank MENZ HOLZ, D-36115 Reulbach, Germany (Fax +49 6681 96 01 50) for providing the parts: 3 Costs and 6 Industrial production of this paper.

Autori zahvaljuju tvrtki MENZ HOLZ, D-36115 Reulbach, Njemačka (Fax +49 6681 96 01 50) za omogućavanje štiva za poglavlja 3 (Troškovi) i 6 (Industrijska primjena) ovog članka.

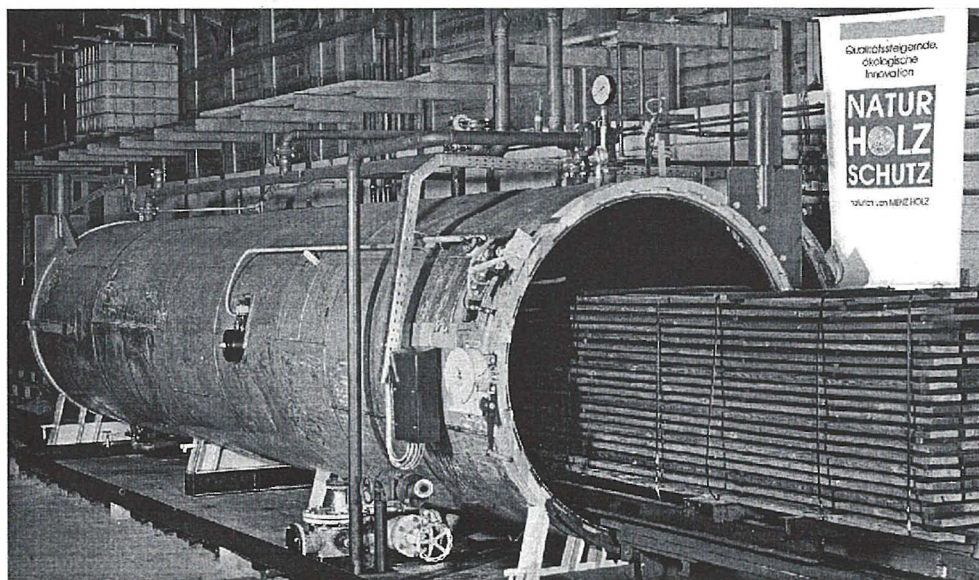


Fig. 8:

Process vessel for the oil-heat-treatment in Reulbach. (Foto: MENZ HOLZ, Germany). • Radni spremnik postrojenja za zagrijavanje uljem u Reulbachu, (Foto: tvrtka MENZ HOLZ), Njemačka.

8. REFERENCES

8. LITERATURA

1. Boonstra MJ, Tjeerdsma BF, Groeneveld HAC (1998) Thermal modification of non-durable wood species. IRG/WP 98-40123, 13 p
2. Burmester A (1973) Einfluß einer Wärme-Druck-Behandlung halbtrockenen Holzes auf seine Formbeständigkeit. Holz Roh-Werkstoff 31: 237-243
3. Buro A (1954) Die Wirkung von Hitzebehandlung auf die Pilzresistenz von Kiefern- und Buchenholz. Holz Roh- Werkstoff 12: 297-304
4. Buro A (1955) Untersuchungen über die Veränderungen der Pilzresistenz von Hölzern durch Hitzebehandlung in Metallschmelzen. Holzforschung 9: 177-181
5. DIN EN 113 (1996) Prüfverfahren zur Bestimmung der vorbeugenden Wirksamkeit gegen holzerstörende Basidiomyceten: Bestimmung der Grenze der Wirksamkeit.
6. Dirol D, Guyonnet R (1993) The improvement of wood durability by retification process. IRG/WP 93-40015, 11 p
7. EC Bericht BRE-CT-5006 (1998) Upgrading of non durable wood species by appropriate pyrolysis thermal treatment. EC-Industrial & Materials Technologies Programme (Brite-EuRam III), 17 p
8. Giebeler E (1983) Dimensionsstabilisierung von Holz durch eine Feuchte/Wärme/Druck-Behandlung. Holz Roh- Werkstoff 41: 87-94
9. Jämsä S, Viitaniemi P (1998) Heat treatment of wood. Better durability without chemicals. Nordiske Trebeskyttelsesdager: 47-51
10. Kamdem D P, Pizzi A, Guyonnet R, Jermannaud A (1999) Durability of Heat-Treated Wood. IRG/WP 99-40145, 15 p
11. Kollmann F, Schneider A (1963) Über das Sorptionsverhalten wärmebehandelter Hölzer. Holz Roh- Werkstoff 21: 77-85
12. Kollmann F, Fengel D (1965) Änderungen der chemischen Zusammensetzung von Holz durch thermische Behandlung. Holz Roh- Werkstoff 23: 461-468
13. Leithoff H, Peek R-D (1998) Hitzebehandlung - eine Alternative zum chemischen Holzschutz. Tagungsband zur 21. Holzschutz-Tagung der DGfH in Rosenheim: 97-108
14. Patents:  
EP0018446 1982: Verfahren zur Vergütung von Holz, 5 p  
EP0612595 1994: Process for upgrading low-quality wood. 6 p  
EP0623433 1994: Process for upgrading low-quality wood 6 p  
EP0622163 1994: Process for upgrading low-quality wood 6 p  
EP0759137 1995: Method for processing of wood at elevated temperatures. 12 p
15. US5678324 1997: Method for improving biodegradation resistance and dimensional stability of cellulosic products. 12 p
16. Rapp, A. O., Sailer, M., Westin, M. (2000) Innovative Holzvergütung - neue Einsatzbereiche für Holz. In: Proceedings of the Dreiländer-Holztagung, Luzern, Switzerland
17. Rusche H (1973) Festigkeitseigenschaften von trockenem Holz nach thermischer Behandlung. Holz Roh- Werkstoff 31: 273-281
18. Sailer, M.; Rapp, A. O.; Leithoff, H. 2000a: Improved resistance of Scots pine and spruce by application of an oil-heat treatment. IRG/WP/00-40172, 16p.
19. Sailer, M.; Rapp, A. O.; Leithoff, H.; Peek, R.-D. 2000b: Vergütung von Holz durch Anwendung einer Öl-Hitzebehandlung. Holz Roh-Werkstoff 58: 15-22.
20. Sandermann W, Augustin H (1963a) Chemische Untersuchungen über die thermische Zersetzung von Holz. Holz Roh-Werkstoff 21: 256-265
21. Sandermann W, Augustin H (1963b) Untersuchungen mit Hilfe der Differential-Thermo-Analyse. Holz Roh- Werkstoff 21: 305-315
22. Schneider A (1971) Untersuchungen über den Einfluss von Wärmebehandlung im Temperaturbereich von 100°C bis 200°C auf Elastizitätsmodul, Druckfestigkeit und Bruchschlagarbeit von Kiefern-Splint und Buchenholz. Holz Roh- Werkstoff 29: 431-440
23. Schneider A (1973) Zur Konvektionstrocknung von Schnittholz bei extrem hohen Temperaturen. Holz Roh- Werkstoff 31: 198-206
24. Seborg RM, Tarkow H, Stamm AJ (1953) Effect of heat upon dimensional stabilization of wood. Journal of Forest Products Research Society 3: 59-67
25. Stamm AJ (1964) Wood and cellulose science. New York: Ronald Press
26. Stamm AJ, Burr HK, Kline AA (1946) Heat stabilized wood (staywood). Rep. Nr. R. 1621. Madison: Forest Prod. Lab
27. Tjeerdsma BF, Boonstra M, Militz H (1998a) Thermal modification of non-durable wood species II. IRG/WP 98-40124, 10 p
28. Tjeerdsma BF, Boonstra M, Pizzi P, Tekely P, Militz H (1998b) Characterisation of thermally modified wood: molecular reasons for wood performance improvement. Holz Roh- Werkstoff 56: 149-153
29. Topf P (1971) Versuche zur Frage der Selbstentzündung, des Gewichtsverlustes, des Brennwertes und der Elementaranalysen. Holz Roh- Werkstoff 29: 295-300
30. Troya MT, De Navarrete AM (1994) Study of the degradation of retified wood through ultrasonic and gravimetric techniques. IRG/WP 94-40030, 6 p
31. Viitanen HA, Jämsä S, Paajanen LM, Nurini AJ, Viitaniemi P (1994) The effect of heat treatment on the properties of spruce. IRG/WP 94-40032, 4 p
32. Viitanen P, Jämsä S, (1998) Thermowood ToW. Decay-resistant wood created in a heating process. Vartrag bei der 29 IRG-Tagung in Maastricht, 4 p.



Gregor Rep, Franc Pohleven

# Wood modification - a promising method for wood preservation

## Modifikacija drva – obećavajuća metoda za zaštitu drva

*Review paper • pregledni rad*

Received - prispjelo: 25. 04. 2001 • Accepted – prihvaćeno: 22. 05. 2001

UDK 630 \* 84

**SUMMARY** • Over the last two decades wood modification has been subjected to intensive research. By changing the chemical nature of the polymers in the wood cell wall, many properties such as durability, dimensional stability and UV-stability can be considerably improved. The cell wall structure can be altered with thermal treatments, chemical modification or enzymatic treatments. In some European countries heat-treated wood is already on the market. Some other modification systems, especially acetylation with acetic anhydride, have also been scaled-up and are now in the industrialising phase. Due to improved properties, modified wood is or could be applicable mainly for joinery, urban and garden furniture production, flooring, and decking. This paper describes the need for new methods in wood preservation, and wood modification as a very promising method and possible uses of modified wood.

**Key words:** Wood modification, wood preservation, durability, mechanical properties, timber.

**SAŽETAK** • Tijekom posljednja dva desetljeća provedena su brojna istraživanja na području modifikacije drva. Promjenom kemijske prirode polimera u stijenci drvene stanice, mnoga se svojstva, poput izdržljivosti, stabilnosti dimenzija i UV stabilnosti, mogu znatno poboljšati. Struktura stanične stijenke može se mijenjati toplinskom obradom, kemijskom modifikacijom ili enzimskim postupcima. U nekim europskim zemljama tržište traži drvo obrađeno toplinom. Ostali sustavi modifikacije, posebno acetilacija acetilnim anhidridom, su podjednako unapređivali i nalaze se sada u fazi industrijske primjene. Zahvaljujući poboljšanim svojstvima, modificirano se drvo primjenjuje, ili se može primijenjivati za stolariju, u proizvodnji namještaja, te u gradnji podova i paluba. Ovaj članak upućuje na nove metode zaštite drva, modifikaciju drva navodi kao obećavajuću metodu primjenjivu u praksi.

**Cljučne riječi:** modifikacija drva, zaštita drva, trajnost, mehanička svojstva, građa.

Authors are an assistant and a professor, respectively, at the Wood Department of the Biotechnical Faculty in Ljubljana, Slovenia. The article is a slightly altered version of a paper presented at the conference *Wood in Construction – Tradition and Future* in Zagreb, in April 2001.

Autori su redom asistent i profesor na Odjelu za lesarstvo Biotehniške fakultete u Ljubljani, Slovenija. Rad je u neznatno izmijenjenom obliku predstavljen na konferenciji "Drvo u graditeljstvu – tradicija i budućnost" u Zagrebu, u travnju 2001.





that bonded groups of the reagent occupy the space in the cell wall and cause its permanently swollen state. By acetylation the antishrink efficiency, which is normally used for describing the degree of dimensional stabilisation, can reach up to 80 percent (Goldstein *et al.* 1961, Rowell 1991, Militz *et al.* 1997).

Durability of wood is also enhanced by these processes. The lower moisture content and the chemical changes (wood is no longer recognised as a nutrient medium by the very specific enzyme systems of degrading fungi) can explain this. Acetylated wood exhibits very good resistance to brown rot, white rot, soft rot fungi and tunnelling bacteria. However, it is not resistant to marine borers and lower fungi, for example blue stain (Beckers *et al.* 1994, Brelid *et al.* 2000). Acetylation also changes wood properties by weathering, such as colour change, photodegradation and erosion rate (Plackett *et al.* 1992, Evans *et al.* 2000). Wood modification can alter some mechanical properties (e.g. strength, hardness) as well. Acetylation slightly improves the mechanical strength of wood (Goldstein *et al.* 1961) and its acoustic characteristics (Chang *et al.* 2000).

During the chemical modification process unwanted by-products often occur. In the case of acetylation with acetic anhydride it is acetic acid, which can cause degradation of the cell wall components because of its acidity. This results in strength loss and an unpleasant odour of the final product. Therefore the characteristics of the product in many cases are dependent on the modification procedure itself.

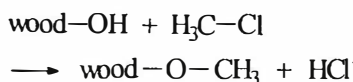
Modified wood is in some aspects difficult to compare with non-treated wood because of all the above-mentioned transformations triggered by the modification process. Modified wood namely behaves differently during processing (e.g. gluing, finishing) than natural wood. For example, due to improved dimensional stability, the stability and durability of a surface coating can be enhanced. On the other hand, the altered chemical structure can totally change the glueability of wood.

Similar reactions (formation of an ester bond) take place also with some other organic acids and other types of chemical reagents: carboxylic acids (some of them are present in natural oils and fats), acid chlorides, ketenes, epoxides, etc.

### 3.2. Etherification 3.2. Eterifikacija

In order to form an ether bond with hydroxyl groups of wood alkyl chlorides, epox-

ides, aldehydes, ketones and some other reagents can be used. The simplest ether that can be formed is methyl ether:

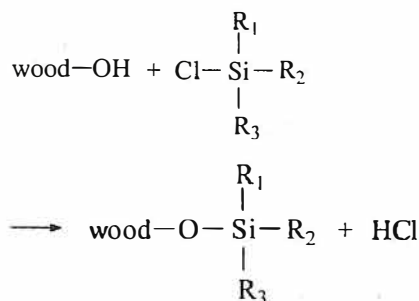


Through reactions with aldehydes and ketones hemiacetals (hemiketals) are formed. These hemiacetals (hemiketals) are usually very unstable and reactive, and they cross-link with another hydroxyl group of wood to give a final acetal (ketal).

In the course of cyanoethylation with acrylonitrile an ether bond is formed as well.

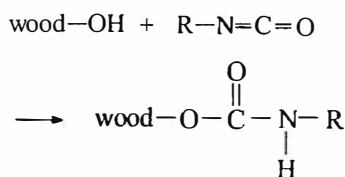
### 3.3. Silylation 3.3. Sililacija

Some very natural durable wood species contain more silicates than others do. This fact led some scientists to experiment with silicon compounds. Some alkylchlorosilanes for example react very intensively with wood:



### 3.4. Formation of a Urethane Bond 3.4. Tvorba uretanskog spoja

Isocyanates form a urethane bond with hydroxyl groups of wood polymers:



This type of reaction also often results in polymerisation or homopolymerisation of the reagent (when di- or polyisocyanates are used).

### 3.5. Modification Processes 3.5. Procesi modifikacije

Although most of the above-mentioned reagents are rather aggressive chemicals, their toxicity are in many cases low, if compared to biocides. However, from an environmental point of view the main benefit of wood modification as a wood preservation





proportions seem to be quite low (Kamdem *et al.* 2000). However, the exact research and quantification of this matter should be undertaken before assigning to this type of wood treatment a completely clean health safety label.

## 5. ENZYMATIC TREATMENTS 5. ENCI MATSKI POSTUPCI

In some researches boards from laccase treated fibres were made without the use of any glues. Laccase is known to catalyse oxidation of phenolic species in lignin. When heated with lignocellulosic material, it allows bonding to occur.

Lately the possibility of using enzymes for wood modification is being studied.

## 6. APPLICATION OF MODIFIED WOOD 6. PRIMJENA MODIFICIRANOG DRVA

Heat-treated wood produced in some European countries is intended to be used mainly in joinery (e.g. windows, doors, flooring, panels in bathrooms and saunas, etc.), garden furniture and playground equipment production, and decking (claddings). Due to improved properties heat-treated wood could be applicable also for housing (e.g. for frameworks, roof trusses), packaging and other products, like toys, music instruments, pencils, etc.

In general, the properties of chemically modified wood are even better. Although it is not yet on the market, it is believed that its possible uses will be wider and more diverse.

## 7. CONCLUDING THOUGHTS 7. ZAKLJUČNE MISLI

Wood modification will be an important alternative method in wood preservation in the future. Compared to "classic" wood preservation methods, it has some significant advantages. Besides the durability some other wood properties can be simultaneously improved (dimensional stability is very important). The negative influence on the environment is strongly reduced. However, a lot of work is still left to be done in this field, in order to get modified wood highly accepted on the market.

## 8. REFERENCES

### 8. LITERATURA

1. Barnes, H.M., Murphy, R.J. 1995: Wood Preservation. The Classics and the New Age. *For. Prod. J.* 45 (9): 16-26.
2. Beckers, E.P.J., Militz, H., Stevens, M. 1994: Resistance of acetylated wood to Basidiomycetes, soft rot and blue stain. The International Research Group on Wood Preservation, Document IRG/WP 94-40021, Stockholm: IRG Secretariat.
3. Brelid, P.L., Simonson, R., Bergman, Ö., Nilsson, T. 2000: Resistance of acetylated wood to biological degradation. *Holz Roh-Werkst.* 58: 331-337.
4. Chang, S.-T., Chang, H.-T., Huang, Y.-S., Hsu, F.-L. 2000: Effects of Chemical Modification Reagents on Acoustic Properties of Wood. *Holzforchung* 54 (6): 669-675.
5. Dirol, D., Guyonnet, R. 1993: The improvement of wood durability by retification process. The International Research Group on Wood Preservation, Document IRG/WP 93-40015, Stockholm: IRG Secretariat.
6. Evans, P.D., Wallis, A.F.A., Owen, N.L. 2000: Weathering of chemically modified wood surfaces. *Wood Sci. Technol.* 34: 151-165.
7. Goldstein, I.S., Jeroski, E.B., Lund, A.E., Nielson, J.F., Weaver, J.W. 1961: Acetylation of wood in lumber thickness. *For. Prod. J.* 11 (8): 363-370.
8. Kamdem, D.P., Pizzi, A., Triboulot, M.C. 2000: Heat-treated timber: potentially toxic by-products presence and extend of wood cell wall degradation. *Holz Roh-Werkst.* 58: 253-257.
9. Kotilainen, R.A., Toivanen, T.-J., Alén, R.J. 2000: FTIR Monitoring of Chemical Changes in Softwood During Heating. *J. Wood Chem. Tech.* 20 (3): 307-320.
10. Militz, H., Beckers, E.P.J., Homan, W.J. 1997: Modification of solid wood: research and practical potential. The International Research Group on Wood Preservation, Document IRG/WP 97-40098, Stockholm: IRG Secretariat.
11. Plackett, D.V., Duunningham, E.A., Singh, A.P. 1992: Weathering of chemically modified wood. Accelerated weathering of acetylated radiata pine. *Holz Roh-Werkst.* 50: 135-140.
12. Preston, A.F. 2000: Wood preservation. Trends of today that will influence the industry tomorrow. *For. Prod. J.* 50 (9): 12-19.
13. Richardson, B.A. 1993: Wood Preservation. Second edition. London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: E & FN Spon, Chapman & Hall.
14. Rowell R.M. 1991: Chemical Modification of Wood. In: D.N.-S. Hon, N. Shiraishi: Wood and Cellulosic Chemistry. New York: Marcel Dekker, Inc., pp. 703-756.
15. Sailer, M., Rapp, A.O., Leithoff, H. 2000: Improved resistance of Scots pine and spruce by application of an oil-heat treatment. The International Research Group on Wood Preservation, Document IRG/WP





Izvor Grubišić<sup>1</sup>, Radovan Despot<sup>2</sup>, Jelena Trajković<sup>2</sup>, Mladen Balić<sup>3</sup>

# Perspektive drva kao brodograđevnog materijala u Hrvatskoj

## The prospects of wood as a shipbuilding material in Croatia

*Professional paper • stručni rad*

Received - *prispjelo*: 25. 04. 2001. • Accepted - *prihvaćeno*: 22. 05. 2001.

UDK 630\*838.60 i 832.286

**SAŽETAK** • U hrvatskoj brodograđevnoj praksi drvo je tradicionalan i često nezamjenjiv materijal, poglavito u izgradnji manjih brodica i ribarskih i putničkih brodova. Nalazišta monoksila, kondura i galija u Jadranu, koja datiraju još od antičkih vremena, govore o rasprostranjenosti korištenja drva, ali i o njegovoj kvaliteti. Uostalom još je uvijek bar polovica registriranih manjih brodova i većih brodica koji plove Jadranom izrađeno je od drva. U ovom radu dan je pregled vrsta drva koje se tradicionalno rabe u hrvatskim brodogradilištima za izradu drvenih brodova i brodica. Uz pogodne tipove brodova za gradnju trupa od drva opisani su načini spajanja i konstrukcije. Spomenuti su i problemi pri izboru drva i spajanju konstruktivnih elemenata. Na kraju, uz neke od najčešćih razarača brodograđevnog drva, tzv. marinskih štetnika, spomenuti su neki tradicionalni načini preventivne zaštite brodograđevnog drva, odnosno novija sredstva i postupci u kemijskoj zaštiti drva u brodogradnji.

**Ključne riječi:** brodograđevno drvo, drvene brodice i brodovi, gradnja, obnova i zaštita drvenih brodova

**SUMMARY** • In Croatian shipbuilding practice, wood has been used as traditional and often irreplaceable material, mainly in the construction of boats and smaller fishing and passenger ships. The archeological remains of the monoxyls, conduras and galleys found in the Adriatic, some of which date back to the antic period, confirm the widespread use of wood and its quality in the region as well.

*It is estimated that at least half of registered large boats and small ships in Croatia are made*

<sup>1</sup> Autor je izvanredni profesor na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu

<sup>2</sup> Autori su redom, docent, odnosno viši asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

<sup>3</sup> Autor je dipl. ing. drvne tehnologije zaposlen u poduzeću «Tvin» Virovitica

<sup>1</sup> Author is an associate professor at the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture of the Zagreb University.

<sup>2</sup> Authors are an assistant professor and a senior assistant, respectively, at the Faculty of Forestry of the Zagreb University.

<sup>3</sup> Autor is a wood technologist at the TVIN company in Virovitica, Croatia.

Rad je u neznatno izmijenjenom obliku predstavljen na konferenciji "Drvo u graditeljstvu – tradicija i budućnost" u Zagrebu, u travnju 2001.

The article is a slightly altered version of a paper presented at the conference *Wood in Construction – Tradition and Future* in Zagreb, in April 2001.

of wood. In this article, a review of the wood species that are traditionally used in Croatian shipyards for the construction of wooden boats and ships is presented. Beside the types of ships suitable for the wooden construction of hull, applicable structural connections and details are described. Specific problems related to appropriate selection of wood species and to the joining of constructions elements are also mentioned. Described are the main marine borers living in the Adriatic Sea. Finally, presented are some of the traditional preventive methods for the protection of shipbuilding wood, as well as some new preservatives and methods.

**Key words:** shipbuilding wood; wooden ships and boats; building, maintenance and protection of wooden ships

**UVOD  
INTRODUCTION**

Drvo je nedvojbeno najranije primijenjeni brodograđevni materijal. Premda je danas u brodogradnji često zamijenjeno metalima i umjetnim materijalima-kompozitima, ipak još postoji značajni dio gradnje pojedinih vrsta brodova u raznim varijantama drvene konstrukcije. Člankom se želi skrenuti pažnja na sadašnje stanje i perspektive primjene drva kao građevnog materijala broskog trupa i nadgrađa. Premda je u devedesetim godinama u Hrvatskoj drvena brodogradnja doživjela udar masovnim uvozom isluženih i jeftinih drvenih brodova većinom iz Italije, ipak se gradnja drvenih brodova u

domaćim brodogradilištima održala i premda smanjenim tempom grade se novi ribarski i putnički brodovi te obnavljaju stari.

**1. GRADNJA DRVENIH BRODOVA U HRVATSKOJ  
1. THE BUILDING OF THE WOODEN SHIPS IN CROATIA**

Na Hrvatskoj obali drveni brodovi su prisutni još od antičkih vremena. Nalazišta monoksila, kondura, galija i novijih brodova u jadranskom podmorju dokumentiraju rasprostranjenost korištenja drva ali i neke njegove kvalitete. Neki tradicionalni tipovi brodice i brodova istočne jadranske obale kao batana, guc, gajeta, pasara, leut, bracara,

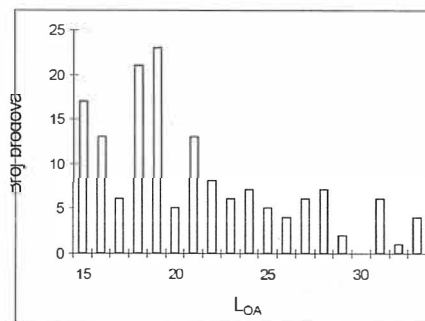
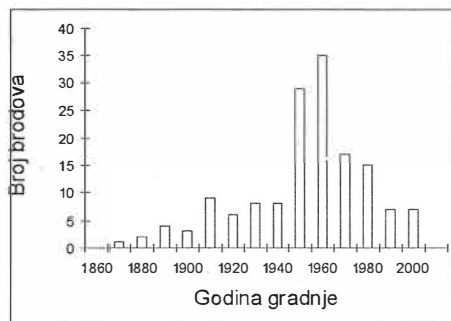
**Tablica 1.**

*Registrirane brodice i brodovi u hrvatskim Lučkim kapetanijama. • Number of boats and ships registered by Croatian Port Authorities.*

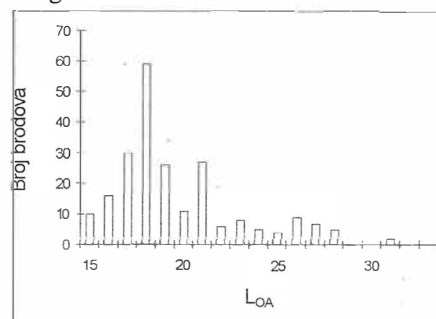
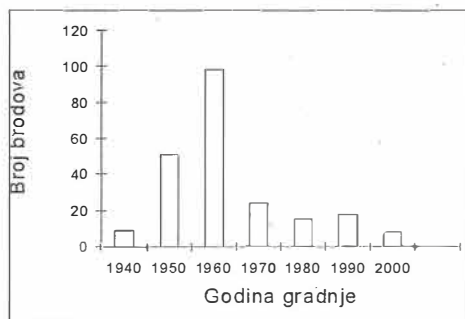
LUČKA KAPETANIJA:	PULA	RIJEKA	SENJ	ZADAR	ŠIBENIK	SPLIT	PLOČE	DUBROVNIK	ukupno
Broj registriranih brodice	15013	23246	2423	15748	9667	20283	4	10568	96952
Broj ribarskih brodova	45	66	0	82	24	132	0	17	366
Broj upisanih brodova	111	343	0	206	49	403	12	125	1249

**Slika 1.**

*Histogrami drvenih brodova klasificiranih u Hrvatskom Registru Brodova • Histograms of the wooden ships classed by the Croatian Register of Shipping*



Putnički brodovi - Passenger vessels



Ribarski brodovi - Fishing vessels



trabakul, pelig, grade se i danas. Već površni pregled brodica i brodova u hrvatskim lukama pokazuje da drvo nije iščezlo iz brodogradnje. Nažalost nekih vrsta brodova ima još vrlo malo ili nimalo (bracera, trabakul, pelig, loger) ali se neki tipovi tradicionalnih brodica grade i koriste u nesmanjenom opsegu (pasara, gajeta). Veliki dio ribarske flote je građen od drva a također i turističke flote. Veći brodovi, iznad 25-30 m duljine, danas se najčešće grade od čelika.

Brodogradilišta drvenih brodova su pretežno locirana u manjim mjestima: Mokošici, Sumartinu, Korčuli, Veloj Luci, Kantridi, Cresu, Šibeniku, Vranjicu, Betini, Krku, Puntu, Puli, uz cijeli niz manjih radionica. Prema podacima Hrvatske gospodarske komore, Strukovnog udruženja Brodogradnja, grupacija Mala brodogradnja obuhvaća u djelatnosti gradnje brodova ukupno 34 brodogradilišta odnosno radionice za gradnju brodica. Ovome treba dodati i veliki broj zanatskih radilišta koja nisu u ovom registru.

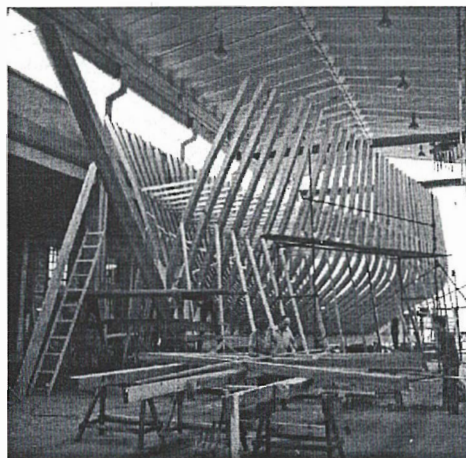
Popis brodica u 8 Lučkih kapetanija (vidi Tablicu 1.) sadrži ukupno 96952 brodice od kojih je barem polovina drvene gradnje, dok popis brodova Hrvatskog Registra Brodova sadrži ukupno 473 drvena broda, od toga 61 teretni, 155 putničkih, 227 ribarskih te 30 brodova ostalih vrsta. Od ukupno 366 ribarskih brodova 227 je drvenih.

U histogramima na Sl. 1., je prikazana struktura drvenih putničkih i ribarskih brodova klasificiranih u Hrvatskom Registru brodova. Prvo što se može primijetiti je značajan broj brodova građenih iza drugog svjetskog rata u periodu od 1945. do 1960. koji još uvijek dobro služe. Zanimljivo je da još uvijek plovi i priličan broj brodova koji su u građeni prije prvog svjetskog rata a neki i još u XIX stoljeću. Ovdje se vidi važna osobina drvenih brodova, a to je da uz primjereno održavanje i obnavljanje mogu vrlo dugo trajati. Također je vidljivo da se drveni brodovi, premda u majem opsegu nego ranije grade i danas pretežno za potrebe nautičkog turizma i ribarenja (vidi Sl. 2.).

## 2. OSOBINE DRVA KAO BRODOGRAĐEVNOG MATERIJALA 2. THE PROPERTIES OF WOOD AS A SHIPBUILDING MATERIAL

Upotreba drva za gradnju brodova stara je kao i sama brodogradnja. Ljude je k drvu privukla prvo činjenica da drvo pliva, a potom da se drvo može relativno lako obrađivati. Prvotno se drvo obrađivalo primitivnim alatom no kako je evoluirao čovjek napredovale su tehnike i alati.

Drvo je do početka 19. stoljeća bilo i



Slika 2.

Drveni ribarski brod u gradnji (Punat 1984.) • Building of wooden fishing vessel (Punat 1984)

jedini materijal u brodogradnji. Kao posljedica industrijske revolucije u brodogradnji se kao i u drugim granama industrije počinju upotrebljavati i drugi materijali. U početku je to čelik, a tijekom prve polovice prošlog stoljeća i plastika, stakloplastika, odnosno beton. Iako pojavom navedenih i drugih materijala drvo počinje gubiti važnost u brodogradnji, ipak njegove prednosti pred drugim materijalima ostaju nepobitne. Te prednosti su: mala gustoća, sposobnost da pliva na vodi, pogodni proizvodni oblici (pravi i zakrivljeni komadi) i dimenzije, laka obradivost jednostavnim alatom, relativno velika čvrstoća u odnosu na masu, velika otpornost prema korozivnom djelovanju pojedinih kemijskih agenasa atmosfere i svojstvo izolacije topline.

Istina je da drvo pokazuje i neke nepoželjne strane kao što su: nehomogenost građe, razlike u čvrstoći u uzdužnom i poprečnom smjeru, mala trajnost u vodi zbog morskih štetnika, higroskopičnost, utezanje i bubrenje, korozija metalnih dijelova (čavala i vijaka) zbog djelovanja kemijskih sastojaka nekih vrsta drva (trjeslovine u hrastovini) i dr.

Pronalaženjem novijih materijala, visokokvalitetnih sintetskih ljepila i sredstava za impregnaciju, sve većim korištenjem lameliranih drva i vodootporne šperploče, upotreba drva unazad nekoliko godina doživljava svoju «renesansu» u brodogradnji.

## 3. POGODNI TIPOVI BRODOVA ZA DRVENU GRADNJU TRUPA 3. THE SUITABLE SHIP TYPES FOR THE WOODEN HULL

Specifičnosti drvene konstrukcije čine je prikladnom za pojedine vrste brodova. Klasična drvena konstrukcija trupa pogodna je za ribarske brodove posebno u uvjetima Jadranskog mora. Razloge treba potražiti u dostupnosti drva, postojanju majstora drvene brodogradnje, mogućnosti gradnje vrlo jed-

nostavnom tehnologijom, prihvatljiva masa trupa, trajnost i jednostavni popravak, dobra izolacijska svojstva, a donekle i tradicionalistički stav naših ribara. Problem izrade velikih građevnih elemenata kao i problemi njihovog spajanja ograničavaju veličinu drvenih trupova na oko 25 m duljine premda se pojedinačno mogu susresti i veći drveni brodovi. Primjena lameliranja npr. samo kobilice i statve te velikih koljena i zoja uvelike olakšava gradnju i pomiče granicu veličine broda. Analogno drvenim ribarskim brodovima drvo je pogodno u klasičnoj izvedbi za gradnju istisninskih brodova relativno male brzine koji u osnovi formom trupa i konstruktivnim rješenjima i slične ribarskim brodovima. To se u najvećoj mjeri odnosi na flotu putničko-turističkih brodova za krstarenje Jadranom. Dobar dio postojeće flote se sastoji od vrlo starih brodova (nekoliko ih je građeno prije 1900) koji su doživjeli više rekonstrukcija. Ovdje je posebna pogodnost neograničena trajnost drvenih brodova jer se bilo koji oštećeni ili truli dio konstrukcije može zamijeniti novim. Neki od tih brodova vjerojatno nemaju više ni jednog originalnog komada drva, ali su to još uvijek isti brodovi.

Brzi brodovi namijenjeni prijevozu putnika, ili nekoj javnoj službi, nisu pogodni za primjenu klasične drvene konstrukcije zbog prevelike težine trupa i time povećane potrebne snage strojeva za postizane tražene brzine. Moderne tehnike lameliranja omogućavaju i u ovom području gradnju laganih i dovoljno čvrstih trupova usporedivih s kompozitnom ili

alumijskom konstrukcijom. Treba napomenuti da masi konstrukcije od lakih legura treba pribrojiti masu izolacije zvučne, toplinske i protupožarne, dok drvena lamelirana gradnja ima ne samo dobra svojstva izolacije već i estetske osobine koje ne zahtijevaju sustavno oblaganje unutrašnjih ploha. Naravno, troškovi gradnje kao i traženi tehnološki uvjeti za gradnju lamelirane konstrukcije približavaju se zahtjevima za kompozitne konstrukcije ako se mora postići vrhunska kvaliteta i mala masa trupa. Ovdje je primjereno govoriti o prednostima serijske gradnje jer su potrebna znatna ulaganja u naprave i šablone.

#### 4. PREGLED VRSTA DRVA KORIŠTENIH U HRVATSKOJ BRODOGRADNJI 4. THE REVIEW OF WOOD SPECIES IN THE CROATIAN SHIPBUILDING

Budući da se od brodograđevnog drva općenito zahtijevaju izuzetna svojstva, samo određene vrste drva su našle široku primjenu u brodogradnji. Od presudnog su značenja prirodna trajnost i dobra obradljivost, a od mehaničkih svojstava za brodogradnju su najznačajnije: čvrstoća na savijanje, krutost, čvrstoća na smik, tlačna čvrstoća uzdužno na vlakanca, tlačna čvrstoća okomito na vlakanca, tvrdoća, elastičnost i žilavost.

Kako su brodogradnja i obrada drva višestoljetne i tradicionalne vještine hrvatskog čovjeka, od samog su se početka međusobno prožimale i iskustveno nadopunjavale. Istovremeno, naše su šume od pamtivijeka bile izvor kvalitetnih vrsta drva koje je na žalost u nekim

**Tablica 2.**

*Prirodna trajnost, obradljivost, i primjena najznačajnijih vrsta drva u hrvatskoj brodogradnji.*  
• *Natural durability, workability and use of the most important wood species in the Croatian shipbuilding.*

Vrsta drva Wood species	Prirodna trajnost srži Natural durability of heartwood	Obradljivost Workability	Primjena u brodogradnji The use in the shipbuilding
Hrastovina lužnjaka	srednje trajna	dobra	Konstruktivni i pomoćni dijelovi trupa broda (kobilica, rebra)
Hrastovina kitnjaka	srednje trajna	dobra	Široka primjena za sve dijelove zbog visoke kvalitete
Hrastovina medunca	srednje trajna	dobra	Kao i hrastovine kitnjaka i lužnjaka, naročito su cijenjeni zakrivljeni komadi za rebra
Hrastovina crnike (česmine)	srednje trajna	teška	kobilice, statve, rebra, ruda, kormila i palci za vesla
Brestovina	slabo trajna	dobra, dobro se konzervira	Unutrašnje obloge kabina, drveni koloturnici, namještaj
Jasenovina	izrazito slabo trajna	lagana	Elementi trupa drvenog broda, vesla rukohvati, ograde, namještaj
Dudovina (murva)	trajna	dobra	Klinci, moždanci, kobilice
Bukovina	izrazito slabo trajna	dobra	Elementi trupa drvenog broda, unutrašnje pregrade i namještaj
Grabovina	izrazito slabo trajna	teška	Spojeni elementi, unutrašnja oprema (drvorezbarstvo)
Javorovina	izrazito slabo trajna	lagana	Unutrašnje obloge kabina, dijelovi čamaca, namještaj
Orahovina	srednje trajna	dobra	Unutrašnje obloge kabina, namještaj
Ariševina europska	srednje do slabo trajna	dobra i lagana	oplata i lameliranje
Borovina obična	srednje do slabo trajna	vrlo dobra i lagana	Brodске podnice, jarboli, oplata i ograde, lamelirano drvo
Jelovina	slabo trajna	dobra i lagana	Obloge i pregrade skladišta
Smrekovina	slabo trajna	dobra i lagana	Obloge i pregrade skladišta, podnice, pokrovi grotala, jarboli
Tikovina	vrlo trajna	dobra, katkad se teško lijepi	Elementi trupa drvenog broda, paluba i svi vidljivi dijelovi
Mahagonijevina prava	trajna	dobra	Oplata i trenice palube, unutrašnji dijelovi, vodootporna šperploča



Vrsta drva Wood species	Gustoća kod 12 % vlage drva Density at 12 % m.c. (kg/m <sup>3</sup> )	Radijalno utezanje Radial shrinkage (%)	Tangen- cijalno utezanje Tangential shrinkage (%)	Čvrstoća na savijanje Bending strength (Mpa)	Čvrstoća na smicanje II Shear strength II (Mpa)	Čvrstoća na tlak II Compression strength II (Mpa)	Tvrdoća Hardness (Mpa)
Hrastovina lužnjaka	670-710-760	4,9	9,4	74-88-105	6-11-13	54-61-67	28-65-101
Hrastovina kitnjaka	670-710-760	4,8	9,3	78-110-117	6-11-13	48-65-70	43-69-99
Hrastovina medunca	oko 980	srednje	srednje			57,5	96-118-128
Hrastovina crmike (česmina)	800-960	veliko	veliko				113,1
Brestovina	630-650-680	4,6	8,3	56-89-200	7	37-56-73	47-64-114
Jasenovina	680-700-750	5,0	8,0	58-120-210	9-12,8-14,6	23-52-80	41-76-115
Dudovina (murva)	650	slabo	slabo			oko 41	
Bukovina	690-710-750	5,0	11,8	74-123-210	6,5-8-19	41-62-99	54-78-110
Grabovina	750-800-950	6,8	11,5	58-160-200	8,5	55-82-99	67-89-126
Javorovina	610-640-680	3,0	8,0	50-95-140	9	29-49-72	52-67-86
Orahovina	630-670-680	5,4	7,5	90-147-178	7	46,5-72-89	53-72-88
Ariševina europska	470-600-650	3,3	7,8	64-99-132	4,5-9-10	35-47-69	22-38-70
Borovina obična	500-520-540	4,0	7,7	41-100-206	6,1-10-14,6	35-55-94	19-30-50
Jelovina	440-460-480	3,8	7,6	47-73-118	3,7-5-6,3	31-47-59	18-34-53
Smrekovina	440-460-470	3,6	7,4	49-78-136	4-6,7-12	35-50-79	14-27-46
Tikovina	650-680-750	2,5	4,2	116-148-190	9	60-72-102	38,5
Mahagonijevina prava	700-720-770	3,2	5,1	58-65-130	10,5	29-50-73	61,5

Tablica 3.

Prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti fizikalnih i mehaničkih svojstava najznačajnijih vrsta drva u hrvatskoj brodogradnji • Average, minimum and maximum values of some physical and mechanical properties of the most important wood species in the Croatian shipbuilding.

razdobljima naše povijesti tuđin eksploatirao hametice (Rimljani, Mlečani i Turci). Svakako da sve vrste drva nisu dolazile u obzir pri odabiru drvnog materijala za izradu brodova, ali su se vremenom i zbog gore navedenih svojstava neke vrste izdvojile. Od drva listača u našem podneblju najzastupljenije je u brodogradnji drvo hrasta lužnjaka (*Quercus pendunculata* Ehrh.), hrasta kitnjaka (*Q. sessiliflora*, Salisb.), hrasta medunca (*Q. pubescens* Willd.), crmike ili česmine (*Q. ilex* L.), a od ostalih vrsta treba spomenuti drvo brjesta (*Ulmus* L.), jasena (*Fraxinus* L.), duda (*Morus* L.), bagrema (*Robiniapseudoacacia* L.), bukve (*Fagus* L.), graba (*Carpinus* L.), javora (*Acer* L.), oraħa (*Juglans regia* L.) i lipe (*Tilia* L.).

Četinjače su zastupljene pretežno drvom ariša (*Larix* Mill.) i bora (*Pinus* L.), katkada smreke (*Picea* A. Dietr.), a rjeđe jele (*Abies* Mill.).

Od prekomorskih vrsta drva najzastupljenije je drvo tika (*Tectona grandis* L. f.), mahagonija (*Swietenia* sp.), cedra (*Cedrus* Lk.) i duglazije (*Pseudotsuga taxifolia* Asch. et Gr.).

U Republici Hrvatskoj površina šuma i šumskog zemljišta iznosi 44 % površine kopnenog državnog teritorija. Od ukupne drvene zalihe koja iznosi 324.256.000 m<sup>3</sup> država upravlja s 85,8 %, a postotni udjeli odabranih vrsta su sljedeći: bukva 36; hrast lužnjak 14; kitnjak 9,9; medunac 1,3; crmika 1,6; jasen 3,2; grab 7,6; jela 9,4; smreka 1,9; obični bor 0,3. Državne šume proizvedu 3 milijuna m<sup>3</sup> drvnih sortimenata godišnje, u čemu je postotni udjel odabranih vrsta sljedeći: hrast 20,9; bukva 35,6; jasen 3,1; grab 6,5; jela/smreka 13; bor 0,5.

## 5. PROBLEMI KOD IZBORA BRODOGRAĐEVNOG DRVA 5. THE PROBLEMS OF SHIPBUILDING WOOD SELECTION

Izbor prikladnog brodograđevnog drva oduvijek je bio jedan od glavnih zadataka brodograditelja. Raspoloživost drvene građe

velikih dimenzija se, posebno u Europi, značajno smanjila. Sama drvena brodogradnja je tome značajno pridonijela. Postoji podatak da je za jedan drveni linijski brod u 18 stoljeću trebalo čak i do 10000 stabala (hrastovine i borovine pretežno). Problem dimenzija i potrebne zakrivljenosti kod gradnje velikih drvenih brodova, iscrpio je europske resurse te se ubrzo potražilo drvo u kolonijama.

Klasična drvena konstrukcija, posebno većeg objekta, daje relativno velike težine trupa, usporedive s težinom odgovarajućeg čeličnog trupa. Lagane i jeftinije konstrukcije od drva traže pouzdan način spajanja i smanjenje potrebe za gomilanjem materijala.

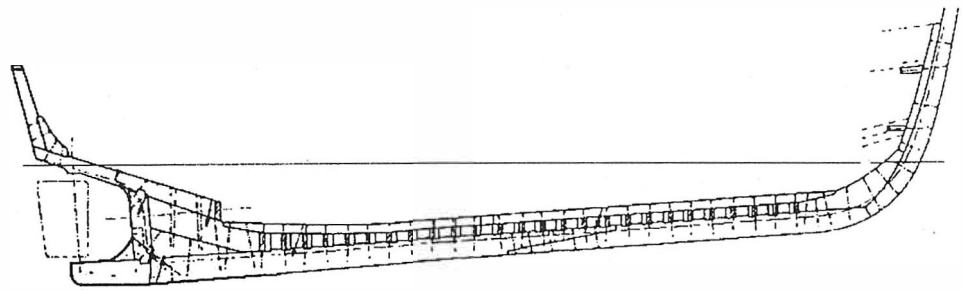
- Moderna lijepljena konstrukcija motivirana je rješavanjem glavnih problema drvene konstrukcije:
- Formiranje građevnih elemenata velikih dimenzija (posebno duljine)
- Formiranje zakrivljenih elemenata (kakvih u prirodi nema)
- Eliminiranje nepravilnosti u drvu (čvorovi, trula mjesta, napukline)
- Zaštita drva od svih vrsta oštećenja i propadanja
- Bolje iskorištenje raspoloživog drva

## 6. PROBLEMI SPAJANJA KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA 6. THE PROBLEMS OF JOINING STRUCTURAL ELEMENTS

Glavna poteškoća klasične drvene brodogradnje je relativna slabost spojeva, posebno spojeva velikih građevnih elemenata kao što je kobilica, statve, rebra i rebrenice. Slabost spoja nadoknađuje se gomilanjem materijala i udvostručenjem debljine. Tako se klasična piljena rebra grade od dva sloja elemenata iste debljine kojima se spojevi u jednom sloju razmjestе na sredinu između spojeva drugog sloja i sve

**Slika 3.**

*Uzdužni presjek  
drvenog broda •  
Longitudinal section of  
wooden vessel*



međusobno spoji čavlima ili svornjacima (vidi Sl. 3). Nosivost takvog elementa jednaka je nosivosti samo jednog sloja dok drugi služi samo spajanju. Ovdje je naročito potrebno posvetiti pažnju pronalaženju drva prirodne zakrivljenosti kako se vlakna ne bi morala presijecati radi formiranja potrebnog oblika građevnog elementa.

Istovremeno veliki nosači zahtijevaju duljine drva kakvog u prirodi nema ili ima u

vrlo ograničenim količinama. Spajanje drva u uzdužnom smislu klasično se radi spojem na ključ (vidi Sl. 3). Takav spoj je slabo mjesto konstrukcije i treba ga pojačati dodatnim materijalom a to znači ponovno gomilanje materijala.

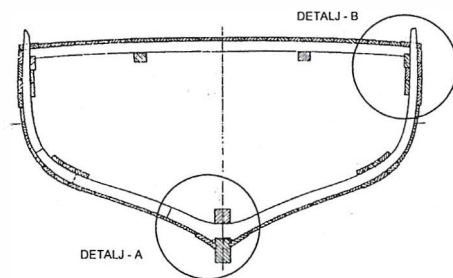
Najteže je konstruktivno riješiti spojeve kod kojih se dva elementa spajaju pod približno pravim kutom, tipično je to na brodu spoj kobilice i pramčane i krmene statve (vidi Sl. 3), spoj rebara lijevog i desnog boka iznad kobilice (vidi Sl. 4-detalj-A) i spoj rebara i sponja (vidi Sl. 4-detalj-B). Spoj se redovito izvodi umetanjem spojnog elementa u obliku koljena. Vrlo je teško pronaći prirodno zakrivljeno drvo potrebnih dimenzija kojemu vlakna zakreću pod skoro 90°. Uspješno rješenje tih spojeva može se znatno olakšati primjenom lamelirane gradnje samih elemenata a također i oplata.

Dodirna oplata sastavljena od međusobno nepovezanih platica daje trupu broda slabu krutost na uvijanje koje dolazi od opterećenja nastalog gibanjem na morskom valovlju. Platice koje nisu međusobno povezane nego samo zabrtvljene protiv prodora vode, međusobno se pomiču i ne prenose smična naprezanja tako da predstavljaju relativno neefikasni nosač. Često se može vidjeti deformirane trupove starijih drvenih brodova uslijed momenta savijanja trupa nastalog viškom uzgona u sredini broda i manjkom uzgona na krajevima. Progibi ponekad poprimaju groteskne razmjere. Međusobnim povezivanjem platica ili izradom oplata u više slijepljenih slojeva postiže se znatno veća krutost i čvrstoća cijele konstrukcije a to znači i mogućnost gradnje laganijeg trupa (vidi Sl. 5.-a i 5.-b).

Ljepilo je kod lamelirane gradnje presudno za uspješno rješenje spojeva. Danas se najčešće primjenjuje sustav WEST (Wood Epoxy Saturation System) koji je razvijen tako da istovremeno riješi i spajanje i zaštitu drva. Ista smola se uz primjerena punila koristi za lameliranje, impregnaciju i površinsku zaštitu. Za razliku od klasične konstrukcije gdje drvo

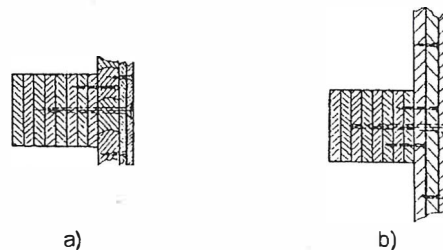
**Slika 4.**

*Glavno rebro drvenog  
broda • Midship section  
of wooden vessel*



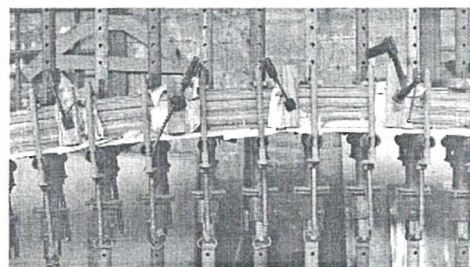
**Slika 5.**

*Lamelirano rebro i, a)  
letvičasta oplata, b)  
dijagonalna lamelirana  
oplata • Laminated frame  
and, a) strip planking, b)  
diagonal cold molded  
plating*



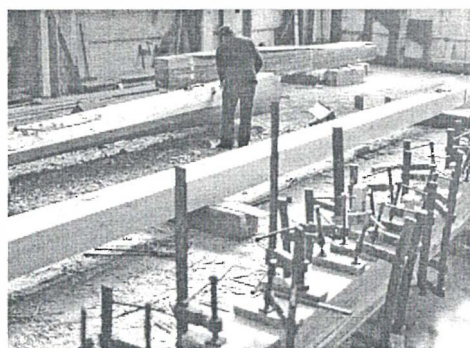
**Slika 6.**

*Lameliranje palubne  
sponje • Laminating deck  
beam*



**Slika 7.**

*Lameliranje masivnih  
konstruktivnih elemenata  
• Laminating massive  
structural elements*





stalnomijenja sadržaj vlage, kod WEST sustava drvo se potpuno oblaže zaštitnim slojem koji (u teoriji) ne dopušta prolaz vode u drvenu strukturu. Postoje i druga ljepila, posebno za lameliranje elemenata konstrukcije (npr. resorcinsko ljepilo), ali je danas lakoća primjene i kvaliteta spojeva putem epoksidnih ljepila i sustava zaštite praktično istisnula ostala ljepila.

## 7. PREPORUČENA KONSTRUKTIVNA RJEŠENJA 7. THE RECOMMENDED STRUCTURAL SOLUTIONS

Primjenom lameliranja mnogi problemi klasične drvene konstrukcije se mogu olakšati ili sasvim ukloniti. Lameliranje naravno donosi svoje probleme, ali pogodna je činjenica da se ono može uvesti u poželjnoj mjeri, od samo najjednostavnije izrade lameliranih elemenata koji se zatim dalje spajaju kao da su nastali prirodnim putem, pa sve do potpuno lamelirane konstrukcije s višeslojnom oplatom (vidi Sl. 6. i Sl. 7.).

Posebno napregnuti dijelovi brodske konstrukcije su sklop kobilice i sklop spoja boka i palube. Ovdje se preuzimaju najveća naprezanja uslijed savijanja broskog trupa, a i najviše su izloženi oštećenju kod nasukanja ili udara o obalu zbog svog izloženog položaja.

Prikazana su neka moguća rješenja sklopa kobilice i rebrenice (vidi Sl. 4-detalj-A):

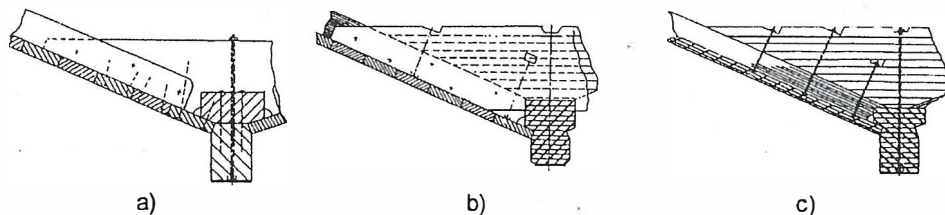
- uobičajena rebrenica koja preklapa rebra i kobilica sastavljena od dva dijela (Sl. 8.-a).
- lamelirana rebra s rebrenicom od šperploče i lameliranom kobilicom (Sl. 8.-b i Sl. 9.).
- potpuno lamelirana konstrukcija kod koje je rebrenica postavljena iznad rebra (Sl. 8.-c).

U svakom slučaju zadržava se znatni dio mehaničkog spajanja svornjacima, dijelom zbog dodatnog osiguranja prenošenja velikih opterećenja u konstrukciji a dijelom zbog tehnoloških zahtjeva u gradnji.

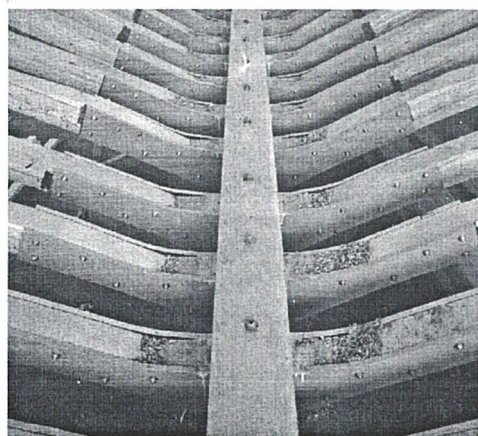
Spoj palube i boka broda (vidi Sl. 4-detalj-B), moguće je riješiti na mnogo načina od kojih su neki prikazani na Sl. 10. Na spoju se križaju važni elementi uzdužne i poprečne čvrstoće, a treba osigurati i nepropusnost. Ovdje je također lameliranje moguće primijeniti potpuno ili samo djelomično.

Na slikama 10-a i 10-b pokazana su klasična rješenja spoja boka i palube kod kojih se sponje palube oslanjaju na podspornjak pričvršćen uz rebra svornjacima. Kod ove konstrukcije treba obavezno osigurati dobru cirkulaciju zraka u uskom prostoru iza podspornjaka jer je to potencijalno pogodno mjesto za nastanak truleži.

Savijanje podspornjaka velikih dimenzija može se znatno olakšati lameliranjem *in situ* (Sl. 10-c i 5-d). Oplata boka i palube može biti izvedena dodirno Sl. 10-a ili višeslojno Sl. 10-d.

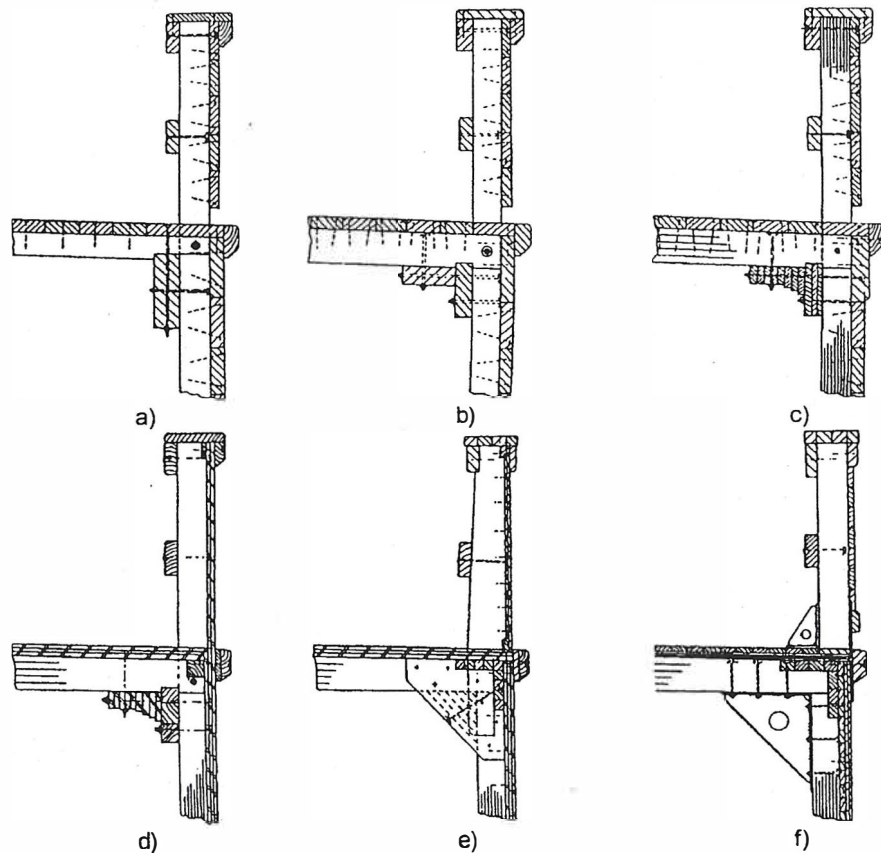


**Slika 8.**  
Sklop kobilice i rebrenice • Keel and floor structure

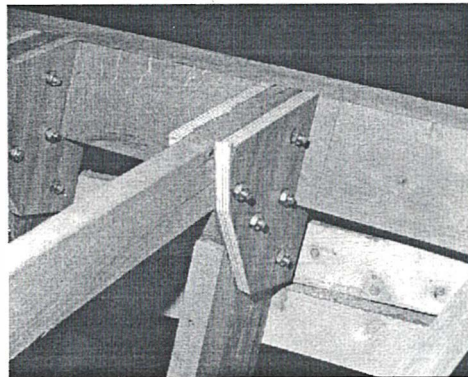


**Slika 9.**  
Rebrenice od šperploče • Plywood floors

**Slika 10.**  
Sklop spoja palube i  
boka • Deck and side  
structure



**Slika 11.**  
Spoj sponje i rebra  
koljenom od šperploče •  
Deck beam and frame  
connected by plywood  
knee



Konstrukcija okvirmih rebara kod koje se podspornjak zamjenjuje provezom smještenom s vanjske strane rebara ispod oplate može se izvesti bilo koljenima od šperploče (vidi Sl. 10-e i Sl. 11.) bilo metalnim koljenima (vidi Sl. 10-f). Proveze na spoju boka i palube se mogu lamelirati *in situ* što ukida prenošenje velikih teških elemenata i njihovu doradu.

**8. ZAŠTITA I OBNOVA DRVA U BRODOGRADNJI**  
**8. THE PROTECTION AND THE MAINTENANCE OF SHIPBUILDING WOOD**

**8.1. Preventivna zaštita drva za brodogradnju**  
**8.1. The preventive protection of shipbuilding wood**

Bez obzira na sva navedena svojstva koja mora posjedovati, svako se drvo nami-

jenjeno brodogradnji mora zaštititi. Zaštita u pravilu počinje samim odabirom vrste drva. Vrlo je bitna kvaliteta sastojine iz koje se uzima drvo, kao i vrijeme sječe. Stari Feničani i Grci smatrali su da sječu stabala treba obavljati za mladog mjeseca kada u drvu ima manje sokova. Vjerovali su da manjak sokova utječe na veću prirodnu trajnost, produljuje vijek trajanja i omogućuje bolja mehanička i fizička svojstva drva. Rimski klasici (Marcus Vitruvius Pollio i Plinije stariji) pisali su o prednostima zimske sječe. Naime, drvo zimske sječe postupno se suši u uvjetima nižih temperatura kad je napad insekata i gljiva truležnica slabiji ili ga gotovo nema. Drvo iz šume treba izvesti i dopremiti na mjesto prerade najkasnije do polovice ožujka.

U cilju preventivne zaštite drvo se može potapati i u more. Tako tvrdnja starih brodograditelja da drvo koje je potopljeno odležalo u morskoj vodi, ima povećanu trajnost i poboljšana mehanička svojstva ima osnova u fizikalnom zakonu difuzije. Naime, u sirovom drvu potopljenom u morsku vodu, miješaju se dvije tekućine različitih koncentracija (slana voda i otopina drvnih sokova) do trenutka izjednačenja koncentracija tih dvaju tekućina. Na taj način morska sol, koja je antiseptik prodire u drvo i ostaje u njemu vezana nakon procesa sušenja. Zato i ne čudi da se ta metoda potapanja još uvijek prak-



ticira u nekim našim brodogradilištima kao što su ona u Omišu i Vrbovskoj.

No, navedeni oblici preventivne zaštite na žalost nisu i jedina potrebna zaštita. U moru je drvo podložno i biološkoj razgradnji, a najčešći razarači drva u moru su tzv. marinski štetnici. Najopasniji morski štetnici su beskolutičavci koji pripadaju koljenu mekušaca (mollusca), potkoljenu Conchifera i porodicama Teredinidae i Bankinae. Manje opasni štetnici koji pripadaju istom koljenu mekušaca su oni iz porodice Pholadidae. U nas je najopsaniji brodski crv (*Teredo navalis*) ili «biša» kako ga zovu u Dalmaciji. Osim mekušaca, drvo najčešće površinski razgrađuju i mnogokolutičavci koji pripadaju koljenu člankonožaca (arthropoda), potkoljenu čeljusnika, prvoj skupini škrگاša, razredu rakova (crustacea). Ti račići, od kojih u našem Jadranskom moru živi samo porodica Limnorida (*Limnoria lignorum*), ne ubušuju se u drvo dublje od 10 mm.

#### 8.2. Održavanje i zaštita drvenih brodova 8.2. The maintenance and the preservation of wooden ships

Nakon izvlačenja broda i čišćenja, natrulo i oštećeno drvo može se zaštititi epoksidnom smolom (npr. West 105-206), ali je u pravilu takvo drvo najbolje odstraniti i zamijeniti zdravim drvom. U postupku obnove drvenih brodica izrađenih od masivnog drva značajno mjesto zauzima brtvljenje sljubnica kudeljom na mjestu dodira platice ili platice i pramčanog nosača kobilice. Taj postupak koji se izvodi bez ljepila, ali uz prvotni tretman sljubnica i kudelje lanenim uljem, zove se šuperanje, a u Dalmaciji kalafatanje. Od tuda potječe i naziv kalafati za graditelje drvenih brodova. Nakon kalafatanja pravilo je uvijek bilo da se preostali dijelovi sljubnica koji nisu bili zapunjeni kudeljom ispune kitom ili bitumenom. U novije se vrijeme u tu svrhu koriste sintetski kitovi i «tekuća» guma na bazi silikona.

Ličenje drvenih brodova bez obzira da li su izrađeni od masivnog drva ili vodootporne šperploče, vrši se nakon brušenja i kitanja na dobro očišćenu i pripremljenu površinu. Prvo se nanose dva sloja temeljnog naliča a potom međupremaz. Nakon brušenja nanose se dva sloja završnog premaza. Za podvodni dio trupa najčešća kemijska zaštita protiv algi i spomenutih marinskih štetnika

postizaje se uljenim premazima tzv «mekanog tipa» koji u sebi sadrže aktivnu komponentu na bazi bakra, bakar oksida i bakrenih anorganskih soli (popularni «cooper paint»). Bolji i skuplji je tzv. «tvrđi premaz» («hard racing») u kojem je udjel krute tvari (smole) veći, a površina tvrđa i otpornija.

#### 9. ZAKLJUČAK 9. CONCLUSION

Premda je drvo najstariji brodograđevni materijal ono je još uvijek primjenjivo u modernoj brodogradnji ribarskih, putničko/turističkih, kao i brodova za nautički turizam. Obnovljivost drva kao resursa, razvoj kvalitetnih ljepila te suvremenih konstruktivnih rješenja i tehnologija gradnje, proširuje privlačnost drva kao materijala za gradnju brodova i brodica. Posebno se to odnosi na naše prilike na Jadranu gdje još uvijek postoji znatan broj vještih majstora-brodograditelja kojima samo ponekad treba pomoći da prošire i moderniziraju svoje metode rada.

#### 10. LITERATURA 10. REFERENCES

1. Bernardi, T. (1964): Konstrukcija drvenih brodova, Skripta Sveučilišta u Zagrebu.
2. Nicolson, I. (1995): Boat Data Book, Third Edition, Sheridan House Inc.
3. Wagenführ, R., Scheiber, Chr. (1974): Holzatlas, Leipzig, 1974.
4. \*\*\* European standard EN 350-2 (1994): Durability of wood and wood-based products - Natural durability of solid wood - Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe
5. \*\*\* Hrvatski registar brodova, Registar pomorskih brodova, Split, 2000.
6. \*\*\* Lloyd's Register of Shipping (May 1979): Rules and Regulations for the Classification of Yachts and Small Craft, Part 2, Chapter 4, Wood and Composite, London.
7. \*\*\* Pomorska enciklopedija (1972): Materijal za gradnju broda, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb
8. \*\*\* Šumarska enciklopedija, I svezak, Drvo, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1980.
9. \*\*\* Šumskogospodarska osnova područja (1996) [www.hrsume.hr](http://www.hrsume.hr)
10. \*\*\* US Coast Guard (August 1995): Guidance on Inspection, Repair, and Maintenance of Wooden Hulls, NVIC 7-95

# Osobna iskaznica "Hrvatskih šuma"

"Hrvatske šume" - javno poduzeće za gospodarenje šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj, p.o. Zagreb, djeluju od 1. siječnja 1991., a temeljna im je zadaća gospodariti državnim šumama i šumskim zemljištima.

"Hrvatske šume", p.o. Zagreb, gospodare s oko 80% svih šuma i šumskog zemljišta i zauzimaju 43% kopnene površine Republike Hrvatske.

Temeljno je načelo hrvatskog šumarstva potrajno gospodarenje. U skladu s tim, Zakon o šumama obavezuje na jednostavnu i proširenu biološku reprodukciju šuma. Jednostavna biološka reprodukcija obuhvaća pripremanje radova u obnovi sastojina, doznaku stabala i prosjecanje šuma. Ti se radovi obavljaju u skladu sa šumskogospodarskom osnovom koja vrijedi do 2005. godine na ploštini oko 328.000 ha. Proširena biološka reprodukcija obuhvaća plantažiranje i pošumljivanje neobraslih površina te konverziju i sanaciju sastojina na ploštini oko 97.918 ha. Sve su to šumskouzgojni radovi, koji s radovima na zaštiti šuma predstavljaju značajan dio šumske djelatnosti. Najveći dio ovih radova financira se prihodom od prodaje drva, budući da Zakon o šumama i načelo potrajnosti nalažu vraćanje stečenih prihoda u šumu.

Ostalih gospodarskih djelatnosti šumarstvo se razlikuje:

- posebno dugom ophodnjom ili proizvodnim ciklusom; katkad prođe i 150 godina između početka i svršetka proizvodnog procesa, od ulaganja kapitala do ostvarenja prihoda;

- obavezom održavanja proizvodne osnove na nepromjenjenoj razini, odnosno održavanja opstojnosti šume i potrebne biomase za kakvoćni prirast drveta;

- obavezom obnove šuma na krškom zemljištu mediteranskog i submediteranskog pojasa od Savudrije do Prevlake, posebno značajnog za turizam;

- obavezom održavanja i poboljšanja opće korisnih i ekoloških funkcija šume.

Šuma veže znatnu količinu ugljičnog

dioksida, stvara kisik, sprječava eroziju tla, održava zalihu pitke vode te čuva postojeći, prirodni vodni režim; ona je mjesto za razonodu i odmor i, napokon, pridonosi stalnosti globalnog ekosustava. Zato su "Hrvatske šume" dužne gospodariti šumama višenamjenski;

- konačno, drvo kao tvorivo rijetka je obnovljiva tvar koja se može izravno tehnički rabiti.

Šumarstvo ima energetske pozitivnu bilancu te mali utrošak energije po jedinici proizvoda.

Ustroj je "Hrvatskih šuma" - javnog poduzeća za gospodarenje šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj, p.o. Zagreb, trostupanjski - Direkcija u Zagrebu, 16 uprava šuma i 171 šumarija. "Hrvatske šume" imaju oko 10.000 zaposlenika, pri čemu oko 1200 s akademskom naobrazbom.

U 1996. godini "Hrvatske šume" su na gospodarenju šumama obavile oko 50% radova vlastitim zaposlenicima i sredstvima rada, a 50% radova putem usluga drugih. Poduzeće gospodari s 13.669 km tvrdih šumskih cesta, što je duljinski oko 50% svih javnih prometnica Hrvatske. Tijekom 1995. izgrađeno je vlastitim sredstvima 90,3 km donjega stroja i 86,2 km gornjega stroja šumskih cesta te 320 km protupožarnih prosjeka.

U 1996. godini sječni je etat "Hrvatskih šuma" iznosio 4.934.000 m<sup>3</sup>, a prirast drveta iznosio je 8.123.000 m<sup>3</sup>. "Hrvatske šume" financiraju znanstvenoistraživački rad Šumarskog fakulteta i Šumarskog instituta u godišnjem iznosu od 6.900.000 kn. One gospodare s dijelom, točnije 30 državnih lovišta, gdje se danas kao prvenstvena zadaća nameće obnova ratom uništenoga fonda divljači.

Višenamjenski potrajnim gospodarenjem šumama i šumskim zemljištem, kojim se podjednako osiguravaju ekološke, općekorisne i gospodarske funkcije šume, "Hrvatske šume", p.o. Zagreb, uvećavaju nacionalno bogatstvo i pridonose opstojnosti hrvatske države.



# 50 GODINA PODUZEĆA ZA PROIZVODNJU NAMJEŠTAJA BOR d.d. – NOVI MAROF

Krajem prošle godine poduzeće BOR dd iz Novog Marofa proslavilo je 50 godina svog djelovanja. Finalna obrada drva započela je na tom prostoru 1950. godine, te se ona ujedno obilježava kao rođendanska godina BORA.

U tadašnjem poslijeratnom razdoblju, u skladu s težnjama za industrijalizacijom zemlje, udružilo se nekoliko stolarskih obrtnika u Novome Marofu koji su svojim skromnim sredstvima osnovali Zanatsku radionicu BOR, a zatim Kotarsko stolarsko poduzeće BOR – Novi Marof.

Proizvodnja je započela 1949. godine pilanskom preradom a iduće, 1950. godine kao osnovna djelatnost pokrenuta je proizvodnja stolarskih proizvoda za graditeljstvo i školski namještaj.

Neprijemljena tržišna orijentacija, tehnološka opremljenost i organizacija proizvodnje nisu tada davali uspješne poslovne rezultate koji bi omogućili ili potrajno unapređivanje proizvodnje te je poduzeće radilo s teškoćama.

Tek 1961, doinvestiranjem u obnovu tehnološke opreme, uvode se novi domaći strojevi za mehaničku i površinsku obradu drva, te se provodi reorganizacija proizvodnje i poslovanja, što je znatno pridonijelo povećanju produktivnosti rada i višoj kvaliteti finalnih proizvoda.

Tržište je počelo prepoznavati proizvodni program BORA što je utjecalo na bolje financijske rezultate.

Integracijom s DIK-om "Florijan Bobić" iz Varaždina (danas MUNDUS) 1962. godine, kojoj je cilj bilo povećanje rentabilnosti udruživanjem kapitala unutar kombinata, pokušalo se unaprijediti poslovanje.

Međutim, rezultati tog udruživanja bili su ukidanje pilanske proizvodnje koja je inače radila dobro, usmjeravanje u specijalizirani proizvodni program za izvoz koji je bio nerentabilan, a dogovorene stimulacije izvoza na razini kombinata izostale su zbog teškoća u cijelom DIK-u.

Tada se postavljaju sudbonosna pitanja:

- je li moguće opstati uz radikalni pristup modernizacije proizvodnje aktualnim programom

- treba li pokrenuti tihu likvidaciju poduzeća?

Odgovor je bio dan u razvojnoj studiji izrađenoj u suradnji s Institutom za drvo iz Zagreba, kojom je zacrtan vlastiti razvojni put modernizacijom proizvodnje. Ostvarenjem prve faze modernizacije 1970. god. uvođenjem suvremene tehnologije i zapošljavanjem stručnih djelatnika stvoren je dobar temelj za daljnja unapređenja proizvodnje.

Planom razvoja za razdoblje 1971-1975. godine posloводство je donijelo nekoliko bitnih odluka o pravcima daljnjeg razvoja koji su se odnosili na tržišnu i proizvodnu orijentaciju, razvoj organizacije i osiguranje stručnjaka.

U planiranom razdoblju ostvareni su svi zacrtani ciljevi:

- izgrađeno je skladište trupaca
- izgrađena je nova primarna pilana
- izgrađena je krojačnica elemenata
- uvedene su tehnološke linije za finu strojnu obradu masiva i obradu ploča
- izgrađena je nova lakirnica

Tadašnji nepovoljni uvjeti kreditiranja koji su pogodovali su bankama, a ne investitorima i doveli su BOR u gubitke.

U traženju izlaska iz teškoća, BOR se 1975. godine poslovno povezuje s RO Mobilijom iz Osijeka. BOR postaje OOUR Novi Marof, u sastavu Mobilije, koja je tada zapošljavala 329 djelatnika i počela ostvarivati dobre poslovne rezultate.

U novom srednjoročnom razdoblju 1976-1980. godine poduzeće bilježi važnije investicijske aktivnosti, te reorganizacijom OOUR-a postaje radna organizacija za proizvodnju namještaja BOR Novi Marof.

To je razdoblje najdugoročnije odredilo proizvodnu orijentaciju BORA oblikovanjem proizvodnog programa garniturnoga blagovaoničkog namještaja koji se sastojao od stolova, kutnih klupa i blagovaoničkih stolaca od hrastovine i bukovine. Takva je programska orijentacija zadržana do danas.

Od tada do danas izvoz namještaja je u stalnom porastu, sa 20% povećan je na 80%. Uspješnom plasmanu izvoznih programa svakako je pridonijela suradnja s vodećom trgovačkom kućom Exportdromom iz Zagreba.







**Slika 1.**  
Sadašnji direktor  
BOR-a d.d. g. Antun  
Kos, predaje priznanje  
prvom direktoru Ivanu  
Hajduku



**Slika 2.**  
Kutna  
blagovaonička  
garnitura iz  
proizvodnog programa  
BOR-a d.d.

donijeti još veće uspjehe.

Direktor tvrtke g. Antun Kos iskreno zahvaljuje svima koji su se odazvali i svojim sudjelovanjem uveličali ovaj svečani skup, i obljetnicu 50 godina rada poduzeća za proizvodnju namještaja BOR, d.d. Novi Marof. Nadamo se i nadalje trajnoj i uspješnoj suradnji.

Uspješno poslovanje BORA danas omogućuje potrajni razvoj i opće blagostanje svih djelatnika čime zaslužuje sve pohvale i čestitke uz želju za boljim i uspješnijim razvojem.

Čestitamo kolektivu BORA na obljetnici i postignutim uspjesima.

Prof.dr.sc. Stjepan Tkalec



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, ŠUMARSKI FAKULTET  
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI**

10 000 Zagreb, Svetošimunska 25, tel: +385 01 230-22-88, fax: +385 01 218-616

**Za potrebe cjelokupne drvne industrije provodi znanstvena istraživanja i ostale usluge u rješavanju tržišnih, proizvodnih, organizacijskih, obrazovnih i ekonomskih problema unapređivanja proizvodnje i plasmana drvnih proizvoda na tuzemno i inozemno tržište.**

**Djelatnost Zavoda:**

- **Istraživanje i ispitivanje drva i proizvoda od drva,**
- **Znanstvena razvojna i primjenjena istraživanja u području drvne tehnologije i drvnoindustrijskog strojarstva,**
- **Izrada studija razvoja novih proizvoda, tehnologije i organizacije proizvodnje,**
- **Projektiranje drvnoindustrijskih i obrtničkih tehnologija i pogona prerade drva,**
- **Atestiranje ploča iverica, jedini ovlaštenu laboratorij u Hrvatskoj od Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo,**
- **Ispitivanje namještaja i dijelova za namještaj, ovlaštenu laboratorij u Hrvatskoj od Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo,**
- **Laboratorijska ispitivanja kvalitete - atestiranje svih drvnih materijala, poluproizvoda i finalnih proizvoda,**
  - **Ovlašteno mjerilište za buku i vibracije,**
- **Organiziranje savjetovanja i simpozija s područja drvne tehnologije,**
  - **Izdavanje stručnih edicija i publikacija,**
- **Permanentno obrazovanje uz rad za sve obrazovne profile u drvnoj struci,**
  - **Strategija razvoja poduzeća,**
- **Istraživanje tržišta poduzeća-studije komparativnih mogućnosti proizvoda i poduzeća,**
- **Uvođenje MRP I i II sustava upravljanja proizvodnjom i poslovanjem uz podršku računala - zajedno s informatičkim inženjeringom,**
  - **Makro i mikro organizacija poduzeća - projekti, studije,**
- **Organizacija procesa proizvodnje - studija rada, kontrole kvalitete, organizacija tehnološkog procesa,**
  - **Analiza troškova poslovanja s prijedlogom racionalizacije,**
    - **Optimizacija procesa proizvodnje i poslovanja,**
  - **Sustav planiranja i obračunavanja troškova proizvodnje i poslovanja,**
    - **Primjena ISO-9000 sustava u poduzeću,**
- **Stručna vještačenja, te recenzije znanstvenih i stručnih radova.**

Na raspolaganju Vam stoje vrhunski stručnjaci za područje drvne tehnologije, očekujemo Vaše upite i uspješnu suradnju.



## Letvice za slaganje složajeva izrađene od uslojenog drva

Svojstva letvica za razmak između piljenica u složaju izravno i trajno utječu na deformacije i promjene boje tijekom procesa sušenja drva listača. Novost na tržištu su letvice izrađene od uslojenog drva koje omogućuju kvalitativno poboljšanje i ubrzanje sušenja drva bez pogrešaka na površini piljenica.

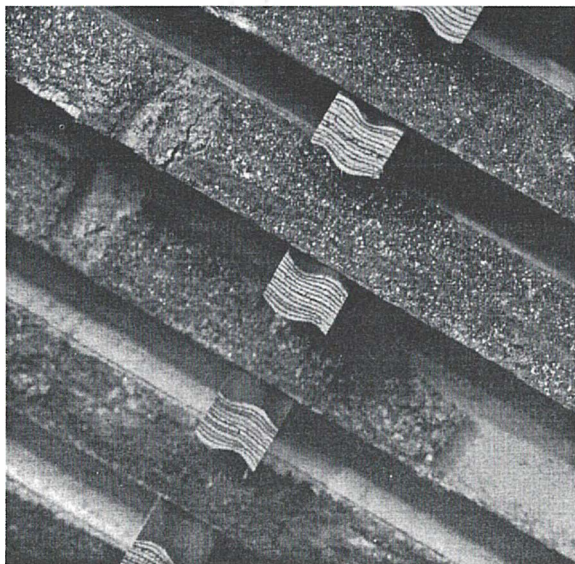
Tako izrađene letvice moguće je operetiti velikim teretom i pri uporabi u sušionici i pri uporabi u parionici, bez pojave deformacija samih letvica (sl. 1).

Uporabom takvih letvica postižu se novčane i vremenske uštede zato što nije potrebno preslagivati složajeve od ispiljivanja piljenica do finalne preradbe, bez obzira na to obrađuje li se drvo parom, suši li se

prirodnim ili umjetnim načinom, a pri sušenju tanje piljene građe te letvice pravilnim slaganjem omogućuju znatno povećanje kapaciteta sušenja.

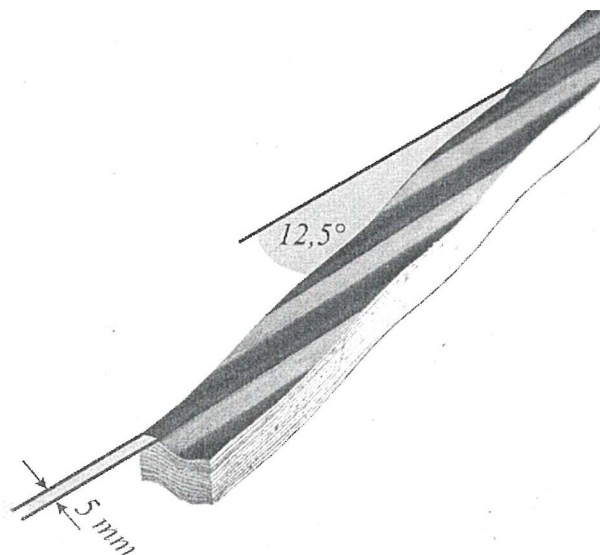
Prednosti tih vrsta letvica jesu:

- na piljenoj građi ne nastaju promjene boje jer je poboljšana cirkulacija zraka kroz široke i duboke, koso položene žljebove na letvicama, a letvice su proizvedene primjenom vodootpornoga i hidrofobnog ljepljiva, čime se sprečava djelovanje taninske kiseline
- na piljenicama nema udubljenja zbog letvica koje bi mogle prouzročiti probleme u kasnijim fazama obrade, a površina nalijeganja širine je 5 mm i pod odgovarajućim kutom u odnosu prema



**Slika 1.**

*Način postavljanja letvica u složaj*



**Slika 2.**

*Širina površine nalijeganja i kut izrade žlijeba na letvici*





## Novosti u kontroli procesa sušenja drva

Ove je godine u Hannoveru (Njemačka) predstavljena nova generacija uređaja za kontrolu procesa sušenja.

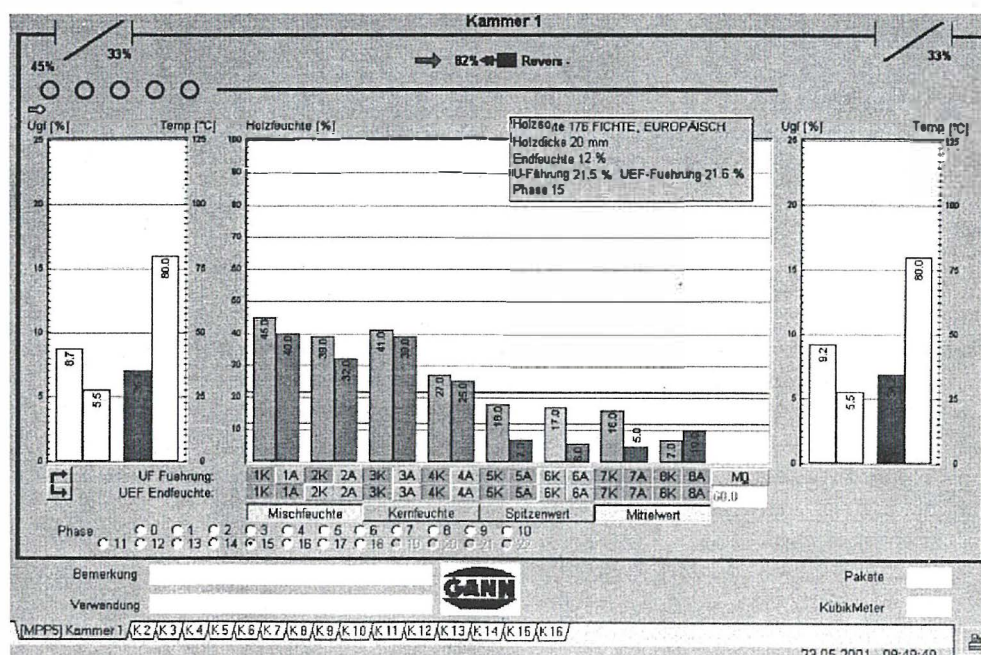
Do sada poznate tehničke karakteristike takvih uređaja (najviši cjenovni i kvalitativni razred) dopunjene su nekim bitnim novostima koje je vrijedno spomenuti.

Trenutačno dostupni uređaji za kontrolu procesa sušenja u svojim najkvalitetnijim izvedbama raznih proizvođača imali su ove opće karakteristike:

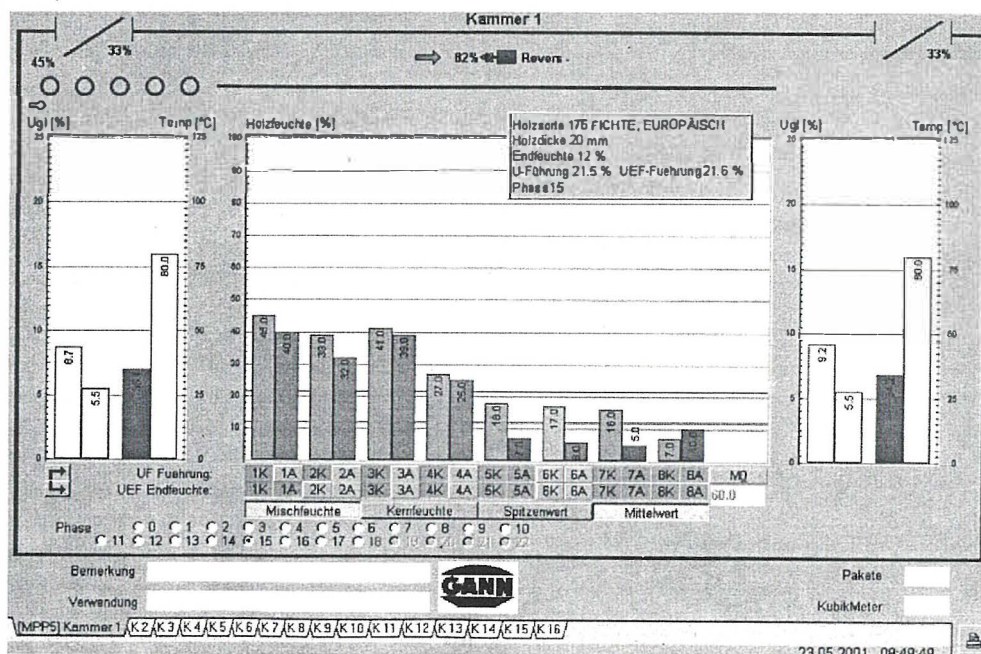
- ekran osjetljiv na dodir (touch screen) –

LCD, koji je omogućio unos podataka bez perifernog uređaja (tipkovnice)

- velik broj postojećih memoriranih standardnih režima (do 250 vrsta drva, pri čemu ulazni signal na pojačalu ovisi o individualnim svojstvima svake vrste drva i nadziran je mikroprocesorski)
- uporaba 16 mjesta za mjerenje sadržaja vode po sušionici (8 za sadržaj vode u površinskom sloju i 8 u unutarnjem sloju, uz stalni automatski nadzor njihove razlike radi sprečavanja skorjelosti



**Slika 1.**  
Prikaz osnovnog zaslona s podacima svake pojedine sušionice



**Slika 2.**  
Podaci režima i njihov grafički prikaz za svaku pojedinu sušionicu

- odabir samo određenih proba za vođenje procesa sušenja
- automatska kontrola brzine vrtnje ventilatora pomoću frekvencijskog pretvarača
- spremanje podataka u memoriju vlastitih programa
- kvalitetni grafički prikaz na zaslonu glavne jedinice – računala (sl. 1. i 2.)
- ispis podataka sušenja.

Nova generacija uređaja ponudila je i neke dodatne, dosada nekorištene mogućnosti koje omogućuju bolji i kvalitetniji nadzor procesa sušenja. To su:

- modularni koncept samog uređaja koji omogućuje brzo servisiranje i buduću dogradnju
- izmjena standardnih programa i njihova pohrana u memoriju uređaja
- pohrana programa u kontrolnoj jedinici svake pojedine sušionice, a ne samo u glavnom računalu
- mogućnost mijenjanja programa sušenja dodavanjem novih faza standardnim programima

- debljina letvica u složajevima uzeta je u obzir radi optimalne cirkulacije zraka
- datum i vrijeme pokretanja rada sušionice imaju mogućnost programiranja
- mogućnost dodavanja faza kondicioniranja u intervalima i različitog trajanja bilo kada u procesu sušenja
- prognoziranje preostalog vremena sušenja
- postojanje sigurnosnog programa za bilježenje pogrešaka koje su se pojavile tijekom procesa
- izmjena jezika programa ovisno o zemlji u kojoj je oprema instalirana (lokalizacija)
- ukupno 17 faza sušenja, čiji je broj promjenjiv (13 osnovnih faza sušenja).

Sve navedeno upućuje na znatan napredak procesne tehnike sušenja drva, a sve dodatne informacije mogu se naći na web stranici proizvođača: [www.gann.de](http://www.gann.de)

Dr.sc. Stjepan Pervan



# Godišnji sastanak EURIFI-ja i INNOVAWOOD inicijativa

Godišnji sastanak EURIFI-ja i INNOVAWOOD inicijative održali su se u CEI-Bois institutu u Bruxellesu 17. i 18. svibnja 2001. Osim uobičajene problematike o kojoj se raspravljalo na sastanku EURIFI-ja, a bit će detaljnije opisana u izvještaju, naglasak je bio na INNOVAWOOD inicijativi, cilj koje je bio udružiti četiri mreže u sektoru šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja: EURIFI, EUROLIGNA, EUROFORTECH i EUROWOOD. Na sastanku 2001-05-17 pred predstavnicima Europske komisije i uzvanicima iz različitih instituta iz cijele Europe INNOVAWOOD inicijativa prihvaćena je kao krovna udruga spomenutih udruženja. Osnovna ideja novostvorene krovne udruge INNOVAWOOD jest izrada koordinirane infrastrukture za inovacije u sektoru šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja, s osnovnim aktivnostima za što bolju osposobljenost u području edukacije, podučavanja, istraživanja i razvoja, te transfera tehnologije u navedenim sektorima kako bi se udovoljilo izazovima novog stoljeća.

## SASTANAK EURIFI-ja 2001-05-16

EURIFI (European Association of Research Institutes for Furniture) jest udruženje europskih instituta koji se bave istraživanjima i inovacijama u proizvodnji namještaja u svojim laboratorijima za ispitivanje namještaja. EURIFI je osnovan 1991. godine, a Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu punopravni je član tog udruženja od 1996 godine. Jedanput u godini sastaju se predsjednici ispitnih laboratorija koji čine upravno tijelo EURIFI-ja, a radne se skupine sastaju prema potrebi, kada se treba raspraviti određena problematika.

Nakon izvješća predsjednika EURIFI-ja gospodina Marca van Leemputa iz belgijskog instituta CTIB-TCHN za proteklo razdoblje, započela je rasprava o izvješćima prema radnim skupinama.

Izvještaj za **radnu skupinu za normizaciju i kvalitetu** izradio je gospodin W.C. Gulliver, a o radu ekipe izvijestio je gospodin Peter Beele iz FIRA instituta iz Velike Britanije. Sudionici su obaviješteni da je pripremljen primjerak izvještaja o ispitivanju prema europskim normama iz kojega su izdvojene ove napomene:

- svaki član EURIFI-ja mora priznati iz-

vještaj o ispitivanju koji je izradio drugi član EURIFI-ja

- izvještaj se može pisati na jeziku one zemlje koja je izradila izvještaj ili na bilo kojem drugom jeziku kako bi se olakšala komunikacija između članova EURIFI-ja
- u bazi podataka EURIFI-ja bit će pohranjeni podaci o članovima udruge, ponajprije podatci o certifikatu prema ISO EN 17025.
- Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu obećano je da će njegovi laboratoriji za ispitivanje namještaja i dijelova za namještaj biti uvršteni u popis punopravan član za razmjenu izvještaja o ispitivanju kada priloži certifikat o njihovoj usklađenosti s normom ISO EN 17025.

Izvještaj za **radnu skupinu za istraživanja i razvoj** izradili su autori iz AIDIMA instituta iz Španjolske, a o njihovom radu izvijestio je gospodin Mariano Pérez iz istog instituta. Zaključeno je da se baza podataka treba suziti s osam područja na tri, te da se članice EURIFI-ja trebaju aktivnije uključiti u izradu te baze podataka. Ta tri područja su stručni i znanstveni radovi, nacionalno zakonodavstvo i podaci o inovacijama. Šumarski fakultet treba se aktivnije uključiti u izradu baze podataka, ali treba naći mogućnosti i pokušati se uključiti u postojeće projekte na kojima radi AIDIMA te pokušati povezati projekte znanstvenika šumarskog fakulteta s projektima EURIFI-ja. Pritom posebnu pozornost treba pridati XYLOREACH projektu, kojem je osnovna zadaća izrada tematske mreže kojom će se povezati sektor šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja. Ta će mreža stvoriti mnogojezični elektronički mehanizam koji će povezivati, udruživati i organizirati projekte na području istraživanja, podučavanja i razvoja, koji se financiraju u pojedinim državama ili ih financira Europska komisija. Time bi rezultati bili dostupni, razumljivi i upotrebljivi svim zainteresiranim stranama.

Izvještaj za **ekološku radnu skupinu** izradio je gospodin Jungnickel iz LGA instituta iz Njemačke, a o radu te skupine izvijestio je gospodin Eberhard Klöber iz istog instituta. Svi članovi EURIFI-ja pozvani su da ispune anketu o propisima glede štetnih tvari u namještaju, uz navođenje potrebnih

podataka kako bi se moglo provesti završno izvješće.

Izvještaj za **radnu skupinu za ispitne metode** nije izrađen, a o radu te skupine izvijestio je gospodin Gault iz CTBA instituta iz Francuske. Radna će skupina raspraviti metode ispitivanja uredskih naslonjača prema normi EN 1335 jer su njezini članovi ujedno u odboru za ISO norme koja se sprema donijeti norme o ispitivanju uredskih naslonjača.

Raspravljano je i o izboru novog predsjednika EURIFI-ja, a odlučeno je da Marc van Leemput bude predsjednik EURIFI-ja još godinu dana, dok traje proces razvoja projekta INNOVAWOOD u koji je on najbolje upućen.

Radi pokretanja INNOVAWOOD inicijative, zatražena su mišljenja svih članova o toj temi. Gospodin Andrea Giavon iz CATAS instituta iz Italije naglasio je kako u Italiji nema drva i kako namještaj koji oni testiraju nije uvijek izrađen od drva i drvnih preradevina pa je tražio dodatna obrazloženja zašto EURIFI želi biti član INNOVAWOOD udruženja. Gospodin Leemput objasnio je kako se četiri institucije udružuju kako bi lakše nastupale pred Europskom komisijom koja treba financirati predložene projekte. Idejni začetnici INNOVAWOOD projekta dobili su potporu od Europske komisije za takvo udruživanje jer će Komisija lakše moći odlučivati koje će projekte financirati, a neće biti ni sličnih prijedloga projekata različitih predlagatelja. Gospodin Perez naglasio je kako EURIFI treba jačati svoj položaj u sklopu te udruge kako ga ne bi asimilirala ostala udruženja koja imaju potporu velikih poduzeća. Gospodin Leemput naglasio je da će se za članstvo u udruzi INNOVAWOOD vjerojatno plaćati članarina, da treba proučiti predloženi statut te da se za prvog predsjednika INNOVAWOOD udruženja predloži gospodin Jos Evertsen, što su svi članovi EURIFI-ja prihvatili.

AIDIMA je rezervirala web adresu **eurifi.com** na kojoj će se moći naći osnovne informacije o djelovanju te udruge.

Na kraju su sudionici obaviješteni da će se sljedeći godišnji sastanak Uprave EURIFI-ja održati u svibnju 2002. godine u Nürnbergu, u LGA institutu, a predloženo je da **Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu** organizira sastanak za godinu 2003.

#### **SASTANAK INNOVAWOOD INICIJATIVE 2001-05-17.**

Sastanak INNOVAWOOD udruženja otvorio je prvi predsjednik Jos Evertsen

uvodnim govorom u kojemu je naglasio razloge osnivanja tog udruženja i njegove ciljeve. Cilj INNOVAWOOD inicijative bio je udružiti četiri mreže u sektoru šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja: EURIFI, EUROLIGNA, EUROFORTECH i EUROWOOD. Osnovna intencija novostvorenog udruženja INNOVAWOOD jest izrada koordinirane infrastrukture za inovacije u sektoru šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja, s osnovnim aktivnostima za što bolju osposobljenost u području edukacije, podučavanja, istraživanja i razvoja, te transfera tehnologije u navedenim sektorima kako bi se udovoljilo izazovima novog stoljeća. Nakon uvodnoga govora gospodin Evertsen pozvao je predsjednike da predstave udruge koje su pokrenule INNOVAWOOD inicijativu.

Udruženje **EUROWOOD** predstavio je gospodin Rainer Marutzky iz WKI -Wilhelm-Klauditz-Instituta iz Njemačke. Ta je udruga osnovana 1989. godine i ima više od 40 članova iz 17 europskih zemalja, a bave se aktivnostima s područja tehničkih istraživanja i razvoja, ispitivanja, tehničke pomoći, normizacije, organizacije savjetovanja, tehničkih radionica, konzultacija s europskom komisijom i sl. Ta udruga obuhvaća tvrtke i institucije drvnoprerađivačke industrije, bez industrije celuloze i papira u području istraživanja i razvoja, ispitivanja i normizacije. Nedostaci koje zamjećuju je nedostatak istraživanja u šumarstvu, neuključivanje proizvođača celuloze i papira u njihove aktivnosti, nedostatak podučavanja, a usto su premaleni za optimizaciju strukture i povezivanje s Europskom komisijom. Očekuju širenje aktivnosti, napredak članova i bolju strukturu u sklopu INNOVAWOOD udruge. Više informacija o toj udruzi može se pronaći na adresi [http://www.network-eurowood.com/euwo\\_main.htm](http://www.network-eurowood.com/euwo_main.htm)

Udruženje **EUROLIGNA** predstavio je gospodin José Manuel Boronat Ramon iz španjolskog AIDIMA instituta. Ta je udruga osnovana 1987. godine i ima 11 članova iz osam europskih zemalja, a Kanada i UEA počasni su članovi te udruge. Otvoreni su za sve institucije koje se bave istraživanjem i razvojem na području prerade drva i koje sudjeluju u istraživanjima s članovima te udruge. Ciljevi su im osigurati koheziju europskih studenata, usuglasiti i međusobno priznati stupnjeve obrazovanja, organizirati europske seminare, razviti razmjenu studenata i profesora, unaprijediti komunikacije i sustave podučavanja na daljinu. U sklopu



svojih aktivnosti objavili su i tri multimedijnska CD-roma s materijalima za podučavanje u sklopu projekta MULTILIGNA. Gospodin Boronat istaknuo je da su inovacije jedino sredstvo za borbu u marketingu i ekonomiji novoga doba. Više informacija o toj udruzi može se pronaći na adresi <http://www.aidjma.es> i <http://www.euroligna.com/index1.html>

O udruženju EURIFI govorio je gospodin M. van Leemput iz belgijskog instituta CTIB-TCHN. Organizacija je osnovana 1991. godine na međunarodnom sajmu namještaja u Valenciji, a Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu postao je punopravnim članom te udruge 1996 godine. Ulaskom EURIFI-ja u INNOVAWOOD udruhu i Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu otvaraju se vrata za bolju suradnju sa svim članovima te udruge.

Udruženje EUROFORTECH predstavio je gospodin C. de Bruin iz nizozemskog instituta Centrum Hout. EUROFORTECH je mreža sveučilišta, obrazovnih centara, tehničkih organizacija i udruga u industriji koje su uključene u promociju i razvoj šumarskoga i drvnoprerađivačkog sektora u Europi. Sa svojim članicama koordinira znanstvene, stručne i razvojne projekte koji se prijavljuju Europskoj komisiji radi implementacije u Europske programe za obrazovanje i transfer tehnologije. Ta organizacija ima mnoge projekte, a brojni su novi projekti u razvoju. Sve ostale informacije moguće je vidjeti na web stranici [www.eurofortech.com](http://www.eurofortech.com)

Na kraju prvoga dijela gospodin E. Sweeney, kao glavni menadžer projekata, predstavio je INNOVAWOOD projekt i XYLOREACH projekt. Naglasio je kako je osnovni zadatak izrada web stranica i povezivanje s ostalim izvorima iz kojih se mogu dobiti potrebne informacije za područje šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja.

U drugom dijelu konferencije govorili su visoki dužnosnici **Europske komisije**.

Prvi je nazočne pozdravio **gospodin Bruno Schmitz** iz Komisije za razvoj **DG Research** te je pohvalio inicijativu za osnivanjem INNOVAWOOD udruženja jer će sektor na taj način osnažiti svoj položaj pred Europskom komisijom. Najavio je da će financirati XYLOREACH mrežu. Europska komisija financira istraživanja u šumarstvu, agronomiji i području prirodnih resursa, i to sa 72 milijuna eura. Nažalost, šumarstvo sudjeluje samo s jednim projektom. Da bi se to promijenilo, mora se pričekati donošenje novog FRAMEWORKA koji se očekuje

polovicom 2002. godine. Potrebno je širiti istraživanja, podignuti razinu znanosti i društva te započinjati nova inovacijska istraživanja. Predočeni su i instrumenti pomoću kojih će se u nova istraživanja uložiti 17 milijuna eura.

Zatim je nazočne pozdravio **gospodin Kim Holstrom** iz Komisije za poduzetništvo **DG Enterprise**. Naveo je da se problemi moraju sagledati iz tri aspekta. To su: 1. potrošač, 2. informacija i edukacija i 3. zakonodavstvo i norme. Za bolji status drva treba se pobrinuti da se u potrošača razvije svijest o vrijednosti drva kao sirovine. U komisiji koje trenutačno je član se radi na obnovljivim materijalima za budućnost, okrupnjavanju malih proizvođača, te se promatraju zemlje koje čekaju učalanjenje u Europsku uniju, s tim da treba napomenuti kako na tom popisu nije bilo Hrvatske. Zanimljivo je da su na prva dva mjesta Latvija i Estonija čije su drvnoprerađivačke industrije na drugome mjestu u nacionalnoj industriji. Spomenute su Slovenija i Poljska, u kojima su te industrijske grane na četvrtome mjestu. Spomenut je i forum koji će raspravljati o obnovljivim sirovinama, održivosti, djelotvornijoj upotrebi drva, boljem zakonodavstvu i drvu u graditeljstvu. Forum će se održati u **hotelu Foresta u Stockholmu 21. lipnja 2001.** pod naslovom **2<sup>nd</sup> EU Forest-based industrie forum**, a više informacija moguće je dobiti na web stranici [http://europa.eu.int/comm/enterprise/forest\\_based/index.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/forest_based/index.htm)

**Gospodin Leclerc** iz Komisije za kulturu i obrazovanje **DG Education and culture** govorio je o projektima s područja obrazovanja te je istaknuo projekt LEONARDO DA VINCI. Naglašeno je da treba razvijati baze podataka, poticati mobilnost, transparentnost, podržavati jezične različitosti, ali istodobno poticati znanje više stranih jezika, vještine podučavanja itd.

**Gospodin Pablo Lopez** iz Komisije za zapošljavanje i socijalne probleme **DG Employment and Social Affairs** govorio je o sociološkim problemima koji se pojavljuju u sektoru, o radnim uvjetima, većoj zaposlenosti i boljoj komunikaciji između poslodavaca i posloprimaca.

U trećem dijelu konferencije govorili su predstavnici različitih udruga vezanih za područje šumarstva, drvnoprerađivačku industriju i industriju namještaja.

Prvi je udruhu vlasnika šuma predstavio gospodin Joseph Crochet (European Confederation of Forest Owners - CEPF). Ona obuhvaća 20 nacionalnih federacija čiji vlasnici posjeduju više od 60 % europskih

šuma. Najveći nedostatak udruge jest nedovoljno istraživanje i podučavanje vlasnika šuma i nedostatak strategije za koju se vlasnici šuma trebaju odlučiti. Pitanje je hoće li će odlučiti za klasičnu ili za novu silvikulturu. Predviđa se da će u budućnosti, do 2030. godine 80% šuma služiti za očuvanje klimatskih uvjeta, a 20% će biti za preradu. godine Planira se da će do se 2050. na uzgojnim plantažama dobivati dva milijuna prostornih metara drva u godini.

Gospođa Fiona Harford predstavila je CEI BOIS, konfederaciju prerađivača drva osnovanu 1952. godine. To udruženje osigurava, prati, nadgleda, realizira i koordinira akcije u sektoru drvnoprerađivačke industrije. Naglašeno je da europska drvnoprerađivačka industrija s dva milijuna zaposlenika zarađuje oko 150 milijuna eura, od kojih 58% otpada na proizvodnju namještaja, 11% na pilane i impregnaciju, 10% na proizvodnju ploča na bazi drva i ostalo.

Gospodin Bart de Turck predstavio je drugu proizvođača namještaja UEA - European Furniture Manufacturers Federation. Više podataka moguće je dobiti na web stranici [www.ueanet.com](http://www.ueanet.com). Naglašeno je da se namještaj ne izrađuje samo od drva, pa su aktivnosti te udruge samo djelomično vezane za drvo. Od aktivnosti su spomenuti lobiranje, razmjena informacija, istraživanja u području ekonomike te sudjelovanje u raznim projektima, od kojih su navedeni samo neki TEDIS, INFO 2000, LEONARDO, PHARE itd. a zaradom od 80 milijuna eura europska proizvodnja namještaja gotovo je jednaka proizvodnji namještaja u ostalom dijelu svijeta. Naglašeno je da je proizvodnja namještaja prije nekoliko godina izašla iz recesije i da proizvodnja raste. Problem proizvođača iz europske unije jest uvoz jeftinijeg namještaja iz trećih zemalja, koji nezadrživo raste te s obzirom na to, trebaju poduzeti neke mjere od kojih se najčešće navodi kupnja dijelova namještaja, koji zahtijevaju više ručnog rada, od drugih zemalja. Hrvatska u tom dijelu može naći svoje tržište, pa se potrebno detaljnije informirati o tim mogućnostima i pokušati povezati naše proizvođače namještaja i dijelova za namještaj s tom udrugom. Mogućnosti napretka za proizvođače namještaja u Europi vide u uvođenju eura, e-commerceu, okrupnjavanju malih proizvođača, većoj specijalizaciji, fiskalnim reformama u EU, kooperaciji i ekološkom imidžu. Osnovni su im zadaci povezivanje europskih proizvođača s proizvođačima dijelova za namještaj izvan

Europe, žele povećati internacionalnu suradnju, izvoz te napredovati u dizajnu i podučavanju.

Na kraju je gospodin Pekka Peura predstavio Finnish Forest Industries Federation.

## ZAKLJUČAK

Stalnim članstvom u europskom udruženju istraživačkih instituta za namještaj EURIFI Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu otvaraju se vrata za suradnju sa svjetski poznatim institutima diljem Europe. Usklađivanjem svojih laboratorija prema HRN EN ISO/IEC 17025:2000 rezultati ispitivanja, dobiveni u laboratorijima Šumarskog fakulteta bit će priznati u najcjeljenijim europskim institutima koji su članovi EURIFI-ja, pa će na taj način Šumarski fakultet biti potpora hrvatskim prerađivačima drva i proizvođačima namještaja kako bi na što bolji i prepoznatljiviji način plasirali svoje proizvode na europsko tržište. Suradnjom s europskim institutima putem EURIFI-ja Šumarski će fakultet imati pristup europskim projektima razvoja novih proizvoda, imat će informacije o zakonodavstvu s područja namještaja u pojedinim europskim zemljama, te će biti u tijeku s najnovijim istraživanjima i tehnološkim dostignućima u drvnoprerađivačkoj industriji i industriji namještaja.

Pri udruživanju četiriju mreža s područja šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja EURIFI-ja, EUROLIGNA-e, EUROFORTECH-a i EUROWOOD-a, svojim stalnim članstvom u EURIFI-ju Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu postao je i stalnim članom INNOVAWOOD udruge, čija je osnovna inicijativa izrada koordinirane infrastrukture za inovacije u sektoru šumarstva, drvnoprerađivačke industrije i industrije namještaja s osnovnim aktivnostima što bolje osposobljenosti u edukaciji, podučavanju, istraživanjima i razvoju, te u transferu tehnologije u navedenim sektorima kako bi se udovoljilo izazovima novog stoljeća. Za hrvatsku drvnoprerađivačku industriju i industriju namještaja, te za Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu to udruživanje može imati veliko značenje jer su njime odškrinuta vrata za bolju suradnju s europskim udruženjima i istraživačkim institucijama te proizvođačima u tom sektoru. U Hrvatskoj treba poduzeti neke korake kako bi se ta suradnja na kraju i ostvarila. Navedenim udruživanjem Europa nam





## Najava međunarodnih znanstvenih i stručnih skupova u sklopu 28. međunarodnog sajma namještaja, unutaršnjeg uređenja i prateće industrije AMBIENTA 2001

Obavještavamo sve zainteresirane da će se u Zagrebu, na Zagrebačkom velesajmu u sklopu tradicionalne velesajamske priredbe AMBIENTA 2001, održati dva vrlo zanimljiva i značajna skupa.

U udarnom terminu, u **petak dne 19. listopada, u dvorani Brijuni, s početkom u 9,30 sati**, održat će se već tradicionalno znanstveno-stručno savjetovanje, ovaj put pod motom i naslovom **DRVO - MATERIJAL BUDUĆNOSTI U DIZAJNU NAMJEŠTAJA**. Spomenuto savjetovanje okupit će priznate znanstvenike iz Njemačke, Belgije, Poljske, Slovenije, Makedonije i Hrvatske, a naglasak savjetovanja je na međusobnom prožimanju i interdisciplinarnosti dizajnerske i drvnotehnološke znanosti, odnosno na primjeni rezultata njihovih istraživanja u proizvodnji estetski i ekološki kvalitetnijeg namještaja. Posebno će biti riječi o nastojanju da drvo i drveni materijali i u budućnosti ostanu primarni i neizostavni materijal u dizajnu i proizvodnji namještaja. Prezentirani radovi bit će tiskani u zasebnom zborniku radova.

Budući da kvaliteta prerade drva ima značajnu ulogu u proizvodnji namještaja, ove će se godine, drugi put za redom, održati stručni skup pod naslovom **ODRŽAVANJE I KONTROLA ALATA I STROJEVA U**

**OBRADI DRVA**. Skup zakazan za **18. listopada održat će se u dvorani Brijuni s početkom u 9,30 sati**. Uz stručna predavanja o spomenutoj problematici, na skupu će o novostima i trendovima u proizvodnji strojeva i alata za pilansku preradu drva svoja dostignuća prezentirati i cijenjene tvrtke Bongioanni, CML, Leitz i Paul.

Glavni organizatori obaju navedenih skupova su Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za istraživanja u drvnjoj industriji i Zagrebački velesajam, a organizaciji i pokroviteljstvu znanstveno-stručnog savjetovanja uvelike su pridonijeli Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, Hrvatske šume p.o., Šumarski institut Jastrebarsko, Hrvatsko šumarsko društvo i ZIT lesarstva Slovenije.

U nadi da vas je navedeni program savjetovanja i skupova zainteresirao, srdačno vas pozdravljamo i pozivamo da nam se na AMBIENTI 2001 i osobno pridružite.

Daljnje obavijesti u vezi s oglašavanjem mogu se dobiti na Šumarskom fakultetu, Zavodu za istraživanja u drvnjoj industriji (tel. 01 2352 478, fax. 01 2352 528) kod doc. dr. sc. Radovana Despota ili gđe Dubravke Cvetan.



# Međunarodno znanstveno savjetovanje "Wood in the construction industry - tradition and future"

## "Drvo u graditeljstvu tradicija i budućnost"

U srijedu 25. travnja 2001. na Zagrebačkom velesajmu uspješno je po treći puta u sklopu Međunarodnog sajma graditeljstva održano međunarodno savjetovanje o uporabi drva u graditeljstvu. Savjetovanje, ove godine pod malo određenijim naslovom - **Wood in the construction industry - tradition and future** (Drvo u graditeljstvu - tradicija i budućnost), održano je pod pokroviteljstvom Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske, Šumarskog fakulteta i Zagrebačkog velesajma. Uspješnost dosadašnjih dvaju savjetovanja, kao i činjenica da struka i znanost o ulozi i uporabi drva i drvenog materijala u graditeljstvu ima još mnogo toga reći, bila je presudan faktor za donošenje odluke da to savjetovanje postane tradicionalno, i to bez obzira na financijske teškoće koje se pojavljuju svaki put kada se savjetovanja međunarodnog značenja organiziraju u nas. Bez obzira na sve, Zavod za istraživanja u drvenoj industriji Šumarskog fakulteta smogao je snage organizirati i uspješno provesti sve planirano.

S toga nas raduje činjenica da se unutar djelatnosti Zagrebačkog velesajma opet okupljaju stručnjaci drvne i graditeljske struke, ovaj put oko pitanja prožimanja tradicionalne i novovjeke uporabe, obnove i zaštite drva kao građevnog materijala.

Glavna nit vodilja savjetovanja bila je fokusirana na postojanost i produljenje vijeka trajanja drva, poglavito u graditeljstvu. Spomenuti parametri izravno ovise o pravilnom odabiru vrste drva, o primjeni odgovarajućih konstrukcijskih rješenja, odnosno o odgovarajućem odabiru sredstava za površinsku obradu, obnovu i zaštitu drva, poglavito kad je riječ o današnjim vrlo strogim ekološkim propisima. Ta je problematika važna za proizvođače zaštitnih sredstava i dekorativnih premaza za drvo, kao i za proizvođače građevne stolarije, zidnih i podnih drvenih obloga, drvenih mostova, drvenih nosivih i krovnih konstrukcija, drvenih brodova i ostalih proizvoda od drva

namijenjenih graditeljstvu.

Sadržaji savjetovanja pratili su smjer navedene problematike, a važni su i s ekološkog stajališta. Između ostaloga pojasnili su i mogućnost utjecaja radijacije i štetnih primjesa pojedinih zaštitnih sredstava za drvo i ostale građevne materijale. Na posebnome mjestu izdvajamo rezultate rada inozemnih znanstvenika s područja modifikacije drva, odnosno primjene i uporabe onog drva koje će svojim fizikalnim i tehnološkim svojstvima ispuniti zahtjeve graditeljske struke.

U sklopu savjetovanja Drvo u graditeljstvu tradicija i budućnost rezultate svojih istraživanja iznijeli su priznati znanstvenici iz Velike Britanije, Njemačke, Slovenije i Hrvatske.

Savjetovanje je otvoreno 25. travnja u 9.30 pozdravnim riječima organizatora skupa. U ime domaćina skupa, Zagrebačkog velesajma, prisutnima se riječima dobrodošlice obratio mr. sc. Jure Milinović, pomoćnik direktora Sektora za sajmove, a u ime Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, prof. dr. sc. Andrija Bogner, prodekan Drvnotehnološkog odsjeka Šumarskog



**Slika 1.**

Prodekan  
Drvnotehnološkog  
odjela Šumarskog  
fakulteta prof.dr.sc.  
Andrija Bogner otvara  
savjetovanje

**Slika 2. i 3.**

*Posjećenost savjetovanja bila je zaista velika*



fakulteta. U ime svih članova Zavoda za istraživanja u drvnj industriji, kao i u ime članova Organizacijskog odbora savjetovanja prisutnima se na pomoći i odazivu skupu zahvalio pročelnik Zavoda za istraživanja u drvnj industriji i predsjednik Organizacijskog odbora savjetovanja doc. dr. sc. Radovan Despot.

Nakon uvodnih riječi počeo je prvi dio savjetovanja, u kojemu su predstavljeni radovi uglavnom inozemnih autora.

Prvi je izložen rad mr.sc. Eduarda Suttie-a i dr. Anthonya Braveryja, poznatih znanstvenika iz BRE-a, Velika Britanija. Budući su ti cijenjeni znanstvenici članovi Odbora za standardizaciju u Europskoj zajednici, iznijeli su svoje viđenje tradicije i budućnosti uporabe zaštitnih sredstva za drvo, odnosno postupaka zaštite drva, poglavito glede stroge europske regulative.

Drugi i četvrti rad djela su skupine autora s Biotehniške fakultete u Ljubljani, Oddeleka za lesarstvo, a skupno ih je predstavio mr. sc. Miha Humar. U vrlo zanimljivim radovima autori se bave modifikacijom drva, odnosno problemom izluživanja bakra iz zaštićenoga drva ugrađiteljstvu.

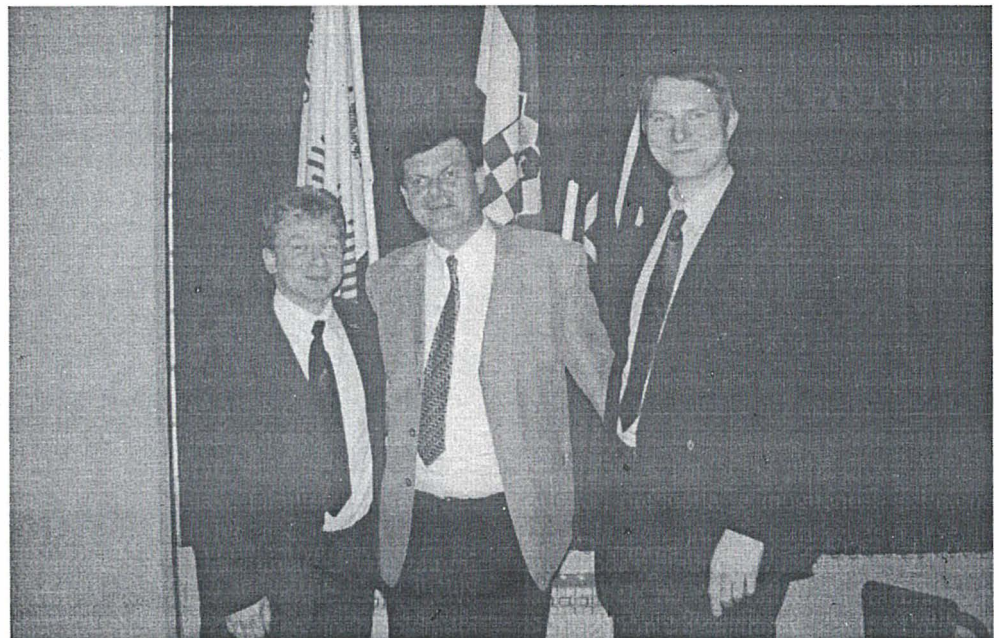
Skupina autora s Građevinskog fakulteta, Zavoda za drvene konstrukcije, pod vodstvom priznatog prof. dr. Zvonimira Žagara, pokušala je što jasnije prezentirati uporabu drva, poglavito iz graditeljskog kuta promišljanja. U vrlo zanimljivim radovima objašnjena je uloga drva u gradnji kuća i mostova, a predloženi su i rezultati ispitivanja inoviranoga spregnutog sustava drvo-laki beton.

Prvi rad nakon stanke bio je rad doc. dr. sc. Mihovila Husa i skupine autora s Instituta "Ruđer Bošković". U radu su autori pobliže govorili o radioaktivnosti drva, ali i ostalih građevnih materijala, i to sa aspekta Černobilske katastrofe. To je predavanje naišlo na dobar prijem kod slušatelja.

U idućem radu skupina autora sa Šumarskog fakulteta u Zagrebu - Želimir Ivelić dipl. ing., doc. dr. sc. Hrvoje Turkulin, prof. dr. sc. Ivica Grbac, prof. dr. sc. Andrija Bogner, predložila je mogućnosti primjene računala u dizajnu i konstrukcijama drvenih proizvoda u graditeljstvu. Izlagatelj Ž. Ivelić istaknuo je da se kvalitetnom računalnom potporom može znatno uštedjeti na materijalu, ali i pridonijeti boljoj kvaliteti drvenih proizvoda.

**Slika 4.**

*Sudionici savjetovanja; slijeva nadesno: dr.sc. Andreas Rapp (Njemačka), domaćin skupa doc.dr.sc. Radovan Despot, mr.sc. Eduard Suttie, (Velika Britanija),*





U ime skupine autora sa Šumarskog fakulteta u Zagrebu, doc. dr. sc. Denis Jelačić usporedio je drvo s ostalim zamjenskim materijalima, uz osvrt na ekološke norme. Zanimljivo predavanje naišlo je i na dobrodošlu raspravu koja je podigla pozitivnu tenziju savjetovanja.

Posljednji rad djelo je prof. dr. sc. Izvora Grubišića s Fakulteta strojarstva i brodogradnje i doc. dr. sc. R. Despota i dr. sc. J. Trajković s Šumarskog fakulteta u Zagrebu. U tom radu autori su se pozabavili perspektivama drva kao brodograđevnog materijala u Hrvatskoj. Istodobno su navedeni tradicionalni i novi postupci u konstruiranju, obnovi i zaštiti drvenih brodova, s naglaskom na odabiru pravilne vrste drva.

Svi su radovi tiskani u posebnom Zborniku koji je neposredno prije savjetovanja predložen prisutnima na skupu i podijeljen zainteresiranima. Službeni jezik skupa bio je engleski, a radovi su napisani i tiskani dvojezično, na engleskome i na hrvatskom jeziku. Zbornik radova ima 141 stranicu i tiskan je u nakladi od 175 primjeraka.

Nakon prezentacije radova održana je rasprava u kojoj su riječ imali predstavnici drvnohnološke i graditeljske struke. Nakon rasprave doc. dr. sc. R. Despot pozdravio je sve prisutne i još jednom najtoplije zahvalio domaćinima i svima koji su sudjelovali u organizaciji i provedbi Međunarodnog savjetovanja. Time je savjetovanje, odnosno njegov dio namijenjen široj javnosti bio i službeno završen.

U ovoj prilici ističemo više nego broj odaziva posjetilaca savjetovanja. S obzirom na povoljne ocjene koje smo kao organizatori savjetovanja dobili od posjetitelja i svih nazočnih, smatramo da je savjetovanje uspjelo i da će pridonijeti boljoj suradnji drvnotehnološke i graditeljske struke.

Savjetovanju je prisustvovalo 150 posjetilaca među kojima i predstavnici većih poduzeća iz zemlje i inozemstva.

Osobito nas raduje činjenica da su na savjetovanju osim predstavnika domaćih poduzeća i institucija ponovno u velikom broju bili i studenti Šumarskog fakulteta, Drvnotehnološkog odsjeka, odnosno studenti Građevinskog fakulteta i Fakulteta za dizajn pri Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.



**Slika 5.**

*Doajeni i ugledni profesori Šumarskog fakulteta u mirovini redoviti su posjetitelji savjetovanja; slijeva nadesno: prof. dr. sc. Božidar Petrić, prof. emeritus dr. sc. Marijan Brežnjak, Stanko Tomaševski, dipl. ing.*

Nakon službenog dijela savjetovanja, otvorenoga za širu publiku, gosti iz inozemstva, na poziv Organizacijskog odbora razgledali su sajamske priredbe u sklopu Međunarodnog sajma graditeljstva.

Nakon razgledavanja Sajma graditeljstva, savjetovanje je nastavljeno okruglim stolom, i to ponajprije za goste iz inozemstva, a održan je istog dana u hotelu Internacional i to od 17 do 20 sati. Okruglom stolu prisustvovali su inozemni gosti iz Velike Britanije, Njemačke i Slovenije te predstavnici Šumarskog fakulteta. Tema sastanka bilo je povezivanje znanstvenih ustanova iz inozemstva i Šumarskog fakulteta iz Zagreba, kao i daljnji rad na zajedničkim projektima s područja uporabe drva u graditeljstvu. Svi nazočni iskazali su zadovoljstvo kvalitetom savjetovanja. Za goste iz inozemstva tijekom njihova boravka u Zagrebu organiziran je i obilazak znamenitosti grada Zagreba, zbog čega su još jedanput izrazili radost i zahvalnost.

Organizacijski odbor još ponovno najtoplije zahvaljuje Zagrebačkom velesajmu i Ministarstvu znanosti i tehnologije Republike Hrvatske na dugogodišnjoj potpori međunarodnoj suradnji skupine znanstvenika Drvnotehnološkog odsjeka Šumarskog fakulteta. Sigurni smo da će se uspostavljene međunarodne veze ovim savjetovanjem još više učvrstiti i da će i ovo savjetovanje biti još jedan korak prema uspostavi bliskije veze drvene i graditeljske struke i znanosti.

Na kraju se koristim prilikom najtoplije zahvaliti svima koji su svojom nazočnošću uveličali savjetovanje.

Pročelnik Zavoda za  
istraživanja u drvenoj industriji:  
doc. dr.sc. Radovan Despot





## Upute autorima

Sve autore molimo da prije predaje rukopisa pažljivo prouče sljedeća pravila. To će poboljšati suradnju urednika i autora te pridonijeti skraćenju 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, 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.

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 recenzenta. Izbor recenzenata i odluku o klasifikaciji i prihvaćanju članka (prema preporukama recenzenata) donosi Urednički odbor.

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

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

Radovi se, u dva primjerka, šalju na adresu:

Uredništvo časopisa "Drvena industrija"  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb.

### Rukopisi

Tekst mora biti brižno pripremljen s obzirom na sažetost i odrednice stila i jezika da bi se izbjegli ispravci pri ispravljanju tiskarskog sloga.

Predani rukopisi smiju sadržavati najviše 15 jednostrano pisanih DIN A4 listova s dvosturkim 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.

Uredništvo uz ispis prihvaća i diskete formatirane na IBM kompatibilnim osobnim računalima s tekstom obrađenim u procesorima Word Perfect 5.1, Word Perfect for Windows 5.1/5.2 i Microsoft Word.

Prva stranica poslanog rada treba sadržavati puni naslov na hrvatskome i engleskome, ime(na) i prezime(na) autora, podatke o zaposlenju (ustanova, grad i država), te sažetak s ključnim riječima na hrvatskome (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 1/2 stranice DIN A4), uz rezultate, trebao bi omogućiti čitatelju koji se ne služi jezikom kojim je pisan članak potpuno razumijevanje cilja rada, osnovnih odrednica pokusa, rezultata s bitnim obrazloženjima te autorovih zaključaka.

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

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

dom. 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 namjere 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. Osobito pozornost treba prikazati formule, ako je moguće u jednom retku, s jasnim razlikovanjem broja 0 i slova "o", kao i slova "I" i brojke 1. Jedinice se pišu normalnim (uspravnim) slovima a fizikalni simboli i faktori kosim slovima. Formule se susljedno obrojčavaju arapskim brojkama u zagradama, npr. (1) na kraju retka.

Broj slika mora biti ograničen na samo one koje su prijeko potrebne za pojašnjenje teksta. Isti podaci ne smiju biti navedeni u tablici i na slici. Slike i tablice trebaju biti zasebno obrojčene arapskim brojkama, a u tekstu se na njih upućuje jasnim naznakama ("tablica 1" ili "slika 1"). Naznaka željenog položaja tablice ili slike u tekstu treba biti navedena na margini. Svaka tablica i slika treba biti prikazana na zasebnoj listu, a njihovi naslovi moraju biti tiskani na posebnim listovima, i to redoslijedom. 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 izvedeni tušem ili tiskani na laserskom tiskalu. 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 130 ili 62 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 poleđeni treba imati svoj broj i naznaku orijentacije te ime (prvog) autora i skraćeni naslov članka. Originalne se ilustracije ne vraćaju autorima.

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

Zahvale se navode na kraju rukopisa.

Odgovarajuću literaturu treba citirati u tekstu i to prema harvardskom ("ime - godina") sustavu, npr. (Bađun, 1965). Nadalje, bibliografija mora biti navedena na kraju teksta, i to abecednim redom prezimena autora, s naslovima i potpunim navodima bibliografskih referenci. Nazive časopisa treba skratiti prema publikacijama Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Forestry Abstracts ili Forest 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, godišće (ev. broj): stranice (od - do). Primjer:

Bađun, S. 1965: *Fizička i mehanička svojstva hrastovine iz šumskih predjela Ludbrenik, Lipovljani. Drvena ind. 16 (1/2): 2 - 8.*

Knjige: Prezime autora, inicijal(i) osobnog imena, godina: naslov. (ev. izdavač-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. Côté, 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 primjerici

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 cooperation between the editors and authors and help to minimize 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, professional and review papers, short notes, 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 wood-working industry.

Submission of a manuscript implies that the work has not been submitted for publication elsewhere or published before (excerpt 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 coauthors (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 for translation into Croatian for foreign authors.

The scientific and professional papers are subject to a thorough review by at least two selected referees. 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 the 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 permission for the reproduction of portions of text published elsewhere has been obtained by the author, 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 to the following address:

Editorial Office "Drvna industrija"  
Faculty of Forestry, Zagreb University  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

### Manuscripts

The text should be prepared carefully - also with regard to language, style and conciseness - in order to avoid corrections at the proof reading stage. Submitted manuscripts must consist of no more than 15 single-sided typewritten 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.

Diskettes formatted on IBM compatible PC's (5.25 or 3.5 inch) with the text processed in Word Perfect 5.1, Word Perfect for Windows 5.1/5.2 and Microsoft Word will be accepted with the printout.

The first page of the type-script should present: full title in Croatian and English, name(s) of author(s) with professional affiliation (institution, city and state), summary 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 characterized 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 letters 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. Formulae should be particularly carefully presented, in one line if possible, with a clear distinguishing between letter "O" and zero (0), or letter "I" and number 1. Units are written in normal (upright) letters, physical symbols and factors are written in italics. Formulae 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 sheets 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 done in India ink or 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 130 mm or 62 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 high-gloss 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, excerpt 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 Holzwerkstoffe*. 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. Côté, 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.

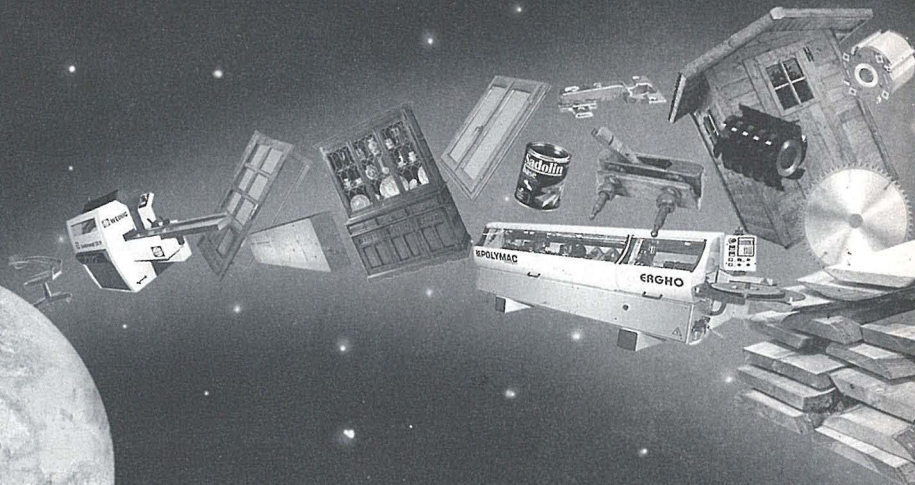
### Proofs and journal copies

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.



časopis  
**drvo**...



## ... najjači hrvatski medij za promociju drvne industrije i obrta

Obavijest čitateljima:

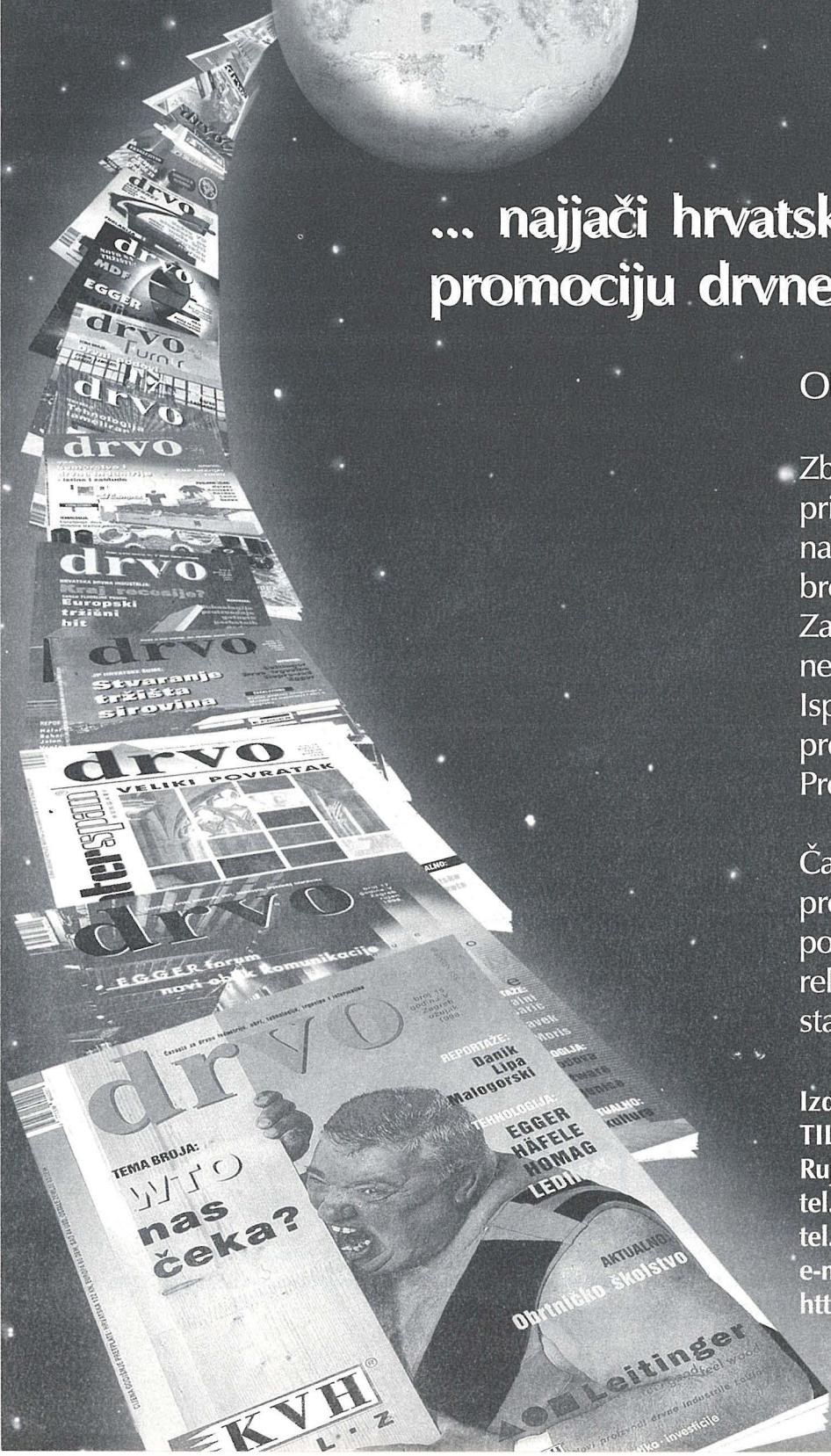
Zbog tiskanja ograničenog broja primjeraka nismo u mogućnosti naknadno isporučivati starije brojeve.

Zato osigurajte vlastiti primjerak i ne propustite obnoviti pretplatu. Ispunite priloženi kupon za pretplatu ODMAH. Pretplata u Hrvatskoj samo 122 kn.

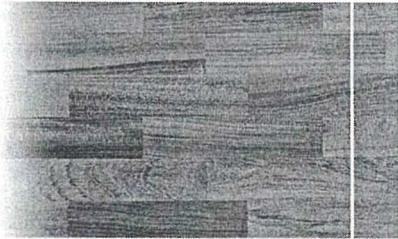
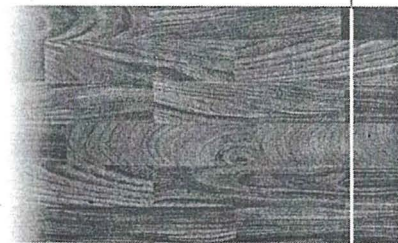
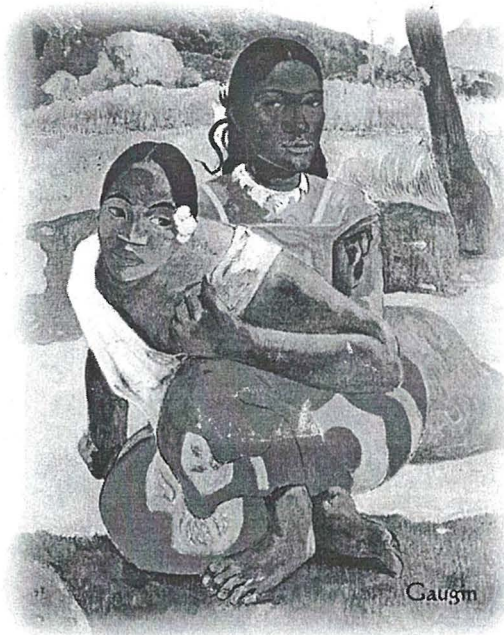
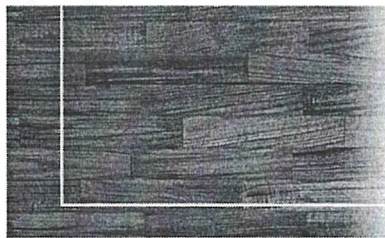
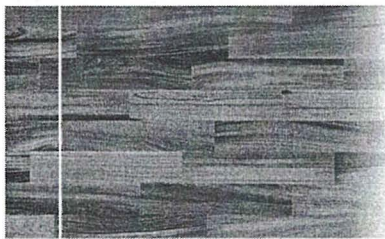
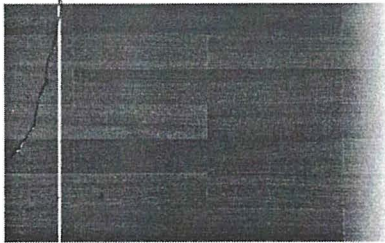
Časopis Drvo vaš je najvažniji promotivni medij. Koristite pogodnosti pripreme vašeg reklamnog materijala i zakupa stalnog prostora u DRVU.

Izdavač:  
TILIA'CO

Rujanska 3, 10000 Zagreb, Croatia,  
tel.: +385 /01/387-3934,  
tel./fax: +385 /01/387-3402,  
e-mail: [tiliaco@zg.tel.hr](mailto:tiliaco@zg.tel.hr),  
<http://www.netstudio.hr/tiliaco/>







# Egzotično je oduvijek bilo privlačno

Od svojih početaka, još tamo davne 1928. godine, u dvorištu Jurišićeve 19 (današnja Rotonda) nadomak Jelačić placu, FURNIR je postao vodeći hrvatski trgovac kvalitetnim drvom i proizvodima od drva.

Danas Vam možemo ponuditi preko 5000 artikala sa svih strana svijeta. Drvni proizvodi iz Indonezije, Tajlanda, Čilea ili Finske nisu nam više nepoznanica. Posebno bismo istakli našu bogatu ponudu egzotičnih klasičnih parketa, kojom se zbog širine, kvalitete i osobito cijene s razlogom ponosimo.

U ponudi imamo indonezijske vrste: crveni KEMPAS, žuti PUNAH, smeđe-crveni SILKWOOD, tamno smeđi ROYALWOOD, zlatno-smeđi GOLDEN LION; tajlandske vrste: svjetlo smeđi RUBBER WOOD, crveno RUŽINO DRVO, smeđi TEAK, čileanske vrste: CRVENI ULMO.

Pozivamo Vas da lakirane uzorke navedenih parketa pogledate u dućanu u Heinzelovoj ulici ili u našem novom, najvećem i najmodernijem DRVNOM CENTRU u Hrvatskoj, u Velikoj Gorici.

Dobro došli u Furnirov svijet drva

# Furnir

Zagreb, FURNIR, Heinzelova 34, telefon: 01/45 52 133, fax: 01/46 60 180;

Split, AMG-FURNIR, Solinska cesta 84a, telefon: 02/21 29 12; Dubrovnik, BRASS DESIGN-FURNIR, Batala bb, telefon: 020/41 14 82;

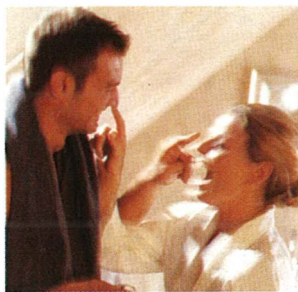
Osijek, LESNINA LGM-FURNIR, Ulica jablanova bb, telefon: 031/17 81 26; Pula, BAESA INTERIJERI-FURNIR, Jeretova bb, telefon: 052/21 52 45;

Pleternica, VEXTER-FURNIR, Kralja Zvonimira bb, telefon: 034/25 10 82





## ZA KVALITETAN ŽIVOT U POTKROVLJU - VELUX KROVNI PROZORI



Novi model GZL VELUX krovnog prozora sa energetske staklom, pojačanih izolacijskih performansi, regulirat će temperaturu u vašem potkrovlju. Promjenjivi vremenski uvjeti neće utjecati na ugodnu temperaturu vašeg životnog prostora. Regulaciju topline i svjetlosti, kao i odabir boja vašeg interijera, olakšat će široki izbor sjenila za zaštitu od sunca.

Sa više od 60 godina tehnološkog razvika, VELUX osigurava kvalitetu do zadnjeg detalja, trajnost i vodonepropusnost. Prikladni za sve vrste krovova, sigurni u svim klimatskim uvjetima.

Za više informacija, nazovite besplatni telefon 0800600400.

VELUX centar otvoren za vas od ponedjeljka do petka od 7.30 do 18, subotom od 8 do 13 sati.

VELUX HRVATSKA d.o.o.  
Željka Sabola 8  
10410 Velika Gorica  
Bespl. tel.: 0800 600 400  
Telefaks: 01/6225066

velux-hrvatska@zg.tel.hr  
www.VELUX.com

**VELUX®**  
KROVNI PROZORI

SVJETSKI POZNATA KVALITETA

Molim vas pošaljite  
mi besplatnu  
brošuru i cjenik.

Ime i prezime: \_\_\_\_\_

Adresa: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_



VELUX HRVATSKA d.o.o., P.P. 61, Željka Sabola 8, 10410 Velika Gorica

DRVNA  
INDUSTRIJA





**ambienta**

28. međunarodni sajam  
namještaja,  
unutarnjeg uređenja  
i prateće industrije

17.- 21. listopada 2001.

---

Zagrebački  
Velesajam

Obavijesti:

Tel.:+385 1 6503 561, 6503 347 Fax:+385 1 6550 614

ZAGREB

[www.zv.hr](http://www.zv.hr)



# Zagrebački Velesajam



## *Mjesto novih poslova*

**U** 90 godina postojanja Zagrebački velesajam je postao mjesto komunikacije hrvatskog gospodarstva sa svijetom. Malo je sajмова u svijetu, koji imaju takvu dugu tradiciju i značaj, kao što je ima Zagrebački velesajam.

Smješten u gradu Zagrebu, stjecištu i raskrsnici svih poslovnih kontakata ovoga dijela Europe, Zagrebački velesajam odavno je poticao interes šire međunarodne javnosti i postao mjesto susreta Istoka i Zapada.

Na pragu trećeg milenija, Zagrebački velesajam ima svoje visoko mjesto u svjetskom sajmovanju. Godišnje se održava 30-tak međunarodnih sajamskih priredbi, od kojih 16 nosi znak UFI-a, kao međunarodno priznati sajmovi, koji udovoljavaju najvišim kriterijima svjetskoga sajmovanja.

Unapređivanje sajmovanja, izazovi tržišta i zahtjevi suvremenog svjetskog sajmovanja, odrednice su budućeg razvoja. Time ćemo moći zadržati poslovni korak i konkurenciju na svjetskom sajamskom tržištu.

Uspješnost i poslovnost postali su image Zagrebačkog velesajma.

Zagrebački velesajam  
Avenija Dubrovnik 15, 10020 Zagreb  
Tel. 01/6503 111, fax. 01/6520 643

[www.zv.hr](http://www.zv.hr)

Zagrebački  
Velesajam 



# EXPORTDRVO



UGLED I TRADICIJA  
JAMSTVO SU  
NAŠEG POSLOVANJA