

DRVNA INDUSTRIJA

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

IZDAVAČ I UREDNIŠTVO

Publisher and Editor's Office

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

SUIZDAVAČI

Co-Publishers

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

OSNIVAČ

Founder

Institut za drvnoindustrijska *VgT i TaT*, Zagreb

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Editor-in-Chief

Eh WT Beljo Lučić

UREDNIČKI ODBOR

Editorial Board

Mladen Brezovič
Ivica Grbac
Krešimir Greger
Vlatka Jirouš-Rajković
Ante P. B. Krpan
Silvana Prekrat
Stjepan Risović
Tomislav Sinković - svi iz Zagreba
Karl - Friedrich Tröger, München, Njemačka
Štefan Barčík, Zvolen, Slovačka
=b XResnik, Ljubljana, Slovenija
Marko Petrič, Ljubljana, Slovenija
Mike D. Hale, Bangor, Velika Britanija
Peter Bonfield, Watford, Velika Britanija
Jürgen Sell, Dübendorf, Švicarska
Klaus Richter, Dübendorf, Švicarska
Jerzy Smardzewski, Poznań, Poljska
Marián Babiak, Zvolen, Slovačka
X/b Gorišek, Ljubljana, Slovenija
Katarina Čufar, Ljubljana, Slovenija

IZDAVAČKI SAVJET

Publishing Council

prof. dr. sc. Ivica Grbac (predsjednik), Šumarski
fakultet Sveučilišta u Zagrebu;
prof. dr. sc. dr. h. c. Mladen Figurić, Šumarski
fakultet Sveučilišta u Zagrebu;
X/b Čerti, dipl. ing., Spin Valis d.d.;
Ivan Slamić, dipl. ing., Tvin d.d.;
Hranislav Jakovac, dipl. ing., Hrvatsko šumarsko
društvo;
mr. sc. Darko Beuk, dipl. ing.,
Hrvatske šume d.o.o.

TEHNIČKI UREDNIK

Production Editor

Stjepan Pervan

POMOĆNIK TEHNIČKOG UREDNIKA

Assistant to Production Editor

Zlatko Bihar

LEKTORICE

Linguistic Advisers

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

DRVNA INDUSTRIJA je časopis koji objavljuje
znanstvene i stručne radove te ostale priloge iz
cjelokupnog područja iskorištavanja šuma,
VgT i TaT 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 contribu-
tions and reviews covering the entire field of forest
exploitation, wood properties and application,
mechanical and chemical conversion and modifica-
tion of wood, and all aspects of manufacturing and
trade of wood and wood products.

The journal is published quarterly.

OVAJ BROJ ČASOPISA PODUPIRE:

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



Sadržaj

Contents

NAKLADA (Circulation): 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. Rukopisi se ne vraćaju. • **MANUSCRIPTS** are to be submitted to the editor's office. Scientific and professional papers are reviewed. Manuscripts will not be returned. • **KONTAKTI s uredništvom (Contacts with the Editor)**
e-mail: editordi@sumfak.hr • **PRETPLATA (Subscription):** godišnja pretplata (*annual subscription*) za sve pretplatnike 55 EUR. Pretplata u Hrvatskoj za sve pretplatnike iznosi 300 kn, a za đake, studente i umirovljenike 100 kn, plativo na iro račun 2360000 - 1101340148 s naznakom "Drvena industrija" • **ČASOPIS SUFINANCIRA** Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa 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 • **TISAK (Printed by)** - DENONA d.o.o., Ivanićgradska 22, Zagreb, tel. 01/2361-777, fax. 01/2352-753, E-mail: denona@denona.hr; URL: www.denona.hr • **DESIGN** Aljoša Brajdić • **ČASOPIS JE DOSTUPAN NA INTERNETU:**
<http://drvnaindustrija.sumfak.hr>

IZVORNI ZNANSTVENI RAD <i>Original scientific paper</i>	55-60
GRANULOMETRIC ANALYSIS AND SEPARATION OPTIONS OF DRY SAWDUST EXHAUSTED FROM NARROW-KERF FRAME SAWING MACHINES Granulometrijska analiza suhe piljevine odsisane s uskolisnih pila jarmača i izbor odvajača čestica <i>Ladislav Dzurenda, Kazimierz Orłowski, Roman Wasielewski</i>	55-60
PREGLEDNI RADOVI <i>Rewiev papers</i>	61-78
PROMJENE BOJE DRVA PROUZROČENE KSILOFAGNIM GLJIVAMA I PLIJESNIMA Wood discoloration caused by staining fungi and moulds <i>Marin Hasan, Milan Glavaš, Radovan Despot</i>	61-68
ČVRSTOĆA I TRAJNOST LIJEPLJENOG DRVA DIO 1: ČINITELJI ČVRSTOĆE LIJEPLJENOG DRVA Strength and durability of glued wood Part one: Factors of glued joint strength <i>Goran Mihulja, Andrija Bogner</i>	69-78
SAJMOVI I IZLOŽBE <i>Fairs and exhibitions</i>	79
KONFERENCIJE I SKUPOVI <i>Conferences and meetings</i>	80-83
NOVOSTI IZ TEHNIKE I TEHNOLOGIJE <i>Technical and technological novelties</i>	84-88
STRUČNE EKSKURZIJE <i>Professional excursions</i>	89-92
NAŠI SURADNICI <i>Our partners</i>	94-96
UZ SLIKU S NASLOVNICE <i>Species on the cover</i>	97-98

Granulometric analysis and separation options of dry sawdust exhausted from narrow-kerf frame sawing machines

Granulometrijska analiza suhe piljevine odsisane s uskolisnih pila jarmača i izbor odvajajača čestica

Original scientific paper • Izvorni znanstveni rad

Prispjelo - received: 16. 5. 2005. • Prihvaćeno - accepted: 5. 12. 2005.

UDK 630*822.04; 674.823

ABSTRACT • This paper presents granulometric analyses of dry pine sawdust produced by narrow-kerf frame sawing machine, type PRW-15, in the process of longitudinal sawing of wood, and dry spruce sawdust produced by narrow-kerf frame sawing machine, type CLASIC 150/200, in the process of longitudinal re-sawing of spruce wood. The dry sawdust is a polydisperse bulk material with grain dimensions ranging between 84.7 μm and 28.2 mm. In view of the shape of grains, coarse and medium coarse fractions of dry sawdust mostly consist of fibrous grains. The fine fraction consists of isometric grains - cube shape. The analyses of conditions of separation of dry spruce and pine sawdust in separators and filters shows that battery separators with elements T4/630 and filters are suitable for the separation of sawdust produced in re-sawing operations of wood carried out with narrow-kerf frame sawing machines, type CLASIC 150/200 and PRW 15.

Key words: narrow-kerf frame sawing machine, dry sawdust, granulometric analysis, separation, environment

SAŽETAK • U radu se prikazuju rezultati granulometrijske analize suhe borove piljevine nastale u procesu uzdužnog piljenja drva na uskolisnoj pili jarmači, tip PRW-15, te suhe smrekove piljevine nastale na uskolisnoj pili jarmači, tip CLASIC 150/200, također u procesu uzdužnog piljenja drva. Suha je piljevina polidisperzni sipki materijal veličine čestica između 84,7 μm i 28,2 mm. S obzirom na oblik, frakcije krupnijih i srednje krupnih čestica uglavnom su sastavljene od vlaknastih čestica, a frakcije sitnijih čestica uglavnom sadržavaju izometrične čestice - čestice kockastoga oblika. Analiza uvjeta odvajanja čestica suhe smrekove i borove piljevine od zračne struje u centrifugalnim i filtarskim odvajajima pokazala je da su odvajajači s elementima T4/630 i filtarski odvajajači pogodni za odvajanje odsisane piljevine nastale u procesu uzdužnog piljenja drva na uskolisnim jarmačama tipa CLASIC 150/200 i PRW 15.

Ključne riječi: uskolisne pile jarmače, suha piljevina, granulometrijska analiza, odvajanje, okoliš

¹ Author is professor at Faculty of Wood Science and Technology, Technical University in Zvolen, Slovak Republic, ² Authors are associate professors at Mechanical Engineering Faculty, Gdańsk University of Technology, Gdańsk, Poland.

¹ Autor je profesor na Fakultetu za znanost o drvu i drvne tehnologije Tehničkog sveučilišta u Zvolenu, Slovačka, ² Autori su profesori na Strojarskom fakultetu Tehničkog sveučilišta u Gdanjsku, Poljska.

1 INTRODUCTION

1 UVOD

In the late 20th century, narrow-kerf frame sawing machines were designed for efficient and economical re-sawing operations for the production of thin lamellas from dried timber, intended for the production of multi-layered construction boards, floorings, boxes (cases) for fruits and vegetables, but also for manufacturing products of cabinet making - construction production and sport equipment. In the process of sawing with narrow-kerf frame sawing machines not only the main product - lamella is produced, but also the waste - sawdust. The shape, dimensions and amount of sawdust in the process of chip-splitting of wood depends on physical and mechanical characteristic of the sawn material, but also on the shape, dimensions and sharpness of the saw teeth of the used sawing machine and technical and technological conditions of the sawing process, as well as on the machine kinematics (Prokeš 1978, Hejma 1981, Goglia 1994, Lisičan 1996, Wasielewski 1999, Dzurenda 2002, Orłowski 2003, Orłowski Et al. 2003).

In reference literature, sawdust is characterised as a polydisperse bulk material consisting of coarse or medium coarse fractions (Hejma Et al. 1981) - bulk material with the size of granules exceeding 0.5 mm, not excluding the share of fine fractions with the size even smaller than chips. According to the classifying indicators of bulk materials introduced in STN 260070, dry sawdust is classified as B-45UX - bulk material of fine granularity (0.5 - 3.5 mm), hygroscopic and abrasive material with tendency to agglutinate. Microscopic analysis of dimensions and shapes of spruce sawdust, with the use of the method of microscopic analysis carried out in the research (Dzurenda

and Mazal 1999), showed that spruce sawdust also includes dust particles with the size smaller than 70 μm .

One of the alternatives for the removal of chips from the place where they are produced to the place of their further processing or storage is an air-technical transport - exhaustion. Separation of sawdust from transport air may be achieved in unicameral separators, battery separators or filters. Optimal technical solution of air-technical systems and conditions for the separation of sawdust from transport air can be determined upon getting precise information about physical characteristics, granularity and geometrical shapes of chips of exhausted bulk material.



The objective of this paper is the analysis of dimensions, shapes and granulometric composition (distribution) of sawdust produced in the process of longitudinal sawing of dry timber with the use of narrow-kerf frame sawing-machines CLASIC 150/200 and PRW 15. The efficiency of separation of dry sawdust is analysed by means of characteristics of fractional separation of mechanical separators and material filters.

2 MATERIAL AND METHODOLOGY

2 MATERIJA I METODE

Samples for granulometric analyses of dry spruce and dry pine sawdust were taken iso-kinetically from the exhaust pipe of the frame sawing machine CLASIC 120/200 and from the exhaust pipe of the sash gang saw PRW-15 in accordance with STN ISO 9096 during the sawing process of timber with thickness $h = 100$ mm at feed speed $v_f = 0.5$ m/min. Stellite tipped saws with pitch $P = 13$ mm were used on both sash gang saws. Humidity of spruce sawdust $w = 8.0$ %

Table 1 Technical and technological conditions of sawing during sampling (www.neva.cz, www.rema-sa.pl).
Tablica 1. Tehnički i tehnološki uvjeti piljenja tijekom uzimanja uzorka

Narrow-kerf frame sawing machine CLASIC 150/200 <i>Uskolisna pila jarmača CLASIC 150/200</i>			
	Stroke of the saw sash <i>Duljina stapaja</i>	mm	210
	Number of saw blades <i>Broj listova pila</i>	-	8
	Cutting kerf – <i>Širina propiljka</i>	mm	1.4
	Max. height of sawn material <i>Najveća visina piljenog materijala</i>	mm	200
	Max width of sawn material <i>Najveća širina piljenog materijala</i>	mm	155
Narrow-kerf frame sawing machine PRW 15 <i>Uskolisna pila jarmača PRW 15</i>			
	Stroke of the saw sash <i>Duljina stapaja</i>	mm	160
	Number of saw blades <i>Broj listova pila</i>	-	10
	Cutting kerf – <i>Širina propiljka</i>	mm	1.3
	Max. height of sawn material <i>Najveća visina piljenog materijala</i>	mm	150
	Max width of sawn material <i>Najveća širina piljenog materijala</i>	mm	170

and pine sawdust $w = 8.5\%$ were set by the weight method. Technical and technological conditions of sawing timber with narrow-kerf frame sawing machines used in the tests are shown in Table 1.

The basic granulometric analyses were carried out by sieving, which means by screening of dry sawdust on a set of sieve screens sized as follows: 2 mm; 1 mm; 0.5 mm; 0.25 mm; 0.125 mm; 0.090 mm during the time $\tau = 15$ min on a RETSCH automatic vibration sieving machine AS 200. The weights of fractions were determined on sieves by use of a BOSCH laboratory balance EP 200 with the weighting precision 0.001 g.

For the purpose of specifying the information about the size of the smallest particles of fine fraction of dry sawdust, a microscopic analysis of granules of dry sawdust fraction with the size lower than 125 μm was performed. The proposed analysis of dry spruce and pine sawdust was carried out by an optical method - analysis of the image obtained from the microscope Nikon Optiphot-2 with the objective Nikon 4 \times in the Biometric Laboratory FLD MZLU Brno. Granules of sawdust were scanned by three chip television CCD cameras HITACHI HV-C20 (RGB 752 \times 582 pixel), with horizontal resolution 700 TV lines and evaluated by a software LUCIA-G 4.0 (Laboratory Universal Computer Image Analysis), installed on a PC with the processor Pentium 90 (RAM 32 MB) with the graphic card VGA Matrox Magic under the operation system Windows NT 4.0 Workstation. The program of image analysis LUCIA-G enables the identification of individual particles of disintegrated wood material, quantitative determination of individual particles situated in the analysed image and establishment of basic information such as: width and length of particles, circularity expressing the measure of deviation of projection of a given chip shape from the projection of the shape of a circle according to the formula:

$$\psi = \frac{4 \cdot \pi \cdot S}{O^2} \quad (1)$$

Where: S - particle surface (*površina čestice*), m^2 ,
 O - particle perimeter (*opseg čestice*), m .

3 RESULTS AND DISCUSSION

3 REZULTATI I RASPRAVA

The results of sieve analysis - granulometric consistence of dry spruce and pine sawdust produced in the processes of sawing with narrow-kerf sawing machines - CLASIC 150/200 and PRW - 15 at feed speed $v_f = 0.5$ m/min are presented in Table 2.

The results of sieving analysis show that the sawdust produced by sawing dry pine timber with thin-cutting frame saw PRW 15 at feed speed $v_f = 0.5$ m/min is more homogeneous than spruce sawdust produced by use of a frame saw CLASIC 150/200.

The basic dimensions of the granules of dry spruce and pine sawdust were evaluated under the terms set for the identification of particle sizes, including their sizes larger than 1 mm and also the granules of the fine fraction lower than 0.125 mm. The dimensions of the largest granules of coarse fraction and the smallest particles of the fine fraction of dry spruce and pine sawdust are shown in Table 3.

Image analyses of shapes and dimensions of spruce and pine sawdust particles of coarse and medium coarse fractions have shown that the preponderance of sawdust granules of these fractions created in the process of longitudinal sawing of spruce and pine wood belong to the group of polydisperse fibrous materials, which have stick shapes with considerable elongation in one of their dimensions. Microscopic analyses of sizes and shapes of fine fraction particles of dry sawdust have revealed that particles of this fraction with their shape belong to the group of isometric particles, which means particles with the same values in all 3 dimensions. This finding is quantitatively supported by the share of granules in individual fractions with values of circularity ranging between $\psi = 0.7 - 1.0$ in a bar chart as shown in Figure 1.

Figure 2 presents the investigation of separation of dry spruce and pine sawdust of granularity ranging between 84.7 μm and 28.2 mm in mechanical separators and material filters by means of integral curves of residues Z_a of spruce and pine sawdust produced in the process of sawing on narrow-kerf sawing machines. Furthermore, characteristics of fractional separation of unicameral mechanical separators, battery mechanical

Table 2 Granulometric consistence of dry spruce and pine sawdust produced by frame sawing machines CLASIC 150/200 and PRW 15

Tablica 2. Granulometrijski sastav suhe smrekove i borove piljevine nastale na jarmačama CLASIC 150/200 i PRW 15

Dimensions of sieve screen , mm <i>Veličine otvora sita, mm</i>	Mark of fraction <i>Oznaka frakcije</i>	Fractions in dry sawdust, % <i>Udjeli frakcija u suhoj piljevini, %</i>	
		spruce - <i>smreka</i>	pine - <i>bor</i>
2.000	Coarse - <i>krupna</i>	4.37	0.92
1.000		4.38	1.51
0.500	Medium coarse <i>srednje krupna</i>	41.38	36.74
0.250		30.63	41.30
0.125	Fine - <i>sitna</i>	15.63	16.37
0.090		2.75	2.71
>0.090		0.37	0.45

Table 3 The measures of the largest particles of dry spruce and pine sawdust and the smallest particles in analysed fine fractions of dry spruce and pine sawdust

Tablica 3. Dimenzije najvećih i najmanjih čestica suhe smrekove i borove piljevine u analiziranoj frakciji sitnih čestica

Material Materijal	Maximum measures of sawdust granules dimenzije najvećih čestica mm	Planar measures of minimal sawdust particles dimenzije najmanjih čestica μm
Dry spruce sawdust suha smrekova piljevina	1.1 × 1.8 × 28.2	87.88 × 87.37
	1.0 × 1.3 × 25.4	87.64 × 84.49
	0.9 × 3.2 × 10.4	85.38 × 78.31
Dry pine sawdust suha borova piljevina	2.5 × 3.8 × 14.0	88.52 × 87.37
	1.5 × 3.2 × 12.6	86.67 × 82.35
	1.8 × 2.9 × 6.4	84.71 × 78.89

separators with elements T4/630 and filters (Stallherm 1973, Hajzok 1986, Dolný 1999) are also given.

Based on the comparison of integral curves of residues Z_a of dry spruce and pine sawdust with curves of fractional separation of unicameral mechanical separators, battery separators with elements T4/630 and filters, it results that the finest fraction of granularity of dry spruce and pine sawdust is on the limit value of separation set for unicameral mechanical separators ($SL_A = 80 \mu\text{m}$). Battery separators with elements T4/630 and filters are suitable for the separation of sawdust exhausted from sash gang saws CLASIC 150/200 and PRW 15. Isometric granules of the smallest size of dry spruce and dry pine sawdust are considerably lower than the separation limit value not only of the battery mechanical separators with elements T4/630 ($SL_B = 18 \mu\text{m}$) but also of filters whose separation limit is $SL_C = 3.5 \mu\text{m}$.

4 CONCLUSIONS

4 ZAKLJUČCI

The results of the granulometric distribution of sawdust produced by longitudinal sawing of dry spruce and pine wood with narrow-kerf frame sawing machines: CLASIC 150/200 and PRW 15 characterise dry sawdust as a polydisperse bulk material with the size of granules ranging between $84.7 \mu\text{m}$ and $28.2 \mu\text{m}$.

The largest share of dry pine sawdust have fractions with granule dimensions ranging as follows $a = 125 - 1000 \mu\text{m}$, which is equal to 87 - 94 % of pine sawdust exhausted from narrow-kerf frame sawing machines.

From the point of view of granules shape, coarse and medium coarse fractions of dry pine sawdust mainly consist of fibrous granules - of stick shape. Fine fraction consists of 86 - 88 % of isometric gran-

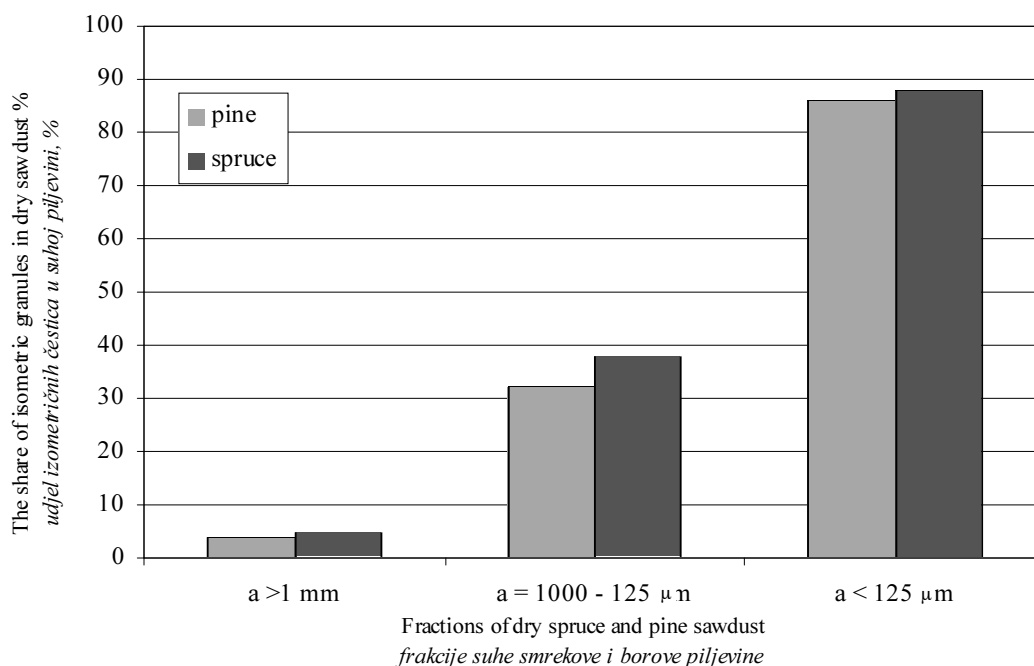


Figure 1 The share of particles of isometric granules in dry spruce and pine sawdust with circularity value ranging between $\psi = 0.7 - 1.0$

Slika 1. Udjel čestica izometričnog oblika u suhoj smrekovoj i borovoj piljevini ($\psi = 0,7 - 1,0$)

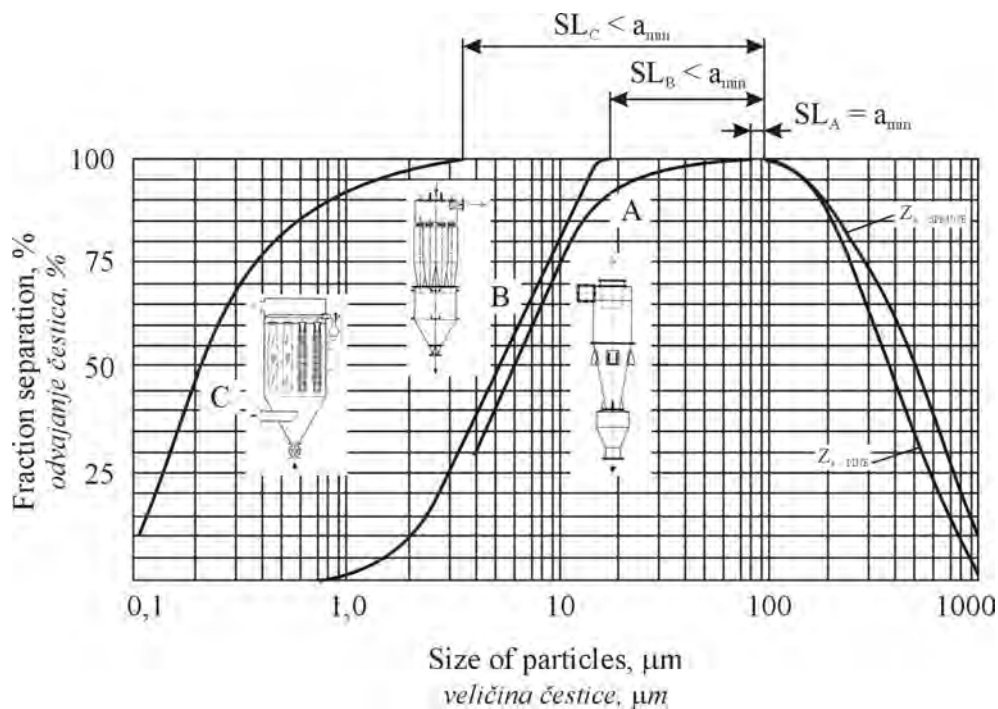


Figure 2 Separation analysis of dry spruce and dry pine sawdust in the process of sawing with sash gang saws: CLASIC 150/200 and PRW 15 in individual types of separation technology: *A* - unicameral mechanical separators, *B* - battery separators with elements T4/630 and *C* - filters, SL_A - separation limit unicameral mechanical separators, SL_B - separation limit battery separators with elements T4/630, SL_C - filters, Z_a -SPRUCE - integral curves of dry spruce sawdust residues, Z_a -PINE - integral curves of dry pine sawdust residues

Slika 2. Analiza odvajanja čestica suhe smrekove i borove piljevine nastale u procesu uzdužnog piljenja na pilama jarmačama CLASIC 150/200 i PRW 15 u različitim tipovima odvajača: *A* - mehanički centrifugalni odvajači, *B* - odvajač s elementima T4/630 i *C* - filtarski odvajač, SL_A - granica odvajanja mehaničkim centrifugalnim odvajačem, SL_B - granica odvajanja odvajačem s elementima T4/630, SL_C - granica odvajanja filtrima, Z_a -SPRUCE - integralna krivulja odvajanja čestica suhe smrekove piljevine, Z_a -PINE - integralna krivulja odvajanja čestica suhe borove piljevine

ules - of cube shape.

Based on the comparison of integral curves of residues Z_a of dry spruce and pine sawdust with curves of fractional separation of unicameral mechanical separators, battery separators with elements T4/630 and filters, it results that battery separators with elements T4/630 and filters are suitable for separation of sawdust exhausted from the re-sawing process conducted with narrow-kerf frame sawing machines CLASIC 150/200 and PRW 15, because the smallest isometric granules are considerably lower than the separation limit value of these separation devices ($a_{min} > SL$). The finest fraction of dry spruce and pine sawdust is on the limit value of separation of unicameral mechanical separators $SL_A = 80 \mu m$.

5 LITERATURA 5 REFERENCES

1. Dolny, S. 1999: Transport pneumatyczny i odpływanie w przemyśle drzewnym. Poznan, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu. 245 pp.
2. Dzurenda, L.; Mazal, P. 1999: Mikroskopická analýza rozmerov a tvaru smrekovej piliny. In: Stroj-nástroj-obrobok "99". Nitra, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene. pp. 43-47.
3. Goglia, V. 1994: Strojevi i alati za obradu drva I. Zagreb, GRAFA, 235 pp.
4. Hajzok, L. 1986: Vzduchotechnické zariadenia drevo-priemyslu. Bratislava, Alfa, 180 pp.
5. Hejma et al. (1981): Vzduchotechnika v drevospracovávacím průmyslu. Praha, SNTL, 398 pp.
6. Lisičan, J. et al. 1996: Teória a technika spracovania dreva. Zvolen, Matcentrum, 626 pp.
7. Orłowski K. (2003): Materiałoszczędne i dokładne przecinanie drewna piłami. (In Polish - Narrow-kerf and accurate sawing of wood). Politechnika Gdańska, Monografie 40. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 146 pp.
8. Orłowski, K.; Przybylski, W.; Wasielewski, R. 2003: Frame sawing machines for accurate wood re-sawing. In: Proceedings of 16th Inter. Wood Machining Seminar 16 IWMS. August 24 - 30, 2003, Matsue, Japan. Matsue, Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Japan. Part 1: Oral Presentations, pp. 248 -256.
9. Prokeš, S. 1978: Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva. Praha, SNTL, 583 pp.
10. Stallherm, H. 1973: Sicherheitstechnik für Absaugung, Enstaubung und Bunkerung. Die Holzbearbeitung 3, pp. 41 - 44.
11. Wasielewski, R. (1999): Pilarki ramowe z eliptyczną trajektorią prowadzenia pił i hybrydowym wyrównanym układem napędu głównego. (In Polish - Frame sawing machines with an elliptical trajectory of saw blades guiding and the hybrid dynamically balanced main driving system). Politechnika Gdańska, Monografie 10. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 106 pp.
12. *** [http // www.rema-sa.pl](http://www.rema-sa.pl)
13. *** [http // www.neva.cz](http://www.neva.cz)

Acknowledgement: This paper has been produced under conditions set for the project VEGA-SR č. 1/2402/05, and it is the result of work of the authors with considerable help of the grant agency VEGA-SR.

Corresponding address:

Professor Eng. LADISLAV DZURENDA, Ph.D

Faculty of Wood Sciences and Technology
Technical University in Zvolen
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
SLOVAKIA
dzurenda@vsld.tuzvo.sk



Vodeći informativni časopis u sektoru prerade drva i proizvodnje namještaja

Distribucija na 2000 stručnih adresa u Hrvatskoj i zemljama Regije

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

Tjedne elektronske vijesti s pregledom najnovijih informacija

TJEDNO BESPLATNO DOSTAVLJAMO SEKTORSKE VIJESTI NA VAŠ E-MAIL

REGISTRIRAJTE SE: newsletter@drvo-namjestaj.hr



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

Tel.: + 385 (0)51 / 458-622, 218 430, int. 213
Faks.: + 385 (0)51 / 218 270
E-mail: mail@drvo-namjestaj.hr

www.drvo-namjestaj.hr

STRUČNI ČASOPIS

REPRO
SOCIJALNO
TEHNOLOGIJE

TEMATSKI PRILOZI

Marin Hasan, Milan Glavaš, Radovan Despot¹

Promjene boje drva prouzročene ksilofagnim gljivama i plijesnima

Wood discoloration caused by staining fungi and moulds

Pregledni rad • Review paper

Prispjelo - received: 3. 2. 2005. • Prihvaćeno - accepted: 5. 12. 2005.

UDK 630*844.1; 630*846.2

SAŽETAK • Za razvoj gljiva plavila važnu ulogu imaju hranjiva i vlaga u drvu, temperatura i relativna vlaga zraka. Optimalni su uvjeti temperatura između 20 i 25 °C, vlaga drva 60 - 80 % i što viša relativna vlažnost zraka (75 - 90 %). Najznačajniji čimbenici o kojima ovisi dubina obojenja drva - površinskog (do 10 mm) i dubinskog (dublje od 20 mm), jesu vlaga drva i vrsta gljive kojom je drvo zaraženo. Ton i boja obojenja ovise o vrsti gljive, ali i o kemijskim (oksidacijskim) procesima u parenhimskom staničju zbog prehrane gljiva. Veći dio plijesni u kasnijim razvojnim stadijima uzrokuju i promjenu boje, često samo površinsku, a najpoznatije pripadaju rodovima *Aspergillus*, *Penicillium* i *Trichoderma*. Vrste gljiva plavila iz rodova *Ceratocystis*, *Aureobasidium*, *Alternaria* i *Phialophora* povećavaju poroznost drva, smanjuju gustoću i na taj način oslabljuju i neka mehanička svojstva drva. Najčešće se šire vjetrom i kišom, dok su vrste rodova *Ceratocystis*, *Ceratocystiopsis*, *Ophiostoma* i *Sphaeropsis* prilagođene i širenju pomoću kukaca (aktivnom i pasivnom), te su stoga na fiziološki živim stablima ujedno i vrlo patogene. Ovisno o vrsti gljive plavila i razvojnom stadiju, zaraženo drvo može biti manje ili više razoreno i upotreba mu može biti ograničena. Plavilo treba "shvatiti ozbiljno" te smanjivati mogućnost zaraze drva gljivama plavila u svim fazama njegove obrade. Jednostavan a ekološki povoljan način smanjenja mogućnosti zaraze i djelovanja gljiva plavila jest remećenje povoljnih i stvaranje nepovoljnih uvjeta za njihov razvoj održavanjem sadržaja vode drva iznad ili ispod povoljnoga ili smanjenjem količine hranjivih tvari u drvu.

Ključne riječi: promjena boje drva, plijesni, gljive plavila, vektori širenja

ABSTRACT • Some moulds also cause wood discoloration in later stages of their growth but mostly on the surface. The most notable wood discolouring moulds genera are *Aspergillus*, *Penicillium* and *Trichoderma*. Some *Trichoderma* species cause increasing of permeability of infected wood. Staining fungi are divided into two groups: sapstain - discoloration of logs and fresh cut boards, and bluestain - discoloration of wood in use. The most important sapstaining fungi are of the following genera: *Ceratocystis*, *Ceratocystiopsis*, *Ophiostoma*, *Sphaeropsis* and *Lasiodiplodia*. They are dispersed by wind and rainfall water but also by insects (active - insects wear spores on or in their body, and passive - spores are introduced into insect holes by wind or water). In live trees these fungi are also strong pathogens. Important bluestaining fungi are the following genera: *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Alternaria* and *Phialophora*. Species of genera such as *Ceratocystis*, *Aureobasidium*, *Alternaria* and *Phialophora* cause the increase of permeability, decrease of density and consequently the decrease of some mechanical properties. Some species of genus *Aureobasidium* are common in wood-in-service, where they break out coatings and colour wood into black. They are mostly dispersed by wind and rainfall water. Wood discoloration is a process caused by staining fungi and hence it is not only harmful for the surface but also for the entire wood. Depending on staining fungi species and wax stages, wood could be slightly damaged, and the use of such wood is restricted. Such wood discoloration should be seriously considered, and the possibility of infection by staining fungi reduced in all stages of wood processing. An environmentally friend-

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

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

ly way of reducing infection and quantity of wood discoloration is to make unfavourable conditions for fungal growth by keeping moisture content over or under favourable values or by removing carbohydrates, starch, fats and proteins out of the wood.

Key words: wood discoloration, moulds, staining fungi, dispersing vectors

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Drvo je kao prirodni organski materijal većim dijelom prirodni polimer šećera te je za ksilofagne gljive izvor hranjivih tvari. Općenito, svaki proces u kojemu ksilofagne gljive razgrađuju hranjive drvene tvari zove se truljenje, a posljedica je trulež drva. U povoljnim uvjetima za razvoj gljiva truljenje je neprekinuti proces pri kojemu se mijenjaju određena svojstva drva. Ti se procesi mogu očitovati promjenom boje, a pri pravoj truleži i promjenom (propadanjem) strukture drva. Općenito, svaka trulež prolazi kroz nekoliko faza. Petrović (1980) kao najprihvatljiviju navodi podjelu truleži na 4 faze: *prikrivenu*, *početnu*, *odmaklu*, i *završnu*. Truljenje se, s obzirom na posljedice, može opisati kao tru-ljenje u širem smislu i truljenje u užem smislu.

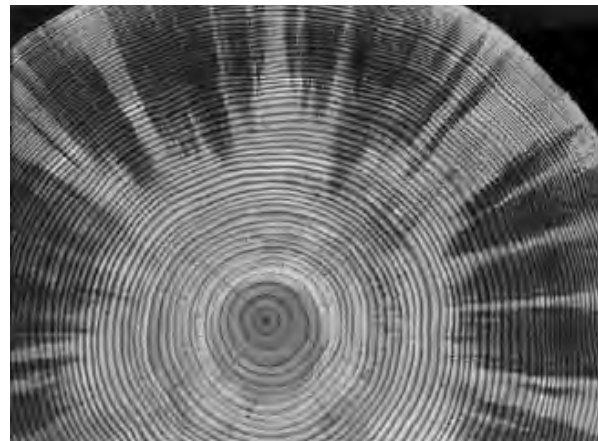
Ksilofagne gljive koje uzrokuju promjene boje drva većinom su obligatni saprofiti, eventualno fakultativni paraziti, a promjena boje kao posljedica njihova djelovanja svrstava se u trulež u širem smislu. Drugim riječima, enzimska je aktivnost takvih gljiva ograničena te ne mogu zaista uništiti stanične stijenke, jer se hrane samo jednostavnim šećerima i škrobom u živim stanicama te rezervnim tvarima u parenhimskim stanicama. Iako pri prolasku iz stanice u stanicu hife prolaze kroz stanjena mjesta staničnih stijenki (intervaskularne jažice i jažice polja ukrštavanja), one su i djelomični razarači drva. Posljedica toga je često povećana permeabilnost drva. Prema promjenama koje nastaju u drvu, ta pojava pripada vremenu između prikrivene i početne faze truljenja u užem smislu.

Promatrajući razvoj mikroorganizama u drvu, njihov je međusoban odnos i slijed definiran kao sukcesija. Drvo najprije napadnu bakterije, a hrane se isključivo slobodnim jednostavnim šećerima, eventualno razaraju jažice, te na taj način neznatno povećaju permeabilnost drva pa se u njemu povećava sadržaj vode, što pogoduje razvoju plijesni. Neke vrste plijesni u kasnijim stadijima razvoja mogu uzrokovati i promjenu boje. Promjena boje je sljedeća pojava koja se uočava na zaraženom drvu, a uzrokuju je tzv. gljive plavila. U posljednjem stadiju truljenja drvo razaraju "prave gljive" iz pododjela *Basidiomycotina*.

Kako je enzimska aktivnost gljiva uzročnika promjene boje drva ograničena samo na razgradnju bjelančevina, masti, jednostavnih šećera i škroba, a one nisu sposobne znatnije razgraditi staničnu stijenku (celulozu, lignin i druge sastavne dijelove), najčešće se hrane protoplazmom parenhimskih stanica bjeljike, pri čemu je i razaraju (Petrić i sur., 1995; Despot, 1996, 1998b; Croan i Highley, 1996). Schoeman i Dickinson (1997) navode da se gljiva *Aureobasidium pullulans*

može hraniti i dijelovima nastalim raspadanjem lignina pod utjecajem UV zračenja, a Biely i sur. (1979) navode da gljiva *A. pullulans* može razarati i hemicelulozu.

Unatoč tomu što je promjena boje drva uglavnom ograničena samo na bjeljiku, hife gljiva postupno se šire preko parenhimskog staničja drvnih trakova prema srži (sl. 1). Kada se hife gljiva šire kroz jažice, razaraju torus i povećavaju porus i permeabilnost (Petrić i sur., 1995; Despot, 1996, 1998b). Tako se promjena boje, osim u zoni bjeljike, često pojavljuje i u zoni srži (sl. 1). Prema nekim autorima (Petrović, 1980; Eaton i Hale, 1993; Petrić i sur., 1995; Despot, 1998a, 1998b), obojenjem drva stvaraju se uvjeti pogodni za brži i lakši napad gljiva uzročnika prave truleži.



Slika 1. Plavilo na čelu trupca bora (*Pinus* sp.) (www.ento.vt.edu)

Figure 1 Sapstain in front of log

Cilj rada je utvrditi utjecajne čimbenike koji pogoduju razvoju plavila, uočiti mogući utjecaj na fizička, mehanička i estetska svojstva (promjenu boje) zaraženog drva te prikazati vrste ksilofagnih gljiva koje uzrokuju promjenu boje drva.

2 ČIMBENICI PLAVILA DRVA I DISKUSIJA

2 FACTORS OF BLUESTAIN AND DISCUSSION

2.1 Čimbenici koji pogoduju razvoju plavila

2.1 Factors that favour development of bluestain

Despot (1996, 1998b) u svojim istraživanjima L-spojeva izlaganih na tri lokacije u Hrvatskoj najviše ksilofagnih gljiva uzročnika promjena boje drva izolira upravo ondje gdje je tijekom cjelokupnog razdoblja izlaganja prosječna relativna vlaga zraka bila najviša, s najmanjim oscilacijama, uz najujednačeniju temperaturu. Iz navedenoga se može zaključiti da razvoju gljiva uzročnika promjene boje drva više pogoduje

ujednačenija temperatura i relativna vlaga zraka s nižim prosjekom temperature nego uvjeti s prosječno višom temperaturom i većim oscilacijama. Croan i Highley (1996) su uzgajali gljive na hranjivoj podlozi pri temperaturi 27 °C i 70-postotnoj relativnoj vlažnosti zraka smatrajući te uvjete optimalnima. Glavaš (1999) pak spominje višu relativnu vlažnost zraka s optimalnom vrijednošću 90 % i temperature između 22 i 30 °C kao optimalni interval s minimalnom vrijednošću 3 - 8 °C, ispod čega razvoj hife prestaje. Petrović (1980) kao optimalne navodi temperature između 20 i 25 °C, a interval od 5 do 35 °C kao granični, pri čemu na temperaturi nižoj od 5 °C rast hife prestaje. On navodi da su vrste gljiva koje uzrokuju promjenu boje drva otporne na niske temperature te zadržavaju vitalnost i pri - 40 °C, dok se već pri temperaturama između 50 i 60 °C može provoditi dosta sigurna sterilizacija drva.

Prema rezultatima ispitivanja Despota (1996, 1998a, 1998b) te Despota i Glavaša (1999) pojava gljiva uzročnika promjene boje drva na L-spojevima pojavljuje se upravo na mjestima najbližim spoju, gdje je sadržaj vlage najviši. "Za maksimalni razvoj plavila optimalni je sadržaj vlage u drvu 60 - 80 %", piše Glavaš (1999), a Petrović (1980) navodi sadržaj vlage drva od 23 % kao minimalni jer pri njegovu daljnjem smanjenju nastaje plazmoliza u stanicama hifa; u rasponu od 24 do 30 % micelij se sporo razvija te u drvo ne prodire dublje od 10 - 20 mm; 50 - 90 % vlage smatra optimalnim sadržajem, a navodi i podatak iz radova drugih autora koji kao optimalan sadržaj vlage ističu 40 - 120 %. Svi se autori slažu da je sadržaj vode u drvu jedan od vrlo bitnih čimbenika za razvoj gljiva plavila. Usto, veliko značenje imaju i hranjiva u drvu.

2.2 Utjecaj na fizička i mehanička svojstva te boju drva

2.2 Influence on wood physical and mechanical properties and discoloration

Eaton i Hale (1993), Croan i Highley (1996) navode da se na drvu zaraženom gljivama promjene boje ne zapažaju nikakve značajne razlike u njegovim fizičkim svojstvima, dok je Despot (1996, 1998b) došao do zaključka da se djelovanjem tih gljiva može povećati poroznost drva. Petrić i sur. (1995) te Glavaš (1999) također navode da gljive uzročnici promjene boje drva razaraju jažice i tako povećavaju permeabilnost. Petrović (1980) tvrdi da plavilo nema znatnijeg utjecaja na promjenu fizičkih i mehaničkih svojstava ako je obojeno drvo izolirano od vlage. U protivnome neka fizička svojstva (permeabilnost i bubrenje) mogu biti znatno povećana. On također navodi da se gustoća drva može smanjiti i do 12 %, a čvrstoća na udar i do 75 %. Eaton i Hale (1993), Croan i Highley (1996), Glavaš (1999) tvrde da zbog zaraze drva gljivama uzročnicima promjene boje nema bitne razlike u mehaničkim svojstvima drva, a Despot (1996, 1998b) te Despot i Trajković (2000) navode da gljiva *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler u svojim ranim razvojnim stadijima uzrokuje plavilo, ali u kasnijim stadijima razvoja uzrokuje meku trulež i tada može

znatno umanjiti mehanička svojstva drva. Fojutowski (2002, 2003) u istraživanju gljive *Ceratocystis imperfecta* Mill. et Grenz na bijelom boru (*Pinus sylvestris* L.) dolazi do zaključka da *C. imperfecta* ima velik utjecaj na smanjenje nekih mehaničkih svojstava drva.

Eaton i Hale (1993) razdvajaju ksilofagne gljive uzročnike promjene boje drva na vrste koje mijenjaju prirodnu boju drva na netom srušenim stablima i izrađenim trupcima, nazivajući ih *sapstain*, od ksilofagnih gljiva uzročnika promjene boje drva na ugrađenom drvu i drvu u upotrebi, nazivajući ih *bluestain*, a Glavaš (1999) razlikuje tri vrste plavila: *primarno* - zaraza koja se širi preko čela, okoranih dijelova ili rana u bjeljiku još dubećega ili posječenog stabla (trupaca); *sekundarno* - razvija se na netom ispiljenoj građi, a oboje se samo unutrašnji dijelovi, dok se na površini vide samo mrlje ili crte koje zalaze u drvo, *tercijarno* - nastaje na obrađenom i ugrađenom drvu u upotrebi.

Eaton i Hale (1993) objašnjavaju da obojenje trupaca (*sapstain*) može nastati na dva načina: zbog boje hifa i zbog izlučivanja gljivičnih egzopigmenata u okolno staniče drva. Oni navode da neke vrste iz rodova *Chlorosplenium* i *Trichoderma* uzrokuju zelenu, neke vrste iz roda *Cytospora* žutu diskoloraciju drva, a vrste iz roda *Thielaviopsis* uzrokuju smeđe obojenje. Hife pak mnogih vrsta gljiva većinom su smeđe pa je drvo zahvaćeno takvim hifama zbog interferencije plave do crnoplave boje (Petrović, 1980, Glavaš, 1999).

Petrović (1980) navodi da diskoloracija drva nastaje i zbog boje pojedinih organa gljiva. Tako neke vrste gljiva iz roda *Fusarium* oboje zaraženo drvo crvenom bojom, gljive iz rodova *Penicillium*, *Aspergillus*, *Verticillium*, *Trichoderma* daju drvu zelenu ili žutu boju, a vrste iz rodova *Alternaria*, *Hormodendron*, *Cladosporium*, *Graphium*, *Bispora* i dr. uzrokuju plavo do crnoplavo obojenje zaraženog drva. On spominje razliku u površinskom i dubinskom obojenju drva te ono ovisi o sadržaju vlage zaraženog drva dok Glavaš (1999) navodi da dubina obojenja ne ovisi primarno o vlazi drva već o vrsti gljiva kojima je drvo zaraženo. Tako se vrste iz rodova *Penicillium* i *Trichoderma* često pojavljuju na bjeljici, njihove se konidije razvijaju samo na površini i ne prodire dublje u tkivo drva, za razliku od 'ofiostomatoidnih' gljiva koje prodire duboko u drvo. Neke pak vrste rodova *Cladosporium* i *Alternaria* razvijaju brojne konidije na površini drva, ali ulaze i u dubinu te ga oboje (Glavaš, 1999). Petrović (1980) također naglašava da dubinsko obojenje nastaje ne samo zbog postojanja obojenih hifa u lumenima stanica već i zbog raznih oksidacijskih procesa pri prehrani gljive staničnim sadržajem.

2.3 Najpoznatije vrste gljiva koje uzrokuju promjenu boje drva

2.3 The most important staining fungi

Eaton i Hale (1993) pri podjeli plavila pod tipom *sapstain* razumijevaju promjenu boje na netom srušenim stablima i izrađenim trupcima. U tu skupinu pripa-

da primarno plavilo (stabla, trupci) i sekundarno plavilo (svježe piljenice) (prema Glavašu, 1999). U *bluestain* - ubrajaju promjenu boje drva u upotrebi, a pripada mu *tercijarno plavilo* (obrađeno i ugrađeno drvo). Radi bolje preglednosti, za daljnju analizu rodova i vrsta gljiva uzeta je podjela na *sapstain* i *bluestain*.

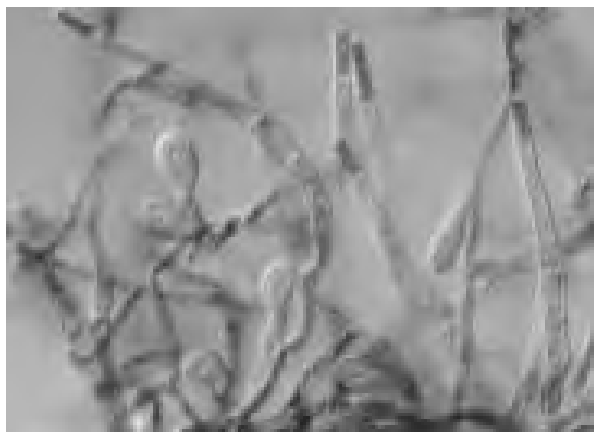
2.3.1 Vrste koje uzrokuju promjenu boje na trupcima (sapstain)

2.3.1 Sapstain causeing fungi

Najčešće izolirane i navođene vrste ksilofagnih gljiva koje uzrokuju promjenu boje drva svježe posječenih stabala i trupaca pripadaju porodici *Ophiostomataceae*, redu *Microascales*, razredu *Plectomycetes*, pododjelu *Ascomycotina*, i pododjelu *Deuteromycotina*, razredu *Coelomycetes*, redu *Sphaeropsidales*. U daljnjem tekstu dan je pregled rodova i vrsta.

a) Rod *Ceratocystis* Ellis & Halst.:

Rod je karakterističan po tome što vrste gljiva stvaraju tamne kleistotecije koji sadržavaju askuse što se brzo razgrađuju i na taj način pasivno oslobađaju askospore. Kleistoteciji imaju uspravan, cilindrično izduženi vrat koji na vrhu nosi "paketić" askospora u obliku kapljice (sl. 2). Askospore su sitne, jednostanične, a mogu biti prozirne ili obojene.

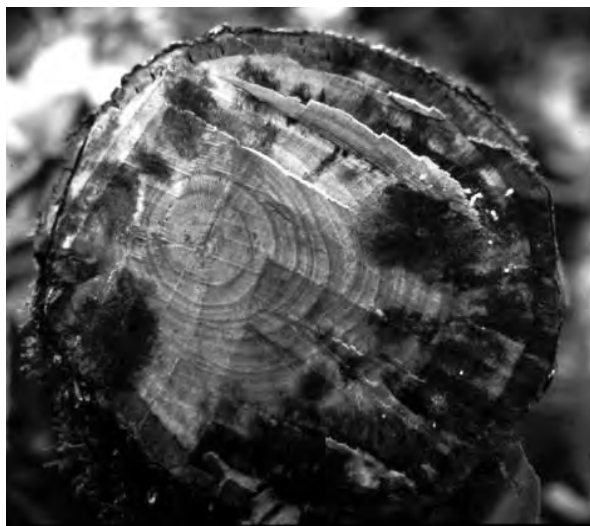


Slika 2. Konidije i endokonidiofori gljive *Ceratocystis* sp. (www.ento.vt.edu)

Figure 2 Conidia and Conidiophores of *Ceratocystis* sp.

Vrste gljiva tog roda imaju nesavršene oblike pa se mnogi mikolozi i fitopatolozi razilaze u mišljenjima glede klasifikacije i identifikacije pojedinih vrsta među rodovima *Ceratocystis*, *Ceratocystiopsis* i *Ophiostoma* (Upadhyay, 1993; Samuels, 1993; Wingfield 1993; Seifert i Okada, 1993).

Tri najpoznatije vrste roda *Ceratocystis* jesu *C. coerulescens* (Münch) Bakshi, *C. pilifera* (Fries : Fries) *C. Moreau* (sinonim *Ophiostoma piliferum* (Fries : Fries) H. & P. Sydow i *C. imperfecta* Mill. et Grenz. Sve tri vrste uzrokuju plavilo trupaca, a *C. coerulescens* može drvo obojiti i u zelenu odnosno zelenoplavu boju (sl. 3), dok *C. imperfecta* znatno utječe na slabljenje mehaničkih i promjenu nekih fizičkih svojstava drva (Fojutowski, 2002).



Slika 3. Razvijena plodonosna tijela gljiva *Ceratocystis* spp. (www.ento.vt.edu)

Figure 3 Fruit bodies of *Ceratocystis* spp.

Vrlo važna karakteristika tog roda jest da su vrste gljiva izuzetno dobri simbiotski organizmi s kukcima potkornjacima (*Scolytidae*) i bjeljekarima (*Lictyidae*) te s 'grupom ambrosia kukaca' (porodice: *Platypodidae*, *Lymexylidae*) (Upadhyay, 1993). Vidljive su na crno obojenim stijenkama hodnika kukaca i nazivaju se ambrozija gljivice.

Kako su vrlo dobro prilagođene prijenosu pomoću kukaca, lako zaraze svježe trupce i dubeća stabla. Kukci mogu širiti gljive noseći spore na površini svog tijela ili u specijaliziranim organima (kao simbiote) ili pasivno - vjetar ili voda nanesu spore u ulazne/izlazne otvore. Neke vrste gljiva toga roda jaki su patogeni i uzrokuju znatne štete. Osim kukcima prenose se uz pomoć vjetra i vode.

b) Rod *Ophiostoma* H. & P. Sydow

Kako su vrste gljiva tog roda na prvi pogled ekološki i morfološki gotovo identične vrstama roda *Ceratocystis*, također uzrokuju plavilo trupaca, a šire se vjetrom, kišom i kukcima (Samuels, 1993; Upadhyay, 1993. i Glavaš, 1999) tako da su ujedno i patogeni. Zaraza se može razviti dok je stablo još živo, kao i na trupcima, u sastojini ili na stovarištu pilane. S obzirom na to da zaražavaju i živa stabla i pri tome uzrokuju razne ekonomski značajne bolesti i probleme, svrstavaju se u ekonomski izrazito važne patogene.

Najpoznatije vrste tog roda su *O. piceae* (Münch) H. et P. Syd., *O. minus* (Hedgcock) H. et P. Syd. i *O. piliferum* (Fries) H. et P. Syd. koje uzrokuju plavu do crnoplavu boju (Glavaš, 1999).

c) Rod *Lasioidiplodia* Ellis & Everh. (*Botryodiplodia* (Sacc.) Sacc.)

Vrste roda *Lasioidiplodia* stvaraju tamno obojene piknide u kojima se nalaze smeđe dvostanične elipsaste konidije. Konidije se izdvajaju iz vrata piknida u debelu svijetlosmeđu masu. Najčešća vrsta tog roda je *L. theobrome* (Patouillard) Griffon et Maublanc (*B. theobrome* Patouillard), a uzrokuje plavilo na svijetlim tvrdim listačama (Eaton i Hale, 1993).

d) Rod *Sphaeropsis* Sacc.

Gljiva *S. sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (*Diplodia pinea* (Desm.) Kickx) tijekom razvoja stvara plodonosna tijela piknide (sl. 4), koje su uložene u tkivo drva pojedinačno ili u grupi, često vidljive na površini, septirane ili agregirane, okrugle, tamnosmeđe do crne boje (Diminić, 1997). Gljiva ne razvija konidiofore. Konidije su ravne, duguljaste, u početku žućkaste, a kasnije tamnosmeđe. Kako je vrlo rasprostranjena u svijetu, gotovo je redovito jedan od uzročnika plavila na borovim trupcima (sl. 5), ali i na drugim četinjačama. Može se naći u različitim tkivima stabla, od izbojaka i grana, bjeljike i srži, sve do češera i sjemena.



Slika 4. Piknide i piknospore gljive *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (www.forst.uni-muenchen.de)

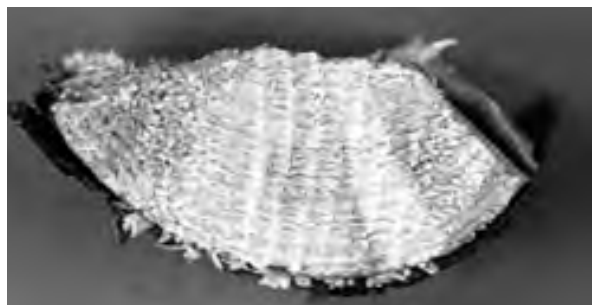
Figure 4 Pycnidies and Pycnospores of *S. sapinea*

Prema Diminiću (1997), spore se prenose vjetrom, kišom i kukcima, a najveća reprodukcija spora dogodi se 16 tjedana nakon razdoblja s najviše oborina u vegetacijskoj godini. Za klijanje spora potrebna je velika relativna vlaga zraka.

2.3.2 Vrste koje uzrokuju promjenu boje na obrađenom drvu u upotrebi (bluestain)

2.3.2 Bluestain causing fungi

Najveći broj vrsta ksilofagnih gljiva koje uzrokuju promjenu boje obrađenog drva i drva u upotrebi pri-



Slika 5. Promjena boje na borovini (*Pinus* sp.) uzrokovana gljivom *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (www.forst.uni-muenchen.de)

Figure 5 Sapstain in pine wood (*Pinus* sp.) caused by *S. sapinea*

padaju pododjelu *Deuteromycotina*, razredu *Hyphomycetes*.

Kako nema strogih granica u podjeli između uzročnika plijesni, uzročnika promjene boje i uzročnika meke truleži, rodovi i njihove vrste navedeni su i obrađeni prema sukcesivnom slijedu napada i razvoja na obrađenom drvu i drvu u upotrebi. U daljnjem tekstu dan je pregled rodova i vrsta.

a) Rod *Penicillium* Link ex Fr.

Micelij vrsta gljiva tog roda svijetlozelene je do tamnozelenoplave (tirkizne) boje i praškast (sl. 6), s donje strane taman do crn. Konidiofori su tipičnog oblika "metlice" pojedinačno ili u skupinama. Konidije su bezbojne ili svijetlo obojene, jednostanične, ovalne ili okrugle, nakupljene u malim vršnim skupinama (Despot, 1996). Vrste tog roda ponajprije uzrokuju plijesan, no u razvoju vrlo često uzrokuju i promjenu boje, pri čemu oboje drvo u žutu do zelenu boju (Petrović, 1980).

b) Rod *Aspergillus* Link ex Fr.

Krem, žuti ili svijetložuti, rijetko zelenkasti ili smeđi micelij karakteristika je vrsta gljiva tog roda. Na okruglastim završecima konidiofora smještene su jednostanične, ovalne ili okrugle, bezbojne ili svijetlo



Slika 6. Gljiva *Penicillium* sp. - izolirana iz L-spoja, a potom uzgojena na hranjivoj podlozi (Despot 1996, snimio B. Hrašovec)

Figure 6 Fungus *Penicillium* sp. - isolated from L-joint, and then grown on nutrient agar (Despot 1996, by B. Hrašovec)

obojene konidije. Konidiofori su relativno lako prepoznatljivi jer podsjećaju na cvijet maslačka (sl. 7) (Despot, 1996).

Osim plijesni, vrste tog roda uzrokuju i promjenu boje (prema Despotu, 1996 - tamno-smeđe do crno obojenje, a prema Petroviću, 1980 - žutu do zelenu boju).

c) Rod *Trichoderma* Pers.

Tamnozeleno i brzo rastuće vrste gljiva ovog roda imaju zelene "jastučice" - skupine spora nepravilno raspoređenih po površini hranjive podloge (sl. 8) (Despot, 1996). Jako razgranati konidiofori stoje pojedinačno ili u skupinama, a konidije su jednostanične, ovalne, bezbojne, nakupljene u malim vršnim skupinama. Taksonomija im je katkad komplicirana i često vodi ka neispravnoj identifikaciji (Eaton i Hale, 1993).

Vrste gljiva tog roda, osim što uzrokuju plijesan, znatno povećavaju poroznost zaraženog drva odnosno uzrokuju razgradnju celuloze. U uznapredovalom



Slika 7. Konidiofor i konidije gljive *Aspergillus* sp. (Despot 1996, snimio B. Hrašovec)
Figure 7 Conidia and Conidiophores of *Aspergillus* sp. (Despot 1996, by B. Hrašovec)



Slika 9. Konidiofor i konidije gljive *Cladosporium* sp. (Despot 1996, snimio B. Hrašovec)
Figure 9 Conidia and Conidiophores of *Cladosporium* sp. (Despot 1996, by B. Hrašovec)



Slika 8. Gljiva *Trichoderma* sp. (Despot 1996, snimio B. Hrašovec)
Figure 8 Fungi *Trichoderma* sp. (Despot 1996, by B. Hrašovec)

stadiju razvoja te gljive mogu biti i uzročnici promjene boje (tamnosmeđe do crno obojenje). Neke od njih parazitiraju na ostalim gljivama pa se mogu stvarati poteškoće pri izolaciji i presađivanju (Despot, 1996). Seifert (1993) pak navodi da vrste tog roda nisu osobito važne gljive plavila, jer je njihov rast površinski te ne oboje drvo dubinski.

d) Rod *Cladosporium* Link:Fr.

Konidiofori vrsta gljiva tog roda su uspravni, na krajevima nepravilno razgranati i čvorasti (sl. 9). Konidije su im smeđe, jednostanične ili dvostanične, elipsastog ili valjkastog oblika. Na hranjivoj podlozi te gljive proizvode tamnozeleni micelij te ih odlikuje brz rast (Despot, 1996). Osim plavila, vrste gljiva tog roda uzrokuju i plijesan u ranim stadijima razvoja upravo na drvu u upotrebi.

Vrsta *C. resiniae* (Lindau) de Vries (*Hormoconis resiniae* (Lindau) von Arx & de Vries) bez većih poteškoća zarazi čak i kreozotom zaštićeno drvo, a vrste *C. cladosporioides* (Fresenius) de Vries i *C. sphaerospermum* Penzig napadaju tekstil i drvo površinski zaštićeno bojom (Eaton i Hale, 1993). Fojutowski (2002, 2003) u svojim istraživanjima dokazuje da se drvu bijelog bora nakon 12 mjeseci izlaganja gljivi *C. herbarum* Pers. ex Fries statistički znatno smanjuje tlačna i torzijska čvrstoća, dok mu u isto vrijeme apsorpcija znatno poraste.

e) Rod *Stemphylium* Wallr.

Gljive tog roda oblikom konidija vrlo su slične vrstama gljiva iz roda *Ulocladium* Preus. pa ih je katkad teško razlikovati, a uzrokuju i plavilo. Despot (1996) u svom radu navodi taj rod (sl. 10) kao "ostale vrste gljiva koje uzrokuju promjenu boje".

f) Rod *Aureobasidium* Viala et Boyer

Hife su im nepravilnog oblika, bezbojne, a starije stvaraju izrazito crni pigment (sl. 11) (Eaton i Hale, 1993). Na bočnim površinama konidiogenih hifa stvaraju se jednostanične konidije elipsoidnog oblika (sl. 11). Gljive tog roda pripadaju razredu



Slika 10. Konidiofori i konidije gljive *Stemphylium* sp. (Despot 1996, snimio B. Hrašovec)
Figure 10 Conidia and Conidiophores of *Stemphylium* sp. (Despot 1996, by B. Hrašovec)

Hyphomycetes, ali zbog micelija nalik na bakterijsku koloniju neki ih svrstavaju i u razred *Blastomycetes* istog pododjela *Deuteromycotina* (Eaton i Hale, 1993). Najpoznatija vrsta tog roda upravo na drvu u upotrebi (drvenoj građevnoj stolariji) jest *Aureo-basidium pullulans* (de Bary) Arnaud.

A. pullulans se odlikuje crnim "natečenim" pseudomicelijem unutar supstrata (sluzav ako je uzgojen na hranjivoj podlozi; Despot, 1996). Schoeman i Dickinson (1997) u svojim istraživanjima dolaze do zaključka da je gljiva sposobna preživjeti i hraniti se fotodegradacijom razorenim segmentima lignina koji nastaju na površini ugrađene građevne stolarije, a Biely i sur. (1979) pak navode da je gljiva sposobna

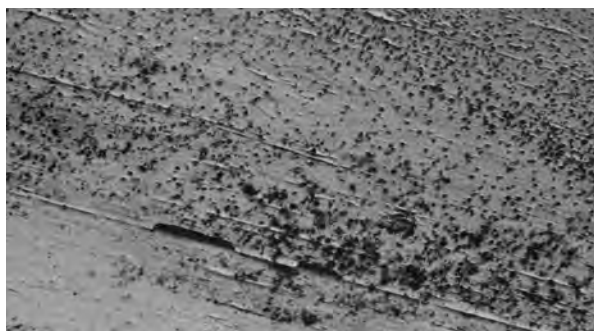


Slika 11. Konidiofori i konidije gljive *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud.

(Despot 1996, snimio B. Hrašovec)

Figure 11 Conidia and Conidiophores of *A. pullulans* (Despot 1996, by B. Hrašovec)

razarati i hemicelulozu, pa je opravdano posumnjati da *A. pullulans* može oštetiti strukturu drva i smanjiti njegova mehanička svojstva. Kako je navedeno, najčešće se pojavljuje na va-njskoj drvenoj stolariji, gdje često "probija" nalič i izbija na površinu drva (sl. 12. i 15), pri čemu uzrokuje karakterističnu crnu boju (Despot, 1996). Inače je najčešći uzročnik plavila.



Slika 12. Probijanje naliča i izlazak na površinu gljive *Aureobasidium* sp. (Bravery i sur., 1992)

Figure 12 Coating break out by *Aureobasidium* sp. (Bravery et al. 1992)

g) Rod *Alternaria* Nees ex Wallroth

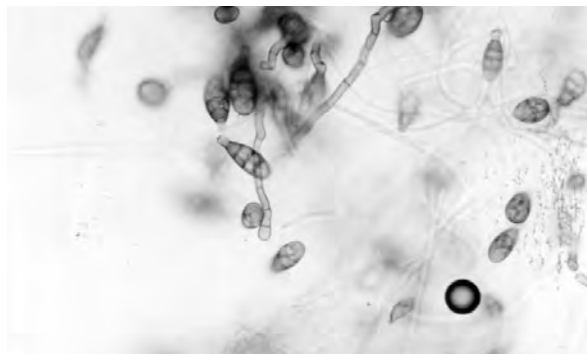
Hife gljiva tog roda odlikuju se brzim rastom, svijetlosive su do sivozelenkaste boje, a u kasnijim razvojnim stadijima mogu imati svjetliju aureolu (Despot, 1996; Despot i Trajković, 2000). Micelij je pun konidija (sl. 13), a s donje je strane taman do potpuno crn (Despot, 1996).

Najpoznatija vrsta tog roda upravo na drvu u upotrebi (drvenoj građevnoj stolariji) jest *A. alternata* (Fr.) Keissler (*A. tenuis* Nees.). Konidije su joj karakterističnog oblika (sl. 13), nalik na bočice ovalnog dna i kratkog vrata. Unutrašnjost konidija je smeđa i septirana, dok su konidiofori jednostavni i pigmentirani (Despot, 1996).

A. alternata (Fr.) Keissler se, kao i *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud, najčešće pojavljuje upravo na vanjskoj drvenoj stolariji te je uzročnik plavila (Eaton i Hale, 1993), no u kasnijim stadijima razvoja uzrokuje i meku truleži (soft rot) (Despot, 1996, 1998b).

h) Rod *Phialophora* Medlar.

Micelij joj sporo raste, žut je, a konidiofori su joj tamni, kratki, jednostavni ili razgranati. Konidije su bezbojne do tamne, jednostanične, ovalne do elip-

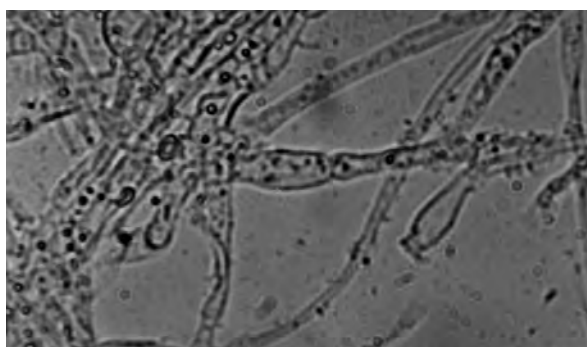


Slika 13. Konidiofori i konidije gljive *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler., uzročnika plavila (Despot 1996, snimio B. Hrašovec)

Figure 13 Conidiophores and Conidia of *A. alternata* (Despot 1996, by B. Hrašovec)

soidne, sitne (sl. 14). Vrste gljiva iz tog roda, prema mnogim mikolozima, pripadaju uzročnicima promjene boje drva u upotrebi, ali su i česti uzročnici meke truleži (Eaton i Hale, 1993; Despot, 1996).

P. hoffmanii (van Beyma) Schol-Schwarz. kao jedna od najpoznatijih vrsta roda bila je predmet ispitivanja mnogih autora kao uzročnik meke truleži. Eaton i Hale (1993) navode rezultate nekih radova: spororastuća je vrsta gljiva, uzrokuje smanjenje gustoće bukovih uzoraka (u laboratorijskim uvjetima) od 16 % za 12 tjedana, a 31 % za 16 tjedana. Autori navode da su neke vrste tog roda imune na CuSO_4 u hranjivoj podlozi do koncentracije od 7 %.

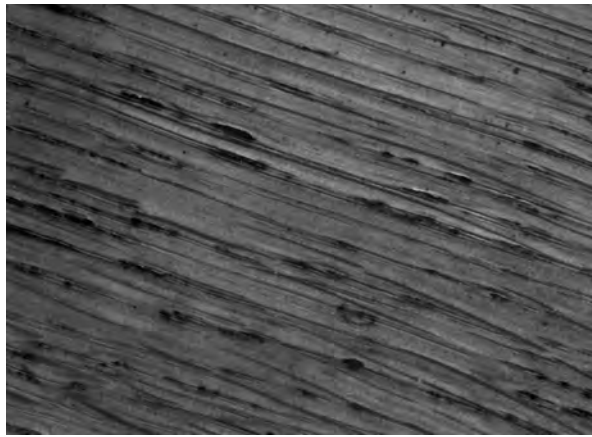


Slika 14. Konidiofori i konidije gljive *Phialophora* sp. (Despot 1996, snimio B. Hrašovec)

Figure 14 Conidiophores and Conidia of *Phialophora* sp. (Despot 1996, by B. Hrašovec)

3 ZAKLJUČCI 3 CONCLUSIONS

Za gljive plavila optimalni se sadržaj vlage kreće u rasponu od 60 do 80 %. Razvoju pogoduju ujednačeniji uvjeti temperature i relativne vlage zraka (i s nižim prosječnim vrijednostima temperature). Optimalna je temperatura od 20 do 25 °C.



Slika 15. Probijanje zaštitnog premaza i promjena boje na vanjskoj drvenoj stolariji (Bravery i sur., 1992)

Figure 15 Coating break out and wood discoloration in wooden joinery (Bravery et al. 1992)

Plijesni po pravilu ne mijenjaju fizička svojstva drva. No veći broj njih u kasnijim razvojnim stadijima uzrokuju promjenu boje, najčešće samo površinsku. Najpoznatije plijesni pripadaju rodovima *Aspergillus*, *Penicillium* i *Trichoderma*. Neke plijesni iz roda *Trichoderma* povećavaju i permeabilnost drva. Vrste gljiva plavila iz rodova *Aureobasidium*, *Alternaria* i *Phialophora*, osim što uzrokuju promjenu boje, uzrokuju i meku trulež - smanjuju gustoću, a na taj način i neka mehanička svojstva drva. Sve navedene vrste gljiva najčešće se šire vjetrom i kišom, a vrste iz rodova *Ceratocystis*, *Ceratocystiopsis*, *Ophiostoma* i *Sphaeropsis* prilagođene su širenju i uz pomoć kukaca i na fiziološki živim stablima jaki su patogeni.

Ton i boja zaraženog drva ovisi o boji pojedinih organa gljiva i o kemijskim (oksidacijskim) procesima u parenhimskom staniću. Dubina obojenja ovisi o sadržaju vlage drva (površinsko - do 10 mm i dubinsko - preko 20 mm), kao i o vrsti gljive kojom je drvo zaraženo.

Dosadašnja praktična shvaćanja plavila kao "samo estetske greške" treba uzimati s oprezom te nastojati smanjiti mogućnost zaraze drva gljivama plavila u svim etapama njegove obrade i upotrebe jer je, ovisno o vrsti gljive i stadiju njezina razvoja, zaraženo drvo manje ili više razoreno i upotreba mu je ograničena.

Održavanjem sadržaja vode drva iznad ili ispod za gljive povoljne razine uspješno se i bitno smanjuju štete i opasnosti od napada. Smanjenjem količine hranjivih tvari, tj. rušenjem stabala, izradom trupaca i njihovom daljnjom obradom u vremenu kada vegetacije nema ili neposredno prije početka vegetacije (zimsko razdoblje) također se efikasno smanjuje mogućnost i intenzitet zaraze. Za ugrađeno drvo u upotrebi treba birati ona mjestna primjene zarazi podložnih vrsta drva (ili dijelova trupaca/piljenica) gdje je mogućnost stvaranja povoljnih uvjeta za razvoj gljiva plavila minimalna.

4 LITERATURA 4 REFERENCES

1. Biely, P., Kratky, Z., Petrakova, E., Bauer, S., 1979.: Growth of *Aureobasidium pullulans* on waste water

2. hemicelluloses, *Folia Microbiologica*, 24 (4):328-33.
2. Bravery, A., F., Berry, R., W., Carey, J., K., Cooper, D., E., 1992.: Recognising wood rot and insect damage in buildings, Building Research Establishment, Garston, Watford, UK, 115 pages.
3. Croan, S., C., Highley, T., L., 1996.: Fungal removal of wood sapstain caused by *Ceratocystis coeruleascens*, *Material und Organismen* 30. Bd. 1/1996.
4. Despot, R., Trajković, J., 2000.: *Alternaria alternata* Najčešća gljiva uzročnik promjene boje i meke truleži u jelovoj građevnoj stolariji, Međunarodno savjetovanje: Drvo u graditeljstvu, Zagreb.
5. Despot, R., Glavaš, M., 1999.: *Gleophyllum trabeum* and *Gleophyllum abietinum*, the most frequent brown rot fungi in fir wood joinery, IRG 30th Annual Meeting in Rosenheim Germany, IRG/WP 99 - 10319.
6. Despot, R., 1998a: Mechanism of fir wood joinery; Part I: Exposure conditions, moisture content and permeability, *Drvna industrija* 49 (2) 67-80.
7. Despot, R., 1998b: Mechanism of fir wood joinery; Part II: Sequence and intensity of attack of microorganisms, *Drvna industrija* 49 (3) 135-144.
8. Despot, R., 1996.: Prilog poznavanju mehanizma infekcije i truljenja jelove građevne stolarije, disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
9. Diminić, D., 1997.: Istraživanje gljive *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton na borovima u Hrvatskoj, disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
10. Eaton, A., R., Hale, M., D., C., 1993.: Wood, decay, pests and protection, Chapman & Hal, London, UK, 546 pages.
11. Fojutowski, A., 2003.: The selected properties of Scots pine wood blue-stained by fungus *Cladosporium herbarum*, IRG 34th Annual Meeting in Brisbane, Australia, IRG/WP 03-10484.
12. Fojutowski, A., 2002.: The influence of cosing primary blue-stain fungus *Ceratocystis imperfecta* on selected properties of Scots pine wood, IRG 33th Annual Meeting in Cardiff, Wales UK, IRG/WP 02-10425.
13. Glavaš, M., 1999.: Gljivične bolesti šumskog drveća, Šumarski fakultet Zagreb, 281 stranica.
14. Glavaš, M., 1996.: Osnove šumarske fitopatologije, Šumarski fakultet Zagreb, 140 stranica.
15. Petrić, B., Despot, R., Trajković, J., 1995.: Zaštita drva i europski propisi, *Drvna industrija*, 46 (3) 80-85.
16. Petrović, M., 1980.: Zaštita drveta II, Trulež i obojenje drveta, Naučna knjiga Beograd, 440 stranica.
17. Samuels, G., J., 1993.: The case for distinguishing *Ceratocystis* and *Ophiostoma*, Chapter 2 u knjizi *Ceratocystis* and *Ophiostoma*, APS Press, St. Paul, Minnesota, 15-20.
18. Seifert, K., A., Okada, G., 1993.: *Graphium anamorphs* of *Ophiostoma* species and similar anamorphs of other *Ascomycetes*, Chapter 4 u knjizi *Ceratocystis* and *Ophiostoma*, APS Press, St. Paul, Minnesota, 27-41.
19. Schoeman, M., Dickinson, D., 1997.: Growth of *Aureobasidium pullulans* on lignin breakdown products at weathered wood surfaces, *Mycologist*, 11 (4) 168-172.
20. Upadhyay, H., P., 1993.: Classification of the ophiostomatoid fungi, Chapter 1 u knjizi *Ceratocystis* and *Ophiostoma*, APS Press, St. Paul, Minnesota, 7-13.
21. Wingfield, M., J., 1993.: Problems in delineating the genus *Ceratocystiopsis*, Chapter 3 u knjizi *Ceratocystis* and *Ophiostoma*, APS Press, St. Paul, Minnesota, 21-25.

Corresponding address:

MARIN HASAN, BSc

Department of Wood Science
Faculty of Forestry, University of Zagreb
P.O. Box 422
10002 Zagreb
CROATIA
hasan@sumfak.hr

Goran Mihulja, Andrija Bogner¹

Čvrstoća i trajnost lijepljenog drva Dio I: Činitelji čvrstoće lijepljenog drva

Strength and durability of glued wood Part one: Factors of glued joint strength

Pregledni rad • Review paper

Prispjelo - received: 20. 5. 2005. • Prihvaćeno - accepted: 5. 12. 2005.

UDK 630*824.42; 630*824.51; 630*824.52

SAŽETAK • Rad obuhvaća područje osnovnog znanja o ljepilima i lijepljenju, te uključuje raspravu o činiteljima koji utječu na čvrstoću i trajnost slijepjenih spojeva od drva. Raspravlja se o poznatim fizikalnim i kemijskim procesima koji se pojavljuju pri nastajanju lijepljenog spoja, kao i svojstvima drva i ljepila koji su ključni za izradu spoja, te o procesima lijepljenja drva. Istraživanje je provedeno na temelju znatnog broja različitih pristupa brojnih istraživača kako bi se mogli uspoređivati rezultati i njihove diskusije o tim rezultatima te donijeti objektivni zaključci o sustavima lijepljenja drva. To su temeljna znanja o lijepljenju drva koja je potrebno uzeti u obzir uvijek kada se koristimo drvom jer je danas gotovo nemoguće zamisliti proizvode od drva, odnosno racionalnu uporabu drva bez postupka lijepljenja. Cilj rada je prikazati kompleksnost sustava lijepljenja drva i upozoriti na važne detalje u procesu lijepljenja koji utječu na čvrstoću i trajnost slijepjenog spoja.

Ključne riječi: adhezija, lijepljeni spoj, ljepilo, supstrat, čvrstoća lijepljenja, lomna površina

ABSTRACT • This article presents the basic knowledge about the adhesives and gluing technique, and also discusses the factors which influence glued joint strength and durability. Some physical and chemical processes which take place in adhesion are explained and discussed. Some important properties of adhesives and wood which are involved in adhesion are also mentioned. The results of many researchers are compared, and discussed. Sticking wood together is a permanent experience in woodworking industry. Thus, the field of adhesives is very important for wood and their application, and has significant technical and economical implications. The aim of this paper is to present the complexity of adhesion phenomena, focusing on many important factors which affect adhesion.

Key words: adhesion, glued joint, adhesives, substrate, glued joint strength, fracture area

1 UVOD 1 INTRODUCTION

Lijepljenje zahtjeva poznavanje procesa i raspolaganje znanjima iz kemije, fizike, reologije, čvrstoće materijala, znanosti o površinama, termodinamike, uz napor da se postigne uspješna veza i da se spoj održi.

Lijepljenje drva uvelike se razlikuje od lijepljenja drugih materijala. Kompleksnost građe drva glavni je uzrok velike raznolikosti, jer je složenost takvih sustava dodatno povećana nizom činitelja. Svi su oni međusobno povezani i ako ih zamislimo kao karike, tvore svojevrsan lanac čvrstoće spoja, a lom će nastati na najslabijoj karici. To nas navodi na zaključak da je u

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

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

procesu lijepljenja važan svaki detalj. No i uz najbrižnije vođen proces lijepljenja nikad ne postizemo maksimalnu čvrstoću spoja (Blomquist, 1963).

Stvarnu čvrstoću spoja teško je izmjeriti i još teže izračunati. Provođenje mjerenja potencijalno ipak donosi manja odstupanja od stvarnih iznosa čvrstoće ako u metodama ispitivanja pažljivo odaberemo procese primjene sile na slijepljeni spoj. Da bismo mogli odabrati najbolji proces, potrebno je poznavati slijepljeni spoj odnosno činitelje koji utječu na uspješno lijepljenje drva.

2 ČINITELJI ČVRSTOĆE LIJEPLJENJA DRVA 2 FACTORS OF GLUED JOINT STRENGTH

Čvrstoća lijepljenja drva jest otpornost na razdvajanje slijepljenog spoja. Slijepljeni drveni spoj ima drugačija mehanička svojstva od materijala od kojih je sastavljen. Dakle, govorimo o čvrstoći, odnosno svojstvima slijepljenih spojeva.

Trajnost slijepljenog spoja svojstvo je spoja da tijekom vremena zadržava svoju čvrstoću.

Kvalitetno slijepljen spoj imat će visoku čvrstoću i trajnost samo ako se u procesu lijepljenja poštuju svi činitelji koji na to mogu utjecati, a koji ovise o obilježjima drva, ljepila i procesa lijepljenja.

2.1 Kvašenje površine drva ljepilom 2.1 Wettability of wooden surface

U procesima lijepljenja drva može se ostvariti dobra veza ako tekuće ljepilo dobro kvasi površinu drva koje želimo zaljepiti. Na taj će se način ostvariti potreban bliski kontakt između molekula polimernog materijala koji rabimo kao ljepilo i površine drva, pa će to omogućiti stvaranje zadovoljavajućih adhezijskih veza. Fenomen kvašenja, a s tim u vezi i površinska energija drva, te površinska napetost ljepila, posljedica su djelovanja molekularnih sila. Još je 1805. godine Thomas Young otkrio da sićušne kapi različitih tekućina poprimaju različite oblike na krutoj podlozi. Stoga je kut između tangente povučene na profil kapi u točki gdje se ona dodiruje s površinom podloge i same površine podloge različit. Taj je kut označen s θ i zove se kut kvašenja. Kvašenje je to bolje što je kut kvašenja manji (Bogner, 1993a).

Na kvašenje površine drva utječu mnogi činitelji. Poznato je, naime, da se svježije obrađene površine drva bolje kvase te da su slijepljeni spojevi čvršći. Također

je poznato da na kvašenje utječe i čistoća površine. Masne i nečiste površine slabije se kvase, pa će i čvrstoća spoja biti slabija. No i u samoj građi drva mogu se naći sastojci koji zbog svoje niske površinske energije otežavaju kvašenje, pa time smanjuju adheziju (smola, voskovi, ulja).

Na kvašenje utječe i hrapavost površine drva. Ako tekućina dobro kvasi određenu površinu, tada hrapavost može pogodovati tom procesu, i obrnuto. S hrapavošću se mijenja slobodna površinska energija drva i ona je to veća što je veća hrapavost u granicama nekih pokusa (Bogner, 1995).

Utvrđena je korelacija između kvašenja i kvalitete lijepljenja te se mjerenjem kvašenja nekih vrsta drva ljepilom mogu odrediti mogućnosti lijepljenja (Bodig, 1962).

Da bismo poboljšali kvašenje, moramo povećati površinsku energiju drva ili smanjiti površinsku napetost ljepila toliko da adhezija bude maksimalna.

2.2 Utjecaj ljepila 2.2 Adhesive influence

Ljepilo utječe na čvrstoću lijepljenja svojim fizičkim svojstvima koja se mogu podijeliti prema dvjema vremenskim zonama djelovanja. Prvu čine svojstva koja utječu na formiranje lijepljenog spoja, a drugu ona koja utječu na čvrstoću nakon otvrdnjavanja ljepila.

Glavno fizičko svojstvo ljepila koje utječe na formiranje lijepljenog spoja jest kvašenje. Kvašenje je posljedica adhezije, penetracije i razlijevanja ljepila. Utjecaj tih činitelja ovisi o površinskoj napetosti adheziva. Stoga treba odrediti optimalnu površinsku napetost koja će najbolje odgovarati stanju površine drva, odnosno sustavu obrade te površine. Kao kriterij za određivanje optimalne površinske napetosti adheziva pogodan je adhezijski rad W_a (Bogner, 1995). On ovisi o slobodnim energijama međupovršina (Herczeg, 1965) i može se predočiti jednadžbom:

$$W_a = \gamma_{S,G} + \gamma_{L,G} - \gamma_{S,L} \quad (1)$$

pri čemu je:

$\gamma_{S,G}$ - slobodna površinska energija drva (krutine) u dodiru sa zrakom G

$\gamma_{L,G}$ - površinska napetost ljepila (kapljevine) u dodiru sa zrakom G

$\gamma_{S,L}$ -energija međupovršine drvo - ljepilo (krutina - kapljevine).



Slika 1. Ravnotežni oblik kapi i kut kvašenja
Figure 1 Drop equilibrium shape and wetting angle

Budući da je pomoću jednadžbe (1) teško izračunati adhezijski rad jer su veličine $\gamma_{S,G}$ i $\gamma_{S,L}$ teško mjerljive, adhezijski se rad obično izračunava pomoću jednadžbe (2) iz kuta kvašenja i površinske napetosti tekućine koja kvasi krutinu:

$$W_a = \gamma_{L,G} (1 + \cos \Theta) \quad (2)$$

Slobodnu energiju površine moguće je mjeriti metodom koju je uveo W. A. Zisman 1963. godine, a koja se zasniva na mjerenju kuta kvašenja za niz tekućina različite, ali poznate vrijednosti površinske napetosti $\gamma_{L,G}$.

Bitan činitelj čvrstoće spoja jest kohezijska čvrstoća ljepila koja djeluje na čvrstoću nakon stvaranja slijepjenog spoja, odnosno počinje s trenutkom koji se definira kao otvrdnuto ljepilo. Kohezijska čvrstoća utječe na energiju loma, ovisno o debljini sloja ljepila (Ebewele i sur., 1979).

Kohezijska čvrstoća djeluje u sklopu još jednog fenomena vezanja, karakterističnoga za porozne materijale u sustavu lijepljenja, koji je u drva posebno izražen, a u literaturi je poznat kao *mehanička adhezija*. Definirati je možemo kao mjeru otpora smičnom naprezanju koja ovisi o penetraciji ljepila u makroskopske, mikroskopske i submikroskopske pukotine na površini drva i o kohezijskim silama između molekula otvrdnutog ljepila. Ona je zapravo dodatni činitelj lijepljenja drva koji se u većini drugih materijala ne pojavljuje. O penetraciji ljepila ovisi čvrstoća slijepjenog drvenog spoja. Stoga osjetno smanjenje čvrstoće spoja nastaje u ekstremnim uvjetima, kada je penetracija manja od 80 μm , a koncentracija ljepila manja od 1 g/g drva (White, 1977).

Ljepila se obično utežu za vrijeme otvrdnjavanja. To je važna nuspojava u sustavima lijepljenja drva koja nastaje zbog velikih unutrašnjih napreza-nja u spoju. Utezanje je prije svega posljedica gubi-tka hlapljivih komponenti pri otvrdnjavanju. Ali čak i 100-postotni reagensi imaju neko utezanje. U tablici 1. predložen je postotak utezanja za razne vrste ljepila.

Praktičan rezultat utezanja jest lom na površini lijepljenja te moguće pukotine i slobodne površine unutar same linije lijepljenja. Elastična su ljepila bolje prilagođena naprezanjima od krutih.

Dimenzije se ne mijenjaju samo pri formiranju slijepjenog spoja. Sve organske, polimerne adhezivne

molekule prolaze stalnu, toplinski izazvanu aktivnost u nekoliko smjerova odjednom. Veličina tih kretanja primarno je određena temperaturom, gipkošću lanaca, među vezama i u manjem opsegu, punilom i fizičkim naprezanjima. Poželjno je da spoj ima određenu gipkost ili mogućnost micanja jer to uključuje/određuje otpornost i tvrdoću adhezivnog filma. Prevelika gipkost, pak, može uzrokovati puzanje, tj. plastičan tok pod naprezanjem na kraju rezultira neuspjelim lijepljenjem. Važno je znati da razlike u rastezanju između materijala koji se lijepi i ljepila mogu dovesti do toliko velikih naprezanja na liniji spoja da određene veze čine riskantnim i/ili nemogućim (Schneberger, 1980).

Sloj ljepila formira se već pri njegovu nanošenju na jednu od ploha sljubnice. Nakon priljublivanja druge plohe i stezanja ljepilo se raspoređuje u sljubnici. Može se reći da povećanje debljine sloja ljepila redovito smanjuje čvrstoću spoja (Ljuljka, 1978). To je posljedica nekoliko činitelja. Pri dodiru s materijalom u tekućem ljepilu molekule se orijentiraju po površini na granici ljepilo - materijal. Ista orijentacija nastaje od površine ljepila u smjeru debljine njegova sloja. Ta je orijentacija ograničena i u debljem sloju ljepila, gdje ne ide cijelom debljinom, tako da u sredini ostane dio ljepila bez orijentiranih molekula. Budući da je područje s orijentiranim molekulama čvršće, u debljem sloju ljepila jedan je dio oslabljen pa otuda i manja čvrstoća.

U debljim slojevima ljepila unutrašnja su naprezanja veća zbog kontrakcije volumena u vremenu otvrdnjavanja. Ta naprezanja pogoršavaju adhezijsku vezu i uzrokuju pojavu mikropukotina te se čvrstoća spoja smanjuje. U debljem sloju broj mikrogrešaka je znatno veći, pa i to utječe na smanjenje čvrstoće spoja.

Spojevi s tanjom sljubnicom imaju veću krutost, nema velikih deformacija na krajevima sljubnica pa to povećava čvrstoću spoja.

Debljina sloja ljepila ima neku donju granicu ispod koje se čvrstoća smanjuje. Donja granica debljine ljepila ovisi o svojstvima određene vrste ljepila jer ona određuju načine apliciranja. Osnovni pokazatelj donje granice jest pojava *gladne* sljubnice, koja se očituje velikim gubitkom čvrstoće, a posljedica je isprekidanosti filma ljepila u sljubnici.

U tipično lošem spoju na oba se kraja pojavi delaminacija ili se cijela površina razdvoji. Pregled površine loma (pri delaminaciji) otkriva određena obi-

Tablica 1. Tipično utezanje za različite tipove adheziva
Table 1 Typically shrinkage for some adhesive types

Tip ljepila – Type of adhesive	Utezanje – Shrinkage, %
Akrlina	5-10
Anaerobna	6-9
Epoksidna	4-5
Uretani	3-5
Poliamidi (termoreaktivni)	1-2
Silikoni (otvrdnjavajući)	manje od 1

lježja. Na mekom drvu fine teksture, poput bije-log bora ili difuzno poroznoga tvrdog drva poput javorova, lomna površina djeluje glatko (sjajno), ali se pažljivim promatranjem može uočiti da je ljepila vrlo malo ili ga uopće nema. U prstenasto poroznih listača poput hrastovine lomna površina može biti grublja zbog ukrućenog ljepila koje viri iz velikih pora ili površine iskinutoga ranog drva. Pregledom pod mikroskopom, pri povećanju od 10 do 15 puta, može se otkriti da nema filma ljepila (River i Okkonen, 1991). Takav spoj nazivamo gladnim spojem (sljubnicom).

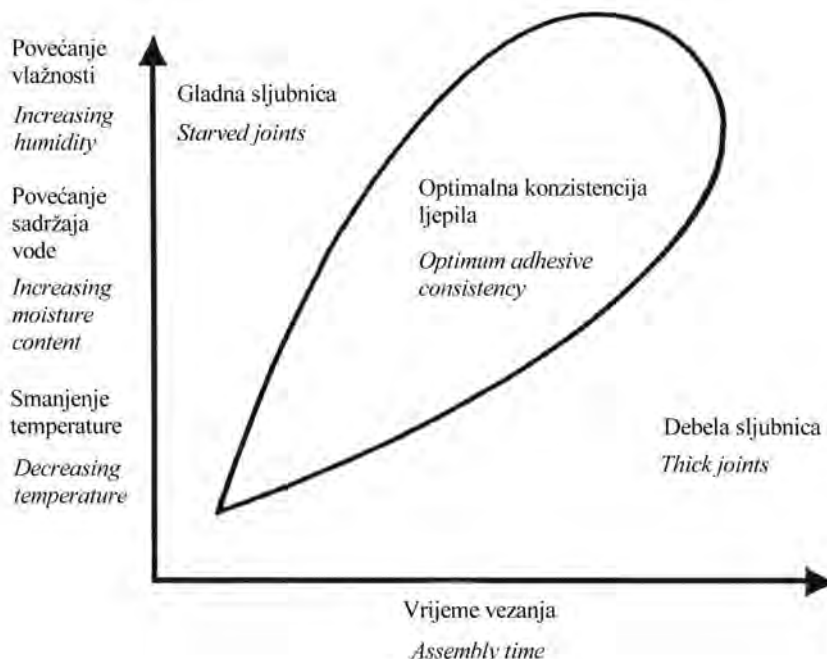
U gladnoj sljubnici većina je ljepila istisnuta izvan spoja pa ga ne ostaje dovoljno da bi tvorio neprekinuti film ljepila između elemenata drva. Linija ljepila je isprekidana i čvrstoća spoja ovisi samo o mjestimično raspoređenim odsječcima filma ljepila koji ga drže. Čvrstoća u gladnoj sljubnici (koja se još nije razdvojila) samo je mali dio čvrstoće odgovarajućeg spoja s neprekinutim filmom ljepila. Formiranju gladne sljubnice pridonose tri tipična činitelja: vrsta drva, konzistentnost ljepila i pritisak pri lijepljenju.

Vrsta drva je, naravno, relativno nekontrolirana veličina zbog raznolikosti unutarnje građe. Općenito se može reći da je drvu veće gustoće ili onomu s više pora kritičnije odrediti optimalne uvjete lijepljenja i kontrolirati ih u proizvodnji. Problem gladne sljubnice posebno je čest u hrastovine, koja ima veliku gustoću i izrazito velike pore. Vrste drva velike gustoće zahtijevaju velike pritiske kako bi se prevladale male nepravilnosti površine i kako bi se površina "prisilila" na ujednačenu udaljenost po cijeloj dužini sljuba. Pri tako velikim pritisacima ljepilo ulazi u pore drva. Ta je

pojava posebno izražena u prstenasto poroznih vrsta.

Glavni činitelji koje možemo kontrolirati kako bismo izbjegli gladnu sljubnicu jesu konzistentnost ljepila i pritisak prešanja. Kada ljepilo dođe u dodir s drvom, konzistentnost mora biti dovoljno niska da se popune sve nepravilnosti na površini drva i omogući dobar adhezijski kontakt. Ako se ljepilo nanosi samo na jednu stranu, konzistentnost mora ostati niska dok se drugi element ne priljubi. Kada se ostvari adhezija obiju strana koje se lijepe, niska konzistentnost postaje nepoželjna. Djelomično je tečenje još pogodno dok se spoj opterećuje. Ljepilo penetrira u površinu, a višak izlazi te nastaje tanki kontinuirani film između sljubnica.

Velika konzistentnost smanjuje rizik od pojave gladne sljubnice, ali povećava mogućnost pojave lošeg spoja i debelog sloja ljepila. Vrijeme i količina nanošenja ljepila određuju kako će brzo rasti konzistentnost. Mala količina nanosa može izravno prouzročiti gladnu sljubnicu jer nanos ljepila nije dovoljan da se stvori neprekinuti sloj. Nasuprot tomu, i vrlo debeo nanos može rezultirati gladnom sljubnicom jer se ljepilo zbog velike količine tekućine sporo veže, pri čemu konzistentnost prije pritezanja ostaje malena pa se njime iz sljubnice istisne prevelika količina ljepila. Visoka vlažnost zraka, visoki sadržaj vode u drvu i niska temperatura drva i zraka usporavaju porast konzistentnosti. Konzistentnost se može mijenjati variranjem vremena vezanja (sl. 2). Za vrijeme vezanja konzistentnost ljepila raste kako tekućina iz njega izlazi ili se apsorbira u drvo, odnosno kako napreduje kemijsko učvršćivanje.



Slika 2. Shematski prikaz područja optimalne konzistentnosti ljepila
Figure 2 Schematic view of optimum adhesive consistency

2.3 Utjecaj drva (supstrata)

2.3 Wood (substrate) influence

Osim ljepila, važan činitelj koji utječe na čvrstoću lijepljenja svakako je drvo koje lijepimo, odnosno njegovo mehaničko ponašanje u spoju. Izraz *mehaničko ponašanje* odnosi se na fizikalne veličine, poput deformacije, koje tijelo doživljava kao rezultat primjene sile i utvrđivanja uvjeta u kojima se provodi, a povezani su s popuštanjem ili čvrstoćom materijala. Očito je da se takva ponašanja moraju moći predvidjeti kako bi se mogla projektirati zadovoljavajuća konstrukcija spoja. Osnovni pristup teoriji mehaničke deformacije jest predviđanje makroskopskog ponašanja na temelju poznavanja fizikalnih svojstava i strukture molekula tog materijala. Međutim, takav je pristup vrlo složen pa se priklanjamo manje fundamentalnom pristupu, koji se pokazao korisnim u razvoju razumijevanja mehaničkog ponašanja. Tako se većina teorija temelji na eksperimentalnom promatranju makroskopskog ponašanja.

Fenomeni puzanja i relaksacije dva su srodna, vremenski ovisna mehanička svojstva materijala. Deformacija ne ovisi samo o sili koja djeluje u vremenu već o cjelokupnom djelovanju na materijal. Čvrstoća drva uvelike ovisi o vremenskom faktoru. Poznato je da eksperimentalno promatrana čvrstoća drva ovisi o brzini opterećivanja proba. Tako drvo može kratko vrijeme izdržati određeno opterećenje, a popustiti kada opterećenje traje dulje.

Pri malom opterećenju drvo se ponaša približno kao linearno viskoelastični materijal (Pentony i Davidson, 1962). Deformacije koje se odnose na puzanje u smjeru žice drva linearno su elastične samo ako su naprezanje, vlažnost i temperatura dovoljno niski. Promatranjem odnosa puzanja i naprezanja u smjeru paralelnom s vlakancima utvrđeno je da se linearnost proteže između 36 i 84% statičke čvrstoće raznih vrsta drva (Schniewind, 1968). Iznad tog područja drvo se počne nelinearno ponašati i oto se djelomično može pripisati strukturnim promjenama. Mogu se uočiti velike anatomske promjene, posebno ako je drvo opterećeno okomito na žicu vlakana (Kollmann, 1961).

Temperatura također ima znatan utjecaj na deformacije, pa tako u svježe oborenog drva puza-nje, koje nastaje savijanjem, eksponencijalno raste s povećanjem temperature od 5 do 70 °C. Isti se efekt pojavljuje u osušenom drvu, ali pri 100 - 180 °C.

Vlaga u drvu djeluje kao plastifikator, i to tako da je puzanje u vlažnom drvu veće, a modul elastičnosti manji i to pri istezanju i pri kompresiji paralelno i okomito na vlakanca. Povećanje vlažnosti za 1% ima otprilike jednak utjecaj kao povećanje temperature za 6 °C, dok trajanje vlažnosti nema različit utjecaj (Schniewind, 1968). Međutim, ciklična promjena vlažnosti uvelike smanjuje vrijeme do loma pod stalnim opterećenjem (Schniewind, 1967).

Sadržaj vode u drvu prije lijepljenja znatno utječe na čvrstoću i kvalitetu spoja. Optimalni rezultati lije-

pljenja za različite vrste ljepila postižu se pri različitim sadržajima vlage drva. Ovisno o različitim tehnologijama i uvjetima primjene, sadržaj vode u drvu kreće se u granicama od 8 do 14%. U tim granicama uglavnom nema problema pri lijepljenju, ali uz uvjet da je vlažnost svih slijepljenih dijelova podjednaka (Bogner, 1986). Ipak i pri takvoj vlažnosti, ako u zimskim uvjetima hladni drveni elementi dođu u topao radni prostor, nastaje površinska kondenzacija i znatno povećanje vlažnosti na površini drva, što uzrokuje greške u lijepljenju. Sadržaj vode manji od 6% može prouzročiti greške u više vrsta ljepila (Pecina, 1970). Za industrijsko lijepljenje jele/smreke rezorcin formaldehidnim ljepilom potrebna je vlažnost drva od 9 do 10% (Petrović, 1980). Za lijepljenje tvrdih listača karbamidnim ljepilom optimalna se čvrstoća postiže pri vlažnosti drva u granicama od 5 do 15% (Ljuljka, 1978). Laidlaw i Pakston za niz ljepila (RF, PF, RF/PF, MF/UF, UF, kazein, PVAC) navode da se optimalna čvrstoća postiže kada je vlaga drva između 12 i 15%. Vidljivo je da za razne vrste ljepila autori iznose različite optimalne vlažnosti drva, te da je generaliziranje nezahvalno jer vlaga različito djeluje na različita ljepila.

Deformacija drva uvelike ovisi o činjenici da je drvo porozno tijelo, odnosno struktura, tako da su svi aspekti reologije uzročno-posljedično povezani sa strukturom. Strukturna svojstva drva, uz kemijska, određuju fizička svojstva drva, a ona pak diktiraju njegova mehanička svojstva. Drvo je biogeni materijal te je njegova različitost i genetički uvjetovana. Svaki živi organizam, pa tako i drvo, u rastu prolazi nekoliko faza koje se međusobno znatno razlikuju. Poznato je da se može govoriti o tri faze razvoja (Govorčin, 1996). To su: nezrelost, zrelost i prezrelost. Najvažnija varijacija strukture uvjetovana sazrijevanjem nezrelog drva izražena je porastom dimenzija aksijalnih elemenata od srčike prema periferiji debla. Promjene u strukturi drva uvjetuju promjene njegovih fizičkih i mehaničkih svojstava. Fizička i mehanička svojstva juvenilnog drva promjenljiva su i znatno se razlikuju od fizičkih i mehaničkih svojstava zrelog drva, koja su manje-više konstantna.

Kemijski sastav drva varira od srčike prema periferiji. U tom smjeru raste sadržaj celuloze, a pada sadržaj lignina. Promjene u sadržaju celuloze slažu se s varijacijama dužine traheida.

Promjena debljine stanične stijenke odraz je promjene srednjeg podsloja sekundarnog sloja jer je debljina ostalih slojeva konstantna. Budući da je središnja lamela izgrađena pretežno od lignina, a u primarnom sloju stanične stijenke udio lignina je dva puta veći, odnosno udio celuloze dva puta manji od udjela u sekundarnom sloju, s promjenama debljine stanične stijenke mijenja se i odnos lignina i celuloze u drvu. Juvenilno drvo, s obzirom na elemente građe tanjih staničnih stijenki, ima veći udio lignina, a manji udio celuloze nego zrelo drvo.

Vidljivo je da promjenljivost strukture drva uvelike pridonosi raznolikosti svojstava koja imaju izra-

van utjecaj na sustave lijepljenih spojeva, te da se raspon raznolikosti ne može kontrolirati u primjeni drva.

2.4 Svojstva površine drva

2.4 Wood surface properties

U geometrijskom smislu "površina" je dvodimenzionalna i nema unutrašnje i vanjske strane. U tehničkom smislu "površina" čini granicu tijela i uz nju su uvijek vezani pojmovi vanjska i unutrašnja strana. U ovom se radu pojam površine rabi kao tehnički termin.

Pod pojmom *vanjska površina* potrebno je zblížiti "geometrijsku površinu" s "hrapavošću". Pri tome se hrapavost definira kao "mnogostrukost uzvišenja i udubljenja na površini čija se prostorna isprekidanost može primijetiti optički ili dodirnom" (Jirouš-Rajković, 1991). S obzirom na to da ne postoji idealno glatko čvrsto tijelo, stvarna površina uvijek je veća od matematičke.

Adhezijska ili vezujuća sila između dva kruta materijala općenito je vrlo malena zato što površine nisu idealno ravne, te je bliski dodir na razini atoma ograničen na mali broj dodirnih mjesta. Ta pojava sprečava djelovanje privlačnih površinskih sila. Zbog toga se između površina nanosi tekući vezivni materijal koji gotovo potpuno dodiruje površinu i tako dolazi u bliski kontakt s velikim brojem atoma krutog materijala. Stoga će uspješnost lijepljenja ovisiti o svojstvu ljepljivosti da dobro kvasi površinu drva. Ta se pojava posebno ističe u "trodimenzionalnih" materijala poput drva. Trodimenzionalnost u tom primjeru označuje raznolikost građe i svojstava u prostoru. Građa drva toliko utječe na svojstva površine u dodiru s tekućinama da ne možemo govoriti o klasičnom pojmu površine.

Za definiranje površinskih svojstava drva moraju se poznavati svojstva kao što su poroznost, permeabilnost te ortotropnost. Na primjer, na mjerenje kuta kvašenja izravno utječe penetriranje tekućina u strukturu materijala. Različita priprema površine rezultira različitim vrijednostima mjerenja, a to znači da površine, kako bi se smanjio njihov nepovoljan utjecaj, treba obraditi odnosno pripremiti što je moguće bolje. Pripremiti znači promijeniti njihova trenutačna svojstva ili im modificirati površinu, a to se, prema Bognerovim (1993b) istraživanjima, može učiniti mehaničkim metodama, kemijskim aktiviranjem ili ozračivanjem.

Sve se estetske prednosti, ali i manjkavosti drva kao građevnog materijala i osnovne sirovine za izradu brojnih uporabnih i umjetničkih predmeta, očituju na njegovoj površini. Higroskopsnost, nepostojanost prema djelovanju svjetlosti, atmosferilija, kemijskih djelovanja, mehaničkog habanja i oštećivanja, slabljenje veze prevlake i ljepljivosti s drvom te, najčešće, djelovanjem bioloških razarača, događaju se ili započinju na površini (Turkulin, 1993). Stoga se sprečavanjem narušavanja cjelovitosti i estetskih promjena površine zapravo izravno utječe na kvalitetu predmeta izrađenih od drva. Postoje bogata iskustva iz

proučavanju narušavanja cjelovitosti površine drva u vanjskim uvjetima. Detaljne SEM i optičke mikroskopske analize (Turkulin i sur., 2001) pokazale su strukturne posljedice koje nastaju na prirodnom i površinski zaštićenom drvu.

Postoje iscrpna istraživanja o fotodegradacijskim procesima na drvu, te su razvojem metode tankih listića (70 μm debelih odsječaka površine) ustanovljene posljedice izlaganja umjetnoj svjetlosti (u Xenotest i QUV uređajima) i prirodnoj svjetlosti, te korelacija među njima (Turkulin 1996, Derbyshire i sur., 1996). Prirodno stajanje i izlaganje drva svjetlosti prije površinske obrade bitno smanjuju adheziju i trajnost prevlaka (Jirouš-Rajković, 1991). Drvo moramo promatrati kao dinamičan sustav; u njemu se stalno događaju fizikalne i kemijske promjene. Pod utjecajem zraka, vode u zraku, svjetlosti i dr. mijenja se volumen, oblik, površina, kemizam, pa i utjecaj na ljepljivost. Poznato je pravilo da obrađene sljubnice treba što prije slijepiti. D. A. Stumbo (1964) istraživao je utjecaj starenja površine drva na čvrstoću spoja, uz konstantnu vlažnost, bez utjecaja svjetlosti i prašine, te je ustanovio da se stajanjem obrađene površine čvrstoća spoja smanjuje za 0,07 do 0,14 daN/cm^2 (ispitivanje na vlak), nakon tri mjeseca stajanja čvrstoća spoja pada za 12 do 33 %, a za pet mjeseci 30 do 50 %.

Međutim, postoje naznake da ultraljubičasto zračenje pri kontroliranoj vlažnosti i temperaturi površine može, nasuprot dugogodišnjim uvjerenjima o isključivo destruktivnom djelovanju, poboljšati mehaničku cjelovitost (Turkulin 1996, Derbyshire i sur., 1996), a time i adheziju i čvrstoću lijepljenja ili prijanjanja prevlaka (Mihulja i sur., 1999).

Priprema površine, odnosno elementa koji treba lijepiti, započinje procesima koji fizički uzrokuju promjene u materijalu. Prve stvarne promjene stanja površine počinju sušenjem.

Intenzivno sušenje drva može pridonijeti nepovoljnim reakcijama na površini, uzrokovanim visokim temperaturama i presušivanjem, a njihov se utjecaj odnosi na smanjenje čvrstoće zalijepljenih spojeva. Posebno velik utjecaj ima na površinama koje se nakon sušenja više ne obrađuju, a suše se pri relativno visokim temperaturama (furniri, iverje) (Bryant, 1968). Christiansen je 1991. godine objavio pregled relevantne literature o tome kako se presušivanjem inaktivira površina drva, čime se smanjuje kvaliteta lijepljenja. Pregled (Christiansen, 1991) uglavnom obuhvaća lijepljenje vrućim prešanjem fenolnih ljepljivosti, a podijeljen je u dvije glavne kategorije: fizičke posljedice i kemijske reakcije izazvane presušivanjem drva. Prvi dio pokriva opće aspekte inaktivacije površine drva i pregled tipičnih mehanizama kojima presušivanje oslabljuje lijepljeni spoj. Tri navedena fizička mehanizma jesu: 1. izvlačenje na površinu ekstraktivnih tvari koje smanjuju kvašenje ili prekrivaju površinu; 2. preorijentacija molekula na površini drva, što reducira kvašenje ili smanjuje površine na kojima se ostvaruje vezanje kemijskim kontaktom; 3. nepovratno zatvaranje velikih mikropora na stjenkama

stanica, koje ograničava penetraciju. Drugi dio pokazuje kako kemijske reakcije vezane za presušivanje mogu izazvati inaktivaciju površine drva za lijepljenje. One obuhvaćaju slabljenje čvrstoće površine drva, oksidaciju i pirolizu veznih mjesta na površini za lijepljenje, kemijske smetnje u otvrdnjavanju smola za lijepljenje i eliminiranje hidrosilnih spojeva s površine za lijepljenje stvaranjem eterskih veza.

Oksidacija i piroliza stvarno postoje samo pri dovoljno visokim temperaturama i dovoljno dugom djelovanju. Prema interpretaciji podataka iz literature, Christiansen objašnjava da je oksidacija relativno spor proces na temperaturama na kojima se pojavljuje inaktivacija te stoga nije razlog nastanka procesa inaktivacije pri lijepljenju vrućim prešanjem, osim kod je koncentracija kiselosti ekstrakta mala.

U daljnjem radu na istom području nije dokazano da presušivanje drva pri visokim temperaturama sušenja utječe na čvrstoću lijepljenja. Međutim, dokazano je da dolazi do smanjenja kvašenja, a kako ploče od uslojenog drva za to istraživanje nisu proizvedene u pogonskim uvjetima, ostalo je nepoznato je li uzrok mala količina proizvodnje uzoraka ili inaktivacija stvarno ne utječe na čvrstoću lijepljenja (Christiansen, 1994).

Mehaničkom obradom može se postići različita hrapavost površine, koja je određena faktorom hrapavosti. Uvrštavanjem faktora hrapavosti r u Youngovu jednadžbu može se izračunati kosinus kuta kvašenja na hrapavim površinama, što je predočeno jednadžbom:

$$\cos \theta' = r \cdot \cos \theta = r \cdot \frac{\gamma_{S,G} - \gamma_{S,L}}{\gamma_{L,G}}$$

r - faktor hrapavosti (za idealno glatke površine $r = 1$, a za hrapave površine $r > 1$)

$\cos \theta'$ - kosinus kuta kvašenja na hrapavoj površini

$\cos \theta$ - kosinus kuta kvašenja na glatkoj površini

$\gamma_{S,G}$ - energija na granici kruto - plinovito

$\gamma_{L,G}$ - energija na granici kruto - kapljevito

$\gamma_{S,L}$ - energija na granici kapljevito - plinovito.

Iz jednadžbe je vidljivo da hrapavost multiplicira kvašenje, a time pomaže razlijevanju, penetraciji i adheziji.

Među rezultatima koje su postigli brojni autori istražujući mehaničke metode modificiranja površine najvažniji su sljedeći:

- Ručno brušeni uzorci imaju veću energiju loma od strojno brušenih uzoraka.
- Među strojno brušenim uzorcima veću energiju loma postižu uzorci brušeni okomito na vlakanca.
- Starenjem sljubnice smanjuje se čvrstoća spoja.
- Penetracija ljepila veća je pri strojnom nego pri ručnom brušenju. To se objašnjava načinom ručnog brušenja, kada se pri povratnom pokretu brusnog papira zacijepi stanična stijenka i tako zatvore lumeni staničja.

Mnogi su se istraživači bavili kvalitetom površine nakon različitih sustava mehaničke obrade. Još je 1963. godine utvrđeno da se na površini drva ravne žice, od strane srži, mehaničkom obradom dobivaju najlošije površine. Ta se pojava pripisivala nastojanju pukotina zbog većeg bubrenja kasnog drva. Broj pukotina na površini od strane srčike nije jednak onome od strane kore, pa je utvrđeno da pukotine ne nastaju samo zbog atmosferskih utjecaja, odnosno bubrenja, nego i zbog mehaničke obrade. Ta se površinska pukotina ne pojavljuje samo kao delaminacija u zoni prelaska goda već i okomito na njegovu liniju (sl. 3), i to ne na samom površinskom spoju zone ranog i kasnog drva, već na manjoj udaljenosti od nje (Stehr i Östlund, 2000). Razlog tome je krti tanki sloj kasnog drva koji leži na elastičnijem ranom drvu te pri pritisku oštrice reznog tijela ili zbog relaksacije drva nakon prijelaza oštrice nastaje lom tipičan za površinsku obradu. Te će tipične greške biti manje ako se primijene nježniji režimi obrade, poput višeslojnog blanjanja i pjeskarenja.



Slika 3. Specifičan lom pri obradi površine drva okrenute prema srži
Figure 3 Specific pith side brake due to mechanical influence

Mehanički se površina za lijepljenje često priprema blanjanjem. Budući da svako mehaničko djelovanje na površinu drva ostavlja trag na staničju, jasno je da ono ima velik utjecaj na čvrstoću tog staničja pa tako i na čvrstoću spoja. Nepravilnom se oštricom pri brušenju radi veći pritisak na stanice tako da ono zapravo nije rezanje nego gnječenje i uklanjanje deformiranih stanica koje su izgubile svoju prirodnu čvrstoću i vezu s okolnim staničjem. Međutim, slijepljeni spojevi drva ne pokazuju razliku u čvrstoći na takvoj i na glatkoj površini koja je obrađena pravilnom reznom oštricom blanjalice (Jokerst i Stewart, 1976; Murmanis i dr., 1983; Hernández, 1994). Nasuprot tomu, uočljiv je utjecaj deformiranih stanica kada je slijepljeni materijal izložen vlaženju, pri čemu stanice u pokušaju da se vrate u prvobitan oblik nabubre mnogo više nego nedeformirane i prouzroče unutrašnje naprezanje, odnosno uništavanje spoja zbog smanjene čvrstoće površinskog sloja (Jokerst i Stewart, 1976). Tako samo jedan ciklus vlaženja i sušenja pokazuje velike razlike u čvrstoći spoja blanjanja i brušenih površina (Murmanis i dr., 1983). Ta se pojava

očituje i različitom kvalitetom površina izrađenih klasičnim blanjanjem i specijalnom obradom koja daje još bolje obrađenu površinu (*fixed-knife pressure-bar planing*). Ona se temelji na kontroli plastične deformacije drva koja se događa ispred noža za obradu. Uz malu brzinu noža istodobno treba raditi pritisak na površinski loj stanica ispred njega, čime se kontrolira pravilan lom u ravnini kretanja oštrice (Hernández, 1994).

Promatranje mikroskopom potvrđuje te tvrdnje, a glavni uzrok brzog slabljenja kvalitete spoja pripisuje se pojavi pukotina u sloju staničja S2 na brušenim površinama, dok se lom na blanjanim površinama kretao između slojeva S1 i S2. Veličina zrna u abrazivu te struktura i gustoća drva imaju veći utjecaj na dubinu i tip oštećenja nego brzina pomaka i debljina sloja koji se brusi (Murmanis i dr., 1986). Pukotine okomite na smjer prstenastog protezanja linije goda češće su na površinama na kojima nagib goda zatvara mali kut s površinom (Stehr i Östlund, 2000).

2.5 Utjecaj procesa lijepljenja

2.5 Influence of gluing process

Otvoreno vrijeme je vrijeme od časa nanošenja ljepila do priljublivanja elemenata punim pritiskom. Veličina otvorenog vremena i vremena stezanja ovisi o procesu i materijalu u širokim granicama, od nekoliko sekundi do nekoliko sati. U pravilu, otvoreno je vrijeme kraće od vremena stezanja. Tijekom otvorenog vremena otapala i tekućine, u kojima je disperzirano ljepilo, mogu ulaziti u podlogu (drvo, drveni materijal) i, ovisno o hlapljivosti, izlaziti iz ljepila u zrak. Ljepilo postaje sve viskoznije i u mnogim je primjerima čvrstoća spoja sve manja, osobito kod ljepila velike viskoznosti. Kada se ljepilo nanosi na obje plohe sljubnice, produženje otvorenog vremena manje je štetno.

Otvoreno vrijeme ovisi i o vrsti drva. Za jako porozne vrste drva otvoreno je vrijeme po pravilu kraće jer voda ili drugi medij prije, i u većoj količini, ulaze u drvo nego u manje poroznih vrsta. Prema tome, za porozne se vrste otvoreno vrijeme skraćuje ili se povećava nanos ljepila.

Za kontaktna je ljepila određeno neko minimalno otvoreno vrijeme i ono ne umanjuje čvrstoću spoja. Veće prekoračenje tog vremena negativno utječe na čvrstoću spoja.

Nakon sastavljanja ili slaganja elemente koji se lijepe potrebno je stegnuti da bi se osiguralo potpuno nalijeganje površina, izlazak viška ljepila i dobivanje sloja ljepila željene debljine. Kada je površina savršeno glatka i obje plohe sljubnice potpuno ravne ili jednako zakrivljene, potpuni se kontakt lako postiže uz mali utrošak ljepila i uz slab pritisak. Kada su plohe hrapave i neravne, potreban je velik pritisak i velika količina ljepila. Na veličinu pritiska utječe i viskoznost ljepila. Uz ljepila veće viskoznost potreban je i veći pritisak.

Sam pritisak pri većini ljepila nema utjecaja na čvrstoću lijepljenja. Za drvo je nešto drukčije. U praksi se za priljublivanje loše obrađenih i zakrivljenih ele-

menata primjenjuju veći pritisci. Iako se velikim pritiskom površine priljubljuju i ljepilo nakon što otvrdne zadrži plohe u spoju, takav spoj ima unutarnja naprezanja. Dovoljno je da se tijekom daljnje eksploatacije pojave mala dodatna naprezanja pa da se spoj rastavi.

Načelno se treba koristiti minimalnim pritiskom koji u određenim uvjetima zadovoljava. Dobro lijepljenje, uz nisku viskoznost i glatke i ravne plohe, može se postići pritiskom od 5 do 10 N/cm². Maksimalni pritisak ovisi i o svojstvima materijala. Tako se meko drvo, posebno furniri od mekog drva, lijepe uz manji pritisak, npr. od 10 do 50 N/cm², a furniri od tvrdog drva pritiskom od 40 do 70 N/cm². Za elemente većeg presjeka pritisci su nešto veći, npr. za elemente od tvrdog drva iznose i do 80 - 100 N/cm². Pritisci veći od 100 N/cm² primjenjuju tek za vrlo viskozna ljepila, ali po pravilu nisu veći od 150 N/cm². Optimalan pritisak može se predočiti kao koeficijent iznosa čvrstoće na tlak površine koja se lijepi (Rabiej i Behm, 1992). Tako je za lijepljenje javora UF ljepilom potreban tlak od 0,3 puta iznosa čvrstoće na tlak i 0,5 puta za PVA ljepilo. Ujedno vrijedi načelo da vrijeme stezanja pri lijepljenju PVAC ljepilom za prstenasto porozne vrste drva mora biti nešto dulje nego za difuzno porozne (McNamara i Waters, 1970). Istraživanja su pokazala da je za postizanje 80 %-tne čvrstoće lijepljenog spoja (nakon 8 sati) potrebno dva puta dulje vrijeme stezanja za hrastovinu nego za javorovinu.

U duroplasta je otvrdnjavanje moguće pri sobnoj i pri povišenoj temperaturi. Toplina se dovodi predgrijavanjem, vođenjem ili u polju struje visoke frekvencije. Uz termoplastična ljepila proces se katkad može ubrzati dovođenjem topline (pri lijepljenju disperzivnim ljepilima).

Otvrdnjavanje ljepila počinje u uređaju za stezanje i često nije dovršeno kada se obradak vadi iz uređaja, nego se nastavlja u daljnjem procesu i tijekom uskladištenja.

Čvrstoća u času vađenja iz uređaja za stezanje ne bi smjela biti manja od 20 do 30 % konačne čvrstoće (Ljuljka, 1978). Ako nakon lijepljenja odmah slijedi mehanička obrada udarnim opterećenjima, onda čvrstoća pri vađenju iz uređaja za stezanje mora iznositi 40 - 50 % konačne čvrstoće. Pri lijepljenju zakrivljenih elemenata čvrstoća u času vađenja mora biti 60 - 70 % konačne, jer se zbog svojstva elastičnosti elementi nastoje ispraviti.

Povećanje ili sniženje temperature skraćuje ili produljuje vrijeme stezanja. Međutim, VF zagrijavanje kojim se skraćuje vrijeme stezanja može utjecati na čvrstoću spoja. Tako se nekim ljepilima postiže veća čvrstoća pri otvrdnjavanju na sobnoj temperaturi, to se može objasniti time što ljepilo otvrdnuto VF strujom otvrdnjuje pri povišenoj temperaturi i zatim se hladi, te u njemu nastaju unutarnja naprezanja.

Zaostala naprezanja u spoju nastaju tijekom procesa lijepljenja, i rezultat su mnogih činitelja, od kojih se mogu spomenuti neki važniji:

- naprezanje izazvano nepravilnim geometrijskim oblikom sljubnice (lijepljene površine)

- naprezanje zbog kontrakcija volumena ljepila tijekom procesa otvrdnjavanja
- naprezanje zbog promjena sadržaja vode u drvu (utezanje i bubrenje)
- naprezanje zbog različitih termičkih koeficijenata dilatacije ljepila i drva.

Dodavanjem etilsilikata u PVAc postiže se smanjenje početnih unutrašnjih naprezanja, a dodavanjem bikromata, uz katalitički utjecaj mineralne kiseline (fosforne kiseline), stvara se prostorna struktura u polimerizacijskom procesu i u vezi s tim postižu se i odgovarajuća bolja svojstva slijepljenog spoja (Semenov, 1980).

Dio unutrašnjih naprezanja nekog spoja čine zaostala naprezanja koja izravno utječu na čvrstoću spoja jer se multipliciraju eksploatacijskim naprezanjima i tako uz isti predznak dovode do znatno većih naprezanja u spoju od onih iz proračuna.

Velika naprezanja u sloju ljepila mogu uzrokovati nastanak mikropukotina u sloju ljepila koje mogu postati izvori destrukcije, pa stoga izravno umanjuju čvrstoću i trajnost spojeva (Bogner i sur., 1999).

2.6 Ostali činitelji

2.6 Other factors

Lijepljeni spoj ostvaren između dva elementa drva mora biti takve kvalitete da dosegne zahtjeve čvrstoće cijele strukture, te u upotrebi mora biti otporan na utjecaj okoline. Razvoj industrije ljepila doveo je do proizvodnje ljepila širokog raspona upotrebe, a tehnologija njihove upotrebe na suhom netretiranom drvu dobro je poznata. Međutim, često se pokazuje potreba za lijepljenjem vlažnoga ili kemijski zaštićenog drva, o čemu će biti riječi u daljnjem tekstu.

2.6.1 Lijepljenje vlažnog drva

2.6.1 Gluing wet wood

U specifikacijama proizvođača ljepila stoji da se drvo treba osušiti na određenu vlažnost prije lijepljenja. Međutim, proces sušenja je skup i dugotrajan. Za mnoge uporabne namjene, posebno za one u vlažnim uvjetima, svakako je prednost lijepiti drvo pri visokoj vlazi. Uspjeh takvog pristupa ovisit će o osjetljivosti pojedinih ljepila na vlagu u drvu i slabljenju kvalitete spojeva izrađenih u takvim uvjetima. Prvi je korak ostvariti svojstva i odrediti ograničenja za ljepila. Laidlaw i Pakston (1974) tvrde da se, unatoč varijabilnosti, zadovoljavajući spoj na zraku sušenog drva (približno 18 - 22 % vlage) može dobiti uz pomoć bilo kojeg uobičajenog ljepila za drvo, te da se za drvo s visokim sadržajem vlage preporučuju samo ljepila poput resorcinol-formaldehidnih ili resorcinol-formaldehidnih /fenol-formaldehidnih.

Nekontroliranje vlažnosti drva pri izradi lijepljenih spojeva može rezultirati slabim spojevima koji se lako razdvajaju. Razumijevanje utjecaja vlage i smanjivanje njezinih varijacija u drvu vjerojatno je najbolji način sprečavanja grešaka pri lijepljenju.

Za elemente koje treba lijepiti vrlo je važan ujed-

načen sadržaj vlage među njima, ali i unutar svakog elementa zasebno. Svaka neujednačenost veća od 2 % može izazvati takva naprezanja u spoju da je lom neizbježan i bez dodatnih naprezanja vanjskim opterećenjem (River i Okkonen, 1991).

2.6.2 Lijepljenje kemijski obrađenog drva

2.6.2 Gluing chemical treated wood

Slabo trajne vrste drva s visokim sadržajem vlage podložne su napadu gljiva koje ih razgrađuju ako nisu zaštićene nekim od zaštitnih premaza. Sve veće količine tako obrađenog drva koriste se u gradnji, a kako takav materijal često moramo lijepiti, potrebno je odrediti razinu kompatibilnosti sa zaštitnim sredstvom i činiteljima koji utječu na održanje spoja.

Zaštitna sredstva poput tributylloxida ili pentaklorfenola imaju, ovisno o upotrijebljenom ljepilu, mali utjecaj na slabljenje kvalitete lijepljenja. Evidentno smanjenje kvalitete spoja uočava se s povećanjem količine voska (Laidlaw i Pakston, 1974). Laidlaw i Pakston razvili su prigodnu test-metodu za posebno formulirane zaštitne premaze, s mogućnošću testiranja efikasnosti u različitim situacijama. Takvim je eksperimentima dokazano da drvo treba slijepiti u roku dva dana od umakanja jer daljnje odgađanje smanjuje kvalitetu lijepljenja, posebno ako je zbog permeabilnosti upijanje zaštitnih sredstava veliko.

3 ZAKLJUČCI

3 CONCLUSIONS

U međusobnoj interakciji drva i ljepila nastaje spoj kao složeni sustav više materijala. Zbog načina nastajanja on nema jasno definirane granice ni svojstva, te je potpuno jasna činjenica da svaku fazu procesa lijepljenja moramo pomno provoditi, počevši od izbora drva i ljepila, pripreme drva za lijepljenje, provođenja procesa nanošenja i priljubljivanja, pa sve do otvrdnjavanja ljepila.

Kako svaki materijal možemo definirati njegovom otpornošću prema razaranju pod djelovanjem sile (čvrstoćom), i lijepljeni spoj možemo definirati na isti način. Međutim, određivanje čvrstoće lijepljenja drva znatno je složenije od određivanja čvrstoće samo jednog materijala, ponajprije zato što se lijepljeni spoj sastoji od više različitih materijala. Pritom je složenost problematike dodatno povećana jer su površine drva koje dolaze u dodir s ljepilom porozne, pa se penetracijom ljepila stvara potpovršinski sloj drva impregniranog ljepilom, a to je materijal koji ima drugačija svojstva od svojstava drva i ljepila i kojemu zbog neravnomjerne impregnacije drva ljepilom nije moguće odrediti granicu u smislu ravnine kojom bismo razdijelili materijale. Osim toga, ne znamo ni stvarnu površinu na kojoj djeluje adhezija, pa lijepljeni spoj moramo dimenzionalno definirati njegovom ortogonalnom projekcijom.

U svakom slučaju, ako slijepljeni spoj ispitujemo njegovom otpornošću prema razaranju, lomna površina treba biti pozicionirana u njemu ili neposredno uz njega da bismo ga mogli kvalitativno opisati iznosom čvrstoće.

Uzmemo li u obzir sva iskustva koja su znanstvenici stekli istražujući sustave lijepljenja drva, sa sigurnošću možemo tvrditi da lijepljenje drva nikako ne smijemo olako shvatiti. Umjesto rečenice: "Ta dva elementa slijepimo i gotovo", o lijepljenju treba temeljito razmisliti i poslužiti se upitom: "Kako da slijepimo ta dva elementa ako želimo postići zadovoljavajuću razinu kvalitete spoja?" Da bismo to mogli postići, moramo voditi brigu o svim činiteljima koji utječu na čvrstoću i trajnost zalijepljenog drva.

4 LITERATURA 4 REFERENCES

- Blomquist, R. F. 1963: Adhesives - Past, Present, and Future. (priručnik).
- Bodig, J. 1962: Wettability Related to Gluabilities of Five Philippine Mahoganies. *Forest Product Journal*, 12(7):265-270.
- Bogner, A. 1986: Istraživanje tehnologije pročelja iz masivnog drva kod namještaja za pohranu. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
- Bogner, A. 1993a: Kvašenje drva i adhezija. *Drvena industrija* 44(4):139-143.
- Bogner, A. 1993b: Modifikacija površine bukovine radi poboljšanja lijepljenja. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet
- Bogner, A. 1995: Work of adhesion sa a criterion for determination of optimum surface tension in adhesives. *Drvena industrija*, 46(1), 187-194.
- Bogner, A.; Grbac, I.; Mihulja, G. 1999: Zaostala naprežanja u lijepljenim drvnim konstrukcijama. *Drvena ind.* 50(4):185-191.
- Bryant, B. S., 1968: Interaction of Wood Surface and Adhesive Variables. *Forest Product Journal* 18(6):57-62.
- Christiansen, A. W. 1991: How overdrying wood reduces its bonding to phenol-formaldehyde adhesives: A critical review of the literature. Part II. Chemical reactions. *Wood and Fiber Science*, 23(1), 69-84.
- Christiansen, A. W. 1994: Effect of overdrying of Yellow-Poplar veneer on physical properties and bonding. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 52(1994): 58-67.
- Derbyshire, H.; Miller, E.R.; Turkulin, H. (1996): Investigations into the photodegradation of wood using microtensile testing. Part 2: An investigation of the changes in tensile strength of different softwood species during natural weathering. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 54(1):1-6.
- Ebewele, R. O.; River, B. H.; Koutsky, J. A. 1979: Tapered double cantilever beam fracture tests of phenolic-wood adhesive joints. Part I. Development of specimen geometry; effects of bondline thickness, wood anisotropy and cure time on fracture energy. *Wood and Fiber Science*, 11(3):197-213.
- Govorčin, S. 1996: Svojstva juvenilnog i adultnog drva bukovine iz područja Bjelolasice. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Hernández, R. E. 1994: Effect of two wood surfacing methods on the gluing properties of sugar maple and white spruce. *Forest Product Journal* 44(7/8):63-66.
- Jirouš-Rajković, V. 1991: Režimi brušenja ravnih furniranih ploha i njihov utjecaj na površinsku obradu. Magistarski rad. Šumarski fakultet Zagreb.
- Jokerst, R. W.; Stewart, H. A. 1976: Knife- versus abrasive-planed wood: Quality of adhesive bonds. *Wood and Fiber Science*, 8(2):107-113.
- Kollmann, F. 1961: Rheologie und Strukturfestigkeit von Holz. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 19(3):73-80.
- Ladlaw, R. A.; Paxton, B. H. 1974: The effect of moisture content and wood preservatives on the assembly gluing of timber. *Building Research Establishment Current Paper CP 54/74*, str. 1-7.
- Ljuljka, B. i sur. 1978: Lijepljenje u tehnologiji finalnih proizvoda. SIZ odgoja i usmjerenog obrazovanja šumarstva i drvne industrije SR Hrvatske, Zagreb.
- McNamara, W. S.; Waters, D. 1970: Comparison of the Rate of Glue-Line Strength Development for Oak and Maple. *Forest Product Journal* 20(3): 34-35.
- Mihulja, G.; Bogner, A.; Turkulin, H. 1999: Modificiranje površine bukovine ozračivanjem UV svjetlošću. *Drvena industrija* 50 (3):133-140.
- Murmanis, L.; River, B. H. 1983: Microscopy of abrasive-planed and knife-planed surface in wood-adhesive bonds. *Wood and Fiber Science*, 15(2):102-115.
- Murmanis, L.; River, B. H. 1986: Surface and subsurface characteristics related to abrasive-planing conditions. *Wood and Fiber Science*, 18(1):107-117.
- Pecina, H. 1970: Holzfeuchte und Klebung. *Holz-technologie* 11(1970) 3: 193-198.
- Pentoney, R. E.; Davidson, R. W. 1962: Rheology and the Study of Wood. *Forest Product Journal*, 12(5):243-248.
- Petrović, S. 1980: Prilog istraživanju utjecaja nekih tehnoloških faktora na kvalitetu lijepljenja drva. *Drvena industrija* 31(7-8):181-191.
- Rabiej, R.; Behm, H. D. 1992: The effect of clamping pressure and ortotropic wood structure on strength of glued bonds. *Wood and Fiber Science* 24(3):260-273.
- River, B. H.; Okkonen, E. A. 1991: Delamination of Edge-Glued Wood Panels: Moisture Effects. Limited number of free copies. Madison, WI: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest products Laboratory.
- Schneberger, G. L. 1980: (Basic Concepts of) Adhesive Bonding. *Adhesives Age*. January. 42-46.
- Schniewind, A. P. 1967: Creep-rupture Life of Douglas Fir Under Cyclic Environmental Conditions. *Wood Science and Technology* 1(4):278-288.
- Schniewind, A. P. 1968: Recent Progress in the Study of the Reology of wood. *Wood Science and Technology* 1(1968):188-206.
- Semenov, V. A. 1980: O dugovečnosti kleevyh soedinenij na osnove modifitsirovanoj polivinilacetatnoj dispersij. *Drevoobrab. Prom.* 10:7-8.
- Stehr, M.; Östlund, S. 2000: An Investigation of the Crack Tendency on Wood Surfaces After Different Machining Operations. *Holzforschung* 54(2000):427-436.
- Stumbo, D. A. 1964: Influence of Surface Aging Prior to Gluing On Bond Strength of Douglas-Fir and Redwood. *Forest Product Journal* 14(12):582-589.
- Turkulin, H. 1993: Dauerhaftigkeit von lamellierten Holzfensterprofilen. Teil 2: Untersuchungen zur Delaminierung und zur Leimfugenfestigkeit. *Holz als Roh- und Werkstoff* 51(2):67-71.
- Turkulin, H. 1996: Fotodegradacija proizvoda od drva u građevinarstvu. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.
- Turkulin, H.; Arnold, M.; Derbyshire, H.; Sell, J., 2001: Structural and fractographic SEM analysis of exterior coated wood. *Surface Coatings International, Part B: Coatings Transactions* 84(B1):67-76.
- White, M. S. 1977: Influence of Resin Penetration on the Fracture Toughness of Wood Adhesive Bonds. *Wood Science* 10(1):149-153.

Corresponding address:

Assistant GORAN MIHULJA, MSc

Department for furniture and wood products
Faculty of Forestry, University of Zagreb
P.O. Box 422
10002 Zagreb
CROATIA
mihulja@sumfak.hr

Kind & Jugend Köln, 16 - 18. rujna 2005.

Trodnevno događanje u sklopu sajma Kind & Jugend potvrdilo se kao idealna marketinška platforma internacionalnog karaktera na kojoj su predstavljeni najnoviji trendovi i inovacije iz dječjeg sektora. Najveći i svjetski interdisciplinarni sajam dječje opreme i tekstila i ove godine bilježi bitan rast izlagača i posjetitelja. Na izložbenom prostoru od 56 000 m², u pet paviljona predstavilo se 565 izlagača iz 39 zemalja, a više od 70 % izlagača dolaze iz stranih zemalja. Uz snažan poslovni duh, izvrsnoj atmosferi sajma pridonio je i velik broj posjetitelja jer je u samo tri dana sajam obišlo 12 000 posjetitelja iz 78 zemalja. S obzirom na to da gotovo svuda u svijetu sajmovi bilježe pad posjetenosti, prošle godine Uprava sajma Kind & Jugend krenula s novom organizacijskom koncepcijom i poslovnom shemom koja se, za razliku od prijašnjih sajmova, više fokusira na dječju opremu "širokog" spektra (automobilske sjedalice, namještaj za bebe, dječju i tinejdžersku električnu opremu, kozmetiku, igračke), a manje na odjeću. Nova poslovna shema pridonijela je ugledu sajma, svrstavši ga među najveće sajmove globalnoga trgovačkog sektora.

Jubilarni, 25. nastup Exportdrva

Kao jedini izlagač iz Hrvatske Exportdrvo je i ove godine nastupilo na sajmu Kind & Jugend, i to 25. put zaredom. Na izložbenom prostoru predstavljene su dječje sobe, komadni namještaj, kreveti i komode izvedeni uglavnom od masivnog drva (bukovine, hrastovine) i kombinacijom ploče i masivnog drva, proizvoda ITC iz Varaldina i LIP POLJANA iz Poljske. Izložbama smo nastojali prikazati presjek proizvoda i usluga koje možemo ponuditi u području dječjeg namještaja. Najveći interes iskazan je za dječje sobe u kojima su sastavu kreveta, komoda za previjanje i dječji ormar. To je ujedno kombinacija na kojoj se zasnivaju svi novi poslovni projekti koji uglavnom potječu iz Belgije, Španjolske, Velike Britanije. Nastup Exportdrva opravdao je ulaganje i ispunio očekivanja jer "susreti sa stalnim kupcima obećavaju još kvalitetniju suradnju, a akvizicija novih otvara vrijedne kontakte koje nakon sajma treba obraditi. Najviše su izvozne destinacije Exportdrva na području dječjeg namještaja Velika Britanija, Danska i Španjolska.

Međutim, nakon sajma možemo rezimirati sljedeće.

Komparativne prednosti domaće proizvodnje (kvaliteta sirovine, zadovoljavajući stupanj obrade i cjelovit servis što ga Exportdrvo osigurava kupcu), nisu dovoljne za tržišnu utakmicu u zemljama EU. Visok cjenovni razred u usporedbi s konkurencijom koja dolazi sa Istoka (Litva, Poljska, Rumunjska, Kina, pa i Srbija) razlogom je niske tržišne pozicioniranosti domaće proizvodnje i slabe zastupljenosti na njemačkom tržištu. Današnja orijentiranost kupaca na masovnu prodaju proizvoda trendy dizajna zanemarive kvalitete formira strukturu tržišta kojemu postaje nevažan odnos kvalitete i cijene, pa je stoga jakoj konkurenciji s Istoka, koja drži dobru tržišnu poziciju, cjenovno teško konkurirati. Konkurentnost je vrlo širok pojam i sigurno ovisi o brojnim imbenicima. Uz poticajne mjere, kojih u drvenoj branši nedostaje, treba povezati inovativnost i proizvodnju, uložiti u tehnologiju i znanje, stvoriti proizvod solidne kvalitete, razumne cijene, uz vrhunsku uslugu i operativnu efikasnost - odnosno upravo ono što tržište traži.

Nastupaju i tradicionalno na najvećim europskim sajmovima, Exportdrvo nastoji pozicionirati hrvatski drveni proizvod kao kvalitativnu robnu marku. 2005. je godine Exportdrvo izlagalo namještaj na sajmovima Salon du Meuble de Paris, The Furniture Show Birmingham, Kind & Jugend, a polufinalne proizvode na sajmu Domotex, Bau, Interzum. Exportdrvo će nastupiti i na sajmu graditeljstva Batimat - Pariz s različitim vrstama parketa, te na Maderaliji - Valencija gdje će osim parketa predstaviti furnire i ploče.

Za Exportdrvo
Jadranka Vovk Jakovac

Me unarodni kongres XXII IUFRO WORLD KONGRESS 2005



Od 8. do 13. kolovoza 2005. godine u Brisbaneu, Australija, održan je "me unarodni kongres XXII IUFRO World Congress 2005 (u nastavku Kongres) tematskog "naziva *"Šuma i ravnoteži; veza tradicije i tehnologije*. Glavni sponzor Kongresa bila je Vlada Australije, Uprava za poljoprivredu, ribarstvo i šumarstvo, a doma in Vlada Queenslanda, Uprava za primarnu industriju i ribarstvo.

Me unarodna unija organizacija za "istraživanje u šumarstvu (IUFRO, eng. International Union of Forest Research Organizations) neprofitna je i nevladina organizacija s dugom tradicijom koja datira još iz 1892. godine, članica je Me unarodnoga znanstvenog savjeta (ICSU, engl. International Council for Science) i povezuje više od 15 000 znanstvenika iz gotovo 700 organizacija članica iz više od 110 zemalja. IUFRO postavlja "svoje ciljeve povezivanjem aktivnosti koje obuhvaćaju "skupljanje, razmjenu i širenje znanstvenih informacija te mogu nosti pristupa informacijama i pomoć i institucijama i znanstvenim djelatnicima da ojačaju svoje istraživanje. IUFRO je najveća svjetska organizacija na volonterskoj osnovi koja promovira me unarodni dijalog, primjenu znanosti u stvaranju strategije šumarstva te održivo upravljanje svjetskim šumskim resursima, uz viziju održivoga gospodarenja svjetskim šumama utemeljenoga na znanosti radi ostvarivanja ekonomskih, ekoloških i društvenih koristi.

Ubrzano povećanje izazova i mogu nosti kojima je izložen šumarski sektor uvjetuje potrebu o uvanja i širenja suradnje na svim geografskim širinama. Kako bi odgovorni i zainteresirani stekli nova znanja koja će primijeniti na nacionalnoj razini, a imaju i na umu činjenicu da je nacionalna politika gospodarenja šumama jedinstveni i nenadoknadivi dio cjelokupne globalne politike, potrebno je kontinuirano usklađivanje s odgovarajućim me unarodnim aktivnostima, a znanja o tome stječu se visokom razinom me unarodne suradnje koja se postavlja na forumima kao što je i svjetski šumarski kongres IUFRO. Kao ključni forum za me unarodnu šumarsku znanstvenu kooperaciju, IUFRO, kao i ostali svjetski forumi šuma, otvara velike mogu nosti promoviranja boljeg razumijevanja prednosti održivog upravljanja svjetskim šumskim resursima.

Šumarstvo ima važnu ulogu u razvoju mnogih svjetskih regija, uključujući i azijskopacifičku, unutar koje Australija izrazito podupire širok raspon aktivnosti šumarskog "sektora, "od "velikih institucionalnih aktivnosti do malih lokalnih projekata usmjerenih prema "održivosti "šumarskog sektora suradnjom i ravnotežom između znanosti, vlade i industrije, što je i bila tema Kongresa, a njegovo održavanje upravo u

Australiji (prvi put u dugoj povijesti Kongres je "održan u južnoj hemisferi) priznanje je toj državi.

Više od 2 000 najboljih svjetskih znanstvenika "iz 90 zemalja svijeta sudjelovalo je na IUFRO World Congress 2005 pridonoseći i razvoju "inovativnoga šumarskog znanstvenog programa, a sudionicima Kongresa ponuena je neprocjenjivo vrijedna mogu nost "me usobnog" djelovanja istraživača šuma i vodećih svjetskih znanstvenika.

XXII IUFRO World Congress "2005" službeno je otvoren uvodnim govorom predsjednika Kongresa gospodina Riste Seppala, koji je iskazao dobrodošlicu sudionicima, a potom iznio viziju IUFRO-a za razdoblje 2006 - 2010. godine i njegovu "važnost za budućnost šumarskog sektora.

Programski koncept Kongresa ponudio je izaslanicima zemalja mogu nost "pristupa" aktualnom istraživanju, projektima i me unarodnim "modelima svjetski" vodećih šuma, "kao i mogu nost pretraživanja znanstvenih, razvojnih, kulturnih i ekonomskih inicijativa i problematike asocijacije šumskih i drvnih proizvoda izrazito naglašenih sadržaja "uzajamne razmjene znanja i iskustava, definiranja zajedničkih vizija i strategija, me usobnog upoznavanja i stvaranja veza, diskusije, rasprave, razmjene mišljenja i realizacije zajedničkih ciljeva.

Znanstveni dio programa Kongresa bio je usmjeren "na demonstraciju progresa što su ga istraživači i šumarstva i drvne tehnologije ostvarili u rješavanju problema s kojima su suojeni svi subjekti povezani sa šumarstvom: kreatori "politike, menadžeri, obrazovno osoblje i javnost. Fokus je promijenjen iz "znanstvenik govori znanstveniku" u "znanstvenik u interakciji s globalnom zajednicom".

Tijekom "pet dana održavanja Kongresa u znanstvenom dijelu obrađene su sljedeće teme i pod teme.

Integralni pristupi za postizanje "višestrukih ciljeva: intenzivno gospodarenje, ekstenzivno gospodarenje ili zaštita

- Aktualni razvoj u pristupu gospodarenju
- Novi modeli zakupa i gospodarenja šumama
- Problemi povezani s balansom prirodnog prirasta i aktivnoga gospodarenja naspram zaštite šuma
- Prirodna nepogoda kao model gospodarenja šumama
- Održavanje šuma unutar i izvan prijava (rezervi)
- Prikladno gospodarenje šumama radi o uvanja biološke raznolikosti
- Identifikacija visoke zaštite vrijednosti šuma
- Komercijalno iskorištavanje šuma u korist o uvanja

Genetički izvori za daljnji razvoj održivog šumarstva

- Funkcija germplazme u globalnom šumskom razvoju
- Dobrobit i rizik za uporabu genetičkih resursa (društvena potpora, štetočine i bolesti)
- Uporaba genetički modificiranih stabala
- Pomaci u poboljšanju kvalitete stabala
- Domestikacija (pripitomljavanje) različitih vrsta stabala
- Trgovina u genetičkim resursima (dijeljenje koristi)
- Studija specifičnih slučajeva/vrste u nastajanju

Suočavanje s izazovom klimatskih promjena

- Psihologija šumarstva i genetičke teme
- Utjecaj klimatskih promjena na stablo i zdravlje šume
- Značenje šume i šumarstva za budućnost
- Važnost šuma i šumskog tla u ugljičnoj sekvencijaciji (odvajanje i ograničavanje odumrlog dijela tkiva od zdravoga)
- Utjecaj velikog broja insekata, bolesti i globalne promjene
- Analiza rizika i sposobnost prilagodbe šuma

Promocija razvoja poboljšanjem šumarstva/drva i niza produkata

- Šuma/drveni sortimenti; od stabala do šumskih proizvoda
- Planiranje u šumarstvu za efikasnu optimizaciju
- Prilagodba uzgoja krajnjim proizvodima
- Regionalni razvoj poboljšanjem prerade šuma u drvene sortimente
- Determinacija za određivanje dobrobiti šumarstva
- Razvoj marketinga za šumske proizvode

Uključenje domaćih grupa u šumarsku znanost i šumarstvo

- Očuvanje domaćih znanja
- Sudjelovanje domaćih subjekata u komercijalnom gospodarenju šumama (prava raspodjela posjeda)
- Veza između znanosti sa Zapada i drugih oblika znanja
- Prava intelektualnog vlasništva
- Teškoće na koje bi istraživači mogli naići radeći s domaćim grupama

Povećanje vrijednosti šuma uvođenjem inovativnih proizvoda i tehnologije

- Netradicionalna biomasa šuma za održivost drvnih sortimenata
- Mješoviti proizvodi
- Iskorištavanje ostataka
- Biogorivo
- Ekološko odlaganje otpada
- Tehničke inovacije u različitim sektorima (uporaba drugih industrija, rudarstvo)
- Pronalaženje i otkrivanje bioloških vrsta
- Nutricionistički i drugi netradicionalni šumski produkti

Demonstracija održivoga šumskoga gospodarenja

- Certificiranje šuma i održivo šumsko gospodarenje:

nužno ispitivanje

- Standardi certificiranja u različitim dijelovima svijeta
- Sadašnje i buduće tehnologije za potporu održivom šumarstvu
- Transfer tehnologije i uvježbavanje za daljnju analizu i trgovinu drvnim sortimentima iz tropskih "zelenih" šuma prema načelima održivoga šumskoga gospodarenja
- Alternativne sheme certificiranja

Održavanje šuma: obveze šumarstva i društva

- Sudjelovanje javnosti u gospodarenju šumama
- Istraživanje šuma, javnosti i kreatora politike: primjena novih tehničkih i društvenih metoda
- Uloga znanosti u kreiranju javnog mnijenja

Uviđanje "ekološke" koristi šuma

- Narušavanje okoliša - rekonstrukcija novih šuma i rudarskih područja kao znanstvene studije
- Zaštita šuma i voda planinskih područja
- Konfisciranje šuma i njihov značaj za okoliš
- Uravnoteženje prirodnog narušavanja s održavanjem ekoloških vrijednosti

Poboljšanje komunikacije, obrazovanja i određivanje kapaciteta šumarstva u budućnosti

- Metode boljeg tumačenja i korištenja
- Interakcija između istraživanja, obrazovanja i proširenja polja istraživanja
- Različiti pristupi proširenju s novim tehnologijama planiranja istraživačkih programa
- Novi razvoj u tehnološkoj vizualizaciji kao sredstvo povećanja angažmana dioničara
- Razvoj tehnološkog obrazovanja
- Korištenje različitim medijima za prenošenje informacija o šumarstvu
- Rasprava o privatizaciji šumarstva u novim tržišnim ekonomijama.

U petodnevnom znanstvenom dijelu Kongresa obrađene su navedene teme u pet uvodnih plenarnih sesija, 15 sesija podtema koje su organizirali predstavnici Njemačke, Francuske, Finske, Kanade, SAD-a, Švicarske, Danske i Australije, a tematski su i sadržajno povezane. Održavale su se svakodnevno, u skladu s dnevnim kongresnom temom, uz više od 135 tehničkih sesija na kojima je sudjelovao najveći broj autora.

Uz sesije je održan i velik broj poslovnih i radnih sastanaka s raspravama, diskusijama i razmjenama informacija.

Nakon znanstvenog dijela Kongresa za sudionike je organizirano studijsko putovanje "In Congress Tour" kroz Australiju, Novi Zeland i susjedne zemlje. Teme studijskog putovanja bile su:

- Plantaže i nacionalni parkovi (Daintree National Park, Freycinet National Park i dr.)
- Sekundarni proizvodi šuma (rekreacija, turizam, ...)
- Urbane šume (Tahune Forest, Kaingaroa Forest, ...)
- Istraživanje i očuvanje biološke raznovrsnosti
- Drvna industrija i industrije bazirane na šumskom sektoru (npr. posjet tvrtki Tolga Woodworks,

proizvođaču visokokvalitetnog namještaja od autohtonih vrsta, Paragon Furniture tm i dr.)

- Tehnička strana šumarstva (ICT tehnologija).

Treba naglasiti da je organizacija Kongresa, kako u razdoblju priprema, tako i tijekom održavanja, u svim elementima formalnoga i neformalnog dijela bila besprijekorno učinkovita i kvalitetna.

IUFRO kao jedna od najstarijih nevladinih svjetskih udruga u posljednjih je pola stoljeća odigrala značajnu ulogu u promicanju šumarskih i šumskih vrijednosti u Hrvatskoj. Svojom razvedenom strukturom ovodobnih područja IUFRO je omogućavao hrvatskim znanstvenicima sudjelovanje, razmjenjivanje, iznošenje i promicanje mnogih značajnih dosega.

U službenom dijelu svjetskoga šumarskog kongresa kao predstavnici Republike Hrvatske sudjelovali su međunarodno priznati znanstvenici dr. sc. Karlo Bezak u ime Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb, dr. sc. Boris Vrbek sa Šumarskog instituta Jastrebarsko, prof. dr. sc. Želimir Borzan te prof. dr. sc. Vlado Goglia i prof. dr. sc. Ivica Grbac sa Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Prof. dr. sc. Ivica Grbac u funkciji pomoćnika ministra predstavljao je i resorno ministarstvo, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva Republike Hrvatske.

Znanstveni rad prof. dr. sc. Vlade Gogle i prof. dr. sc. Ivica Grbca, nastao uz stručnu suradnju dipl. ing. Igora Đukića (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu), pod nazivom *Human Vibration Transmitted to the Framesaw Operator*, iznesen je u tehničkoj sesiji (IUFRO 2005 Technical Sessions), u Sekciji 82, kojoj je tema bila *Aplikacije novorazvijenih tehnologija u mehaničkoj obradi drva prema održivoj iskoristivosti šumskih proizvoda 21. stoljeća*. Rad hrvatskih znanstvenika u kojemu je obrađen značajan aspekt rada, vibracije u radnom okolišu, sadržajno se i tematski, a svojom razradom i učinkovito, aktualno i meritorno uklopilo u okvir i sadržaj Kongresa te tako dobio visoku ocjenu organizatora i sudionika Kongresa.

Prof. dr. sc. Želimir Borzan u svojstvu predsjednika IUFRO citogenetičke radne grupe (2.04.08) održao je radni sastanak izloživši rezultate aktivnosti u proteklih osam godina te proveo izbore za novog predsjednika i zamjenika radne grupe s obzirom na to da mu je istekao osmogodišnji mandat. Prisustvovao je izlaganjima radova i sudjelovao u diskusijama nakon njih, u sklopu radne grupe 6.14.00 za urbano šumarstvo, kao i na drugim izlaganjima u sklopu divizije II - Fiziologija i genetika.

Za vrijeme petodnevnog rada Kongresa sudionici su imali prigodu proučiti i ocijeniti ukupno 857 postera, razvrstanih prema temama i podtemama. U sklopu podteme *Modeliranje multidimenzijske dinamike šuma u svrhu višenamjenskoga gospodarenja* prezentiran je poster *Kako raste šuma?*, rad dr. sc. Karla Bezaka (Hrvatske šume d.o.o.).

Rad dr. sc. Borisa Vrbeka (Šumarski institut Jastrebarsko), poster *Praćenje depozicija u šumskim ekosistemima Hrvatske* prezentiran je u sklopu

podteme *Šuma između zračnih polucija i klimatskih promjena* te poster *Rezultati pedesetogodišnjeg praćenja rasta i razvoja 161 godinu stare smrekove kulture* u sklopu podteme *Istraživačka demonstracija: Višegodišnji višenamjenski eksperimenti u šumarskom sektoru*.

Kongres je, već ustaljeno, imao svoj izložbeni dio na kojemu je 45 izlagača tvrtki (npr. ESRI, CIFOR, ICT International Pty Ltd, Integrated Tree Cropping Ltd, Institute of Forest Ecosystem Research Ltd (IFER) i ostali) iz 15 zemalja diljem svijeta promoviralo posljednje trendove na području usluga, proizvoda i tehnologija povezanih sa šumarstvom, industrijama utemeljenima na šumarskom sektoru i relevantnim industrijama.

Samo vrhunski svjetski stručnjaci u području dizajniranog i visoko kvalitetnog namještaja također su imali priliku izložiti svoja djela na ovom prestižnom događaju. Između mnogih potrebno je izdvojiti najpoznatijeg proizvođača u tome području, australskog proizvođača PARAGON FURNITURE koji je prošle 2004. godine dobio mnoge nagrade na svjetskoj razini (npr. "Best of the Best" QLD Furniture Awards (2004), FIAA National Award 2004 for Excellence Using Australian Plantation Timber i ostale).

Posljednjeg dana održavanja Kongresa tradicionalno su dodijeljene nagrade onima koji su svojim djelovanjem promovirali međunarodnu suradnju na svim poljima istraživanja povezanim sa šumarstvom te koji su unaprijedili šumarsku znanost. Dodijeljene su nagrade za znanstveno dostignuće (SAA), nagrade za istaknuto doktorsko istraživanje (ODRA), nagrade za najbolji poster (BPA), a prvi put u povijesti Kongresa prezentirana je IUFRO studentska nagrada za doprinos šumarskoj znanosti (ISA) i nagrada za doprinos znanstvenika zemlje domaćina.

Radovi aktivnih sudionika objedinjeni su i otisnuti na klasičan način u *International Forestry Review*, službenoj reviji Kongresa. U reviji je objavljeno, razvrstano prema temama, oko 1 570 sažetaka, zajedno sa sažecima referata i postera.

Na završnoj ceremoniji Kongresa 13. kolovoza 2005. gospodin Peter Mayer, izvršni tajnik IUFRO-a, prezentirao je kongresne rezolucije. Redefinirani zaključci Kongresa postali su sastavni dio usvojene *Brisbenske rezolucije*, sastavljene od *Rezolucije 1 - Promicanje svjetske suradnje u šumarstvu srodnim istraživanjima* i *Rezolucije 2 - Promicanje znanosti za donošenje odluka*.

REZOLUCIJA 1.

PROMICANJE SVJETSKE SURADNJE U ŠUMARSTVU SRODNIM ISTRAŽIVANJIMA

XXII. IUFRO svjetski kongres *Šuma u ravnoteži - veza tradicije i tehnologije* pripremio je jedinstveni forum za prezentaciju rezultata zbirnih globalnih istraživanja o šumama i drveću.

Kongres je upozorio na širok spektar pitanja za koja bi istraživanje uvelike pomoglo u boljem razumi-

jevanju problema šumarstva, uključujući postizanje uravnoteženog pristupa očuvanju i potrajnom gospodarenju šumama; prilagođivanje šuma klimatskim promjenama; primjena genetičkih izvora i biotehnologije za unapređenje potrajnoga gospodarenja šumama; utjecaj lokalnog stanovništva na šumarsku znanost i šumarstvo; povećanje vrijednosti šuma i šumskih proizvoda putem inovativne tehnologije; uloga edukacije, komunikacije i izgradnje kapaciteta za postizanje potrajnoga gospodarenja šumom.

Ponukani željom da se pozabave tim i drugim problemima vezanim za šumarstvo, kao i da još više učvrste položaj IUFRO-a kao baze za znanstvenike i istraživačke institucije vezane za šume i stabla, uključujući one koje trenutno djeluju izvan mreže IUFRO-a, IUFRO i njegovi članovi će:

1. *osigurati* bolju tematsku strukturu i fleksibilne mehanizme unutar naše organizacije koji će nam omogućiti da se bavimo ključnim pitanjima vezanim za šumarske znanstvenike i ostale zainteresirane i da odgovorimo na istraživačka pitanja koja su rezultat trajnih promjena u društvu i globalnom okruženju;
2. *osigurati kontinuitet* znanstvenog rada najviše kvalitete i standarda;
3. *pomagati* sudjelovanje znanstvenika i istraživačkih institucija zemalja u razvoju i zemalja u tranziciji u aktivnostima IUFRO-a, uključujući pomoć u razvoju kapaciteta znanstvenika i znanstvenih institucija;
4. *aktivno promicati* spolnu i kulturnu raznolikost unutar IUFRO-a, te podupirati i poticati sudjelovanje žena, mladih znanstvenika i studenata u aktivnostima IUFRO-a; povećati suradnju sa širim krugom znanstvenika i istraživačkih institucija iz ostalih znanstvenih disciplina na šumarstvu srodnim istraživačkim temama koje nadilaze tradicionalne granice šumarske znanosti;
5. *aktivnije obavještavati* znanstvenu i obrazovnu javnost o našim znanstvenim otkrićima;
6. *potpuno provesti* IUFRO-ovu Strategiju 2006-2010. kako bismo osigurali da IUFRO postane prava svjetska mreža znanstvenih spoznaja i suradnje u šumarstvu.

REZOLUCIJA 2.

PROMICANJE ZNANOSTI ZA DONOŠENJE ODLUKA

Na XXII. IUFRO-ovu svjetskom kongresu utvrđeno je kako je razumijevanje dinamike šumskih ekosustava i njihova odnosa prema stalnim promjenama ljudskih potreba i globalnog razvoja, kao što su porast ljudske populacije, migracije, urbanizacija, tehnološke promjene i klimatske promjene, još uvijek slabo unatoč dosadašnjem znanstvenom napretku, te da i dalje postoji potreba za kontinuiranim napretkom u šumarskoj znanosti.

Usprkos tome, status i kapaciteti tradicionalnih istraživačkih institucija i sveučilišta, kao i raspoloživa

sredstva za šumarska istraživanja, u mnogim su zemljama sve manja, poglavito zbog promijenjenih prioriteta politike, donositelja odluka i donatora.

Zbog toga je nužno ulaganjima u znanost i tehnologiju u budućnosti smatrati ponajprije ulaganja u šumarstvo, društveno-gospodarski razvoj i očuvanje šuma kao prirodnoga zaštitnog sustava za sadašnje i buduće naraštaje.

Poticani željom da osiguraju relevantne znanstveno točne informacije i savjete politici, političarima i ostalima zainteresiranima, svi članovi IUFRO-a će:

1. *poboljšati* ponudu relevantnih problemski orijentiranih rezultata šumarskih istraživanja politici, donositeljima odluka i ostalima zainteresiranima, te ih poticati da se bolje koriste znanstvenim rješenjima;
2. *povećati napore* u tumačenju rezultata istraživanja šumarske znanosti kako bi ih razumljivim jezikom predstavili političarima i ostalim zainteresiranima;
3. *povećati* doprinos IUFRO-a radu međunarodnih procesa i konvencija kao što su Forum UN-a, Konvencija o klimatskim promjenama, Konvencija UN-a o borbi protiv širenja pustinja, između ostalih, aktivnim sudjelovanjem u Zajedničkom partnerstvu u šumarstvu;
4. *pridonijeti* mogućem utemeljenju savjetničkog tijela za svjetske procese i konvenciju, čiji su specifični ciljevi pružanje znanstvenih savjeta vezanih za šumarstvo, slično međuvladinoj panel-raspravi o problemima klimatskih promjena;
5. *još više ojačati* partnerstvo i suradnju s međunarodnim organizacijama i ostalim zainteresiranima;
6. *pridonijeti* ostvarenju ciljeva milenijskog razvoja znanstvenom suradnjom, izgradnjom kapaciteta i obrazovne aktivnosti usmjerene na smanjivanje siromaštva i poboljšanje životnih uvjeta ljudi ovisnih o šumama te na postizanje ekološke potrajnosti.

Sljedeći u nizu međunarodnih foruma na visokoj znanstvenoj razini bit će *International IUFRO Precision Forestry Symposium*, koji će se održati od 5. do 10. svibnja 2006. godine u Stellenboschu, Južna Afrika. Stellenbosch University bit će domaćin toga međunarodnog simpozija.

Aktivni nastupi hrvatskih znanstvenika na IUFRO World Congressu potreban je nastavak stjecanja, razmjene i primjene znanstvenih spoznaja sa svrhom ubrzanja i olakšanja napretka prema održivom gospodarenju šumama Republike Hrvatske.

Sudjelovanjem predstavnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na Kongresu nastavlja se tradicija uspješnog predstavljanja Fakulteta na međunarodnoj znanstvenoj razini.

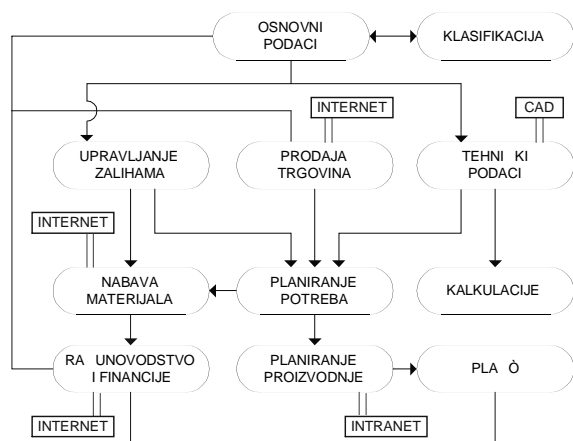
prof. dr. sc. Ivica Grbac
Renata Ojurović, dipl. ing.

Integralni poslovni informacijski sustav za drvopreraivače



GoSoft 2000 cjelovit je, u inkovit, pouzdan i za korisnike ugodan poslovni informacijski sustav, koji omogućuje brze poslovne odluke, a time i konkurentnost na tržištu. Nudi u inkovitu "potporu"poslovanju u proizvodnim, usluflnim i "trgova kim poduze ima," te u ra unovodstvenim servisima.

Namijenjen je ponajprije srednje velikim proizvodnim poduze ima," što "omogu uje" pra enje poslovanja od ponude kupcu i narudfibe "proizvodnji, preko tehni ke""dokumentacije""(sastavnice," tehni nk postupci, crtefli)" i nabave materijala s materijalnim poslovanjem, do planiranja materijalnih potreba i proizvodnih kapaciteta te otpreme proizvoda i fakturiranje. Posebna je briga usmjerena na funkciju planiranja proizvodnje (MRP-II, Manufacturing Resources Planing), na poslovanje preko Interneta (sl. 1) "(pla anje ra una, prijenos bankovnih izvoda, slanje dokumenta) i obra un osobnih dohodaka s tako otvorenim sustavom koji omogu uje obra un "u svim vrstama poduze a i "ustanova bez mijenjanja programa.



Slika 1. Osnovni moduli i veze s Internetom i intranetom

Modularna izvedba

Cijeli je sustav "gra en modularno, što omogu uje uvo enje IS-a prema odre enim podru jima,"odnosno upotrebu samo onih funkcija koje poduze e treba. Modul za drvoprerađivače obuhva a sljede e poslovanje.

1. Skladište trupaca

- Prometi trupaca (ulazi - izlazi)
- Stanje i vrijednost zaliha trupaca prema vrsti drva

2. Primarna proizvodnja

- Evidencija ulaza trupaca u pilanu prema vrsti drva, klasama i debljinskim razredima
- Evidencija izlaza piljene gra e iz pilane
- Radni nalozi (utrošak PTM-a i u inak radnika)

3. Skladište gra e

- Evidencija ulaza gra e na skladište
- Klasiranje gra e
- Evidencija i ispis mjernih listi
- Otprema piljene gra e
- Stanje i vrijednost zaliha piljene gra e prema vrsti drva

4. Doradna proizvodnja

- Evidencija ulaza piljene gra e u odjel polufiniranih proizvoda
- Evidencija izlaza proizvedenih elemenata
- Radni nalozi (utrošak PTM-a i u inak radnika)

5. Skladište sirovih elemenata

- Evidencija ulaska elemenata u SSE
- Klasiranje elemenata
- Evidencija izlaska elemenata (otprema, izdatnica, ...)
- Stanje i vrijednost zaliha elemenata

6. Sušare

- Evidencija gra e i elemenata u sušarama

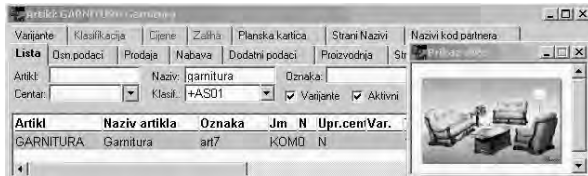
Osnovni podaci

Modul *Osnovni podaci* temelj je poslovnih funkcija sustava (artikli, poslovni partneri, kontni plan, skladišta, osobe ...). Tako je osiguran jednokratni unos i pregled podataka s jednog mjesta. Podaci se pomo u klasifikacijskih" klju eva mogu po "felji razvrstati u skupine.

Upravljanje zalihama

Upravljanje zalihama modul je za odre ivanje koli inskih i vrijednosnih zaliha, te prometa materijala. Jednokratnim knjifljenjem" postignut je pregled stanja zaliha po artiklima, skladištima, lokacijama, troškovnim mjestima ili serijama (sl. 2) i obra un zaliha izabranom metodom (planske cijene, stvarne - prosje ne, LIFO, FIFO). GoSoft 2000 poštuje serije u prometima i zalihama (*lot tracking*), što" omogu uje potpuno pra enje ugra enih materijala.

U modulu je tako er pripremljena evidencija crtefa "(format,"arhiv, odgovorna" osoba) i "ure ena pohrana, pregled (sl. 8) i ispis crtefa.

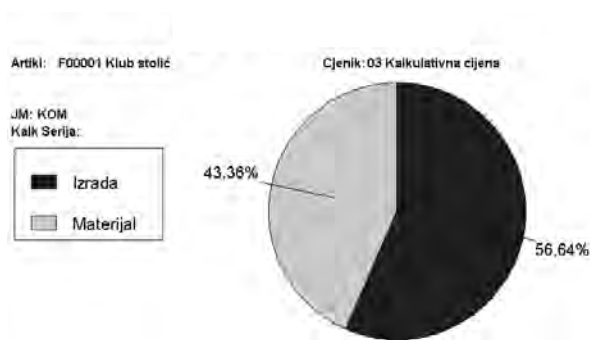


Slika 8. Baza proizvoda sa slikama

Tehnologija izrade za odre eni artikl definirana je radnim mjestom na kojemu se operacija izvodi te slijedom odgovarajuæih operacija (vremenom, opisom rada, planskim podacima). Za jednozna no odre ivanje tehnoloških postupaka predvi en je katalog standardnih operacija.

Kalkulacije

Modul *Kalkulacije* omogu uje "odre ivanje razli itih vrsta cijena uz vo enje povijesti. Cijene se mogu unositi ru no (likvidacija preuzetih ra una) ili izra unavati iz tehnoloških postupaka i sastavnica proizvoda. Na svim razinama ugradnje cijene su podijeljene na razli ite tipove troškova (rad, materijal, usluge ...) (sl. 9). Na osnovi stvarno utrošenog materijala i ostvarenog rada program prikafle" postkalkulaciju radnog naloga (stvarne troškove).



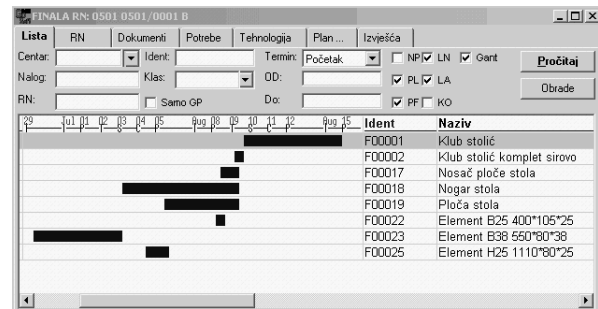
Slika 9. Analiza troškova artikla

Planiranje materijalnih potreba

Planiranje materijalnih potreba modul je koji poduze u "osigurava brzo i u inkovito planiranje potrebnih artikala (kako kupljenih, tako proizvoda i poluproizvoda). Primjenjuje se u svijetu poznati MRP sustav, koji poštuje JIT (*just in time*): narudfibe" kupaca i prognoze, eksploziju potreba prema njihovoj strukturi, rezervaciju zaliha ... Obrada omogu uje "više nana planiranja (narudfiben ki, serijski, na "minimalnoj zalihi), a moše se "izvršavati za cijelu proizvodnju ili za odre eni proizvod. Plan obuhva a sve "artikle: proizvode, poluproizvode, kupljene dijelove i druge sas-

tavne dijelove. Pri izradi plana dinami no se poštuju svi utjecajni podaci: vrijeme, zalihe, narudfibe, "prognoze, strukture artikala, nedovršena proizvodnja, planski podaci artikala (škart, proto no vrijeme, razdoblje udruffivanja, višekratnik "haru ivanja, minimalna zaliha ...). Rezultat planiranja su kolk inski i vremenski odre ene potrebe (rezervacije) i prijedlog naloga za zadovoljenje tih potreba (za izradu i nabavu artikala). Plan proizvodnje se nakon obrade interaktivno pregleda i analizira (sl. 10):

- koli inski i vremenski
- financijski - troškovno
- presjek stanja artikala
- sastavnice narudfibi (stupanj gotovosti).



Slika 10. Radni nalozi

Plan je mogu e" stalno mijenjati i dopunjavati. Na osnovi predlofenog "plana nalozi se šalju u proizvodnju, odnosno nabavu. Plan automatski reagira na svaku promjenu podataka koji neposredno ili posredno utje u na njega (neplanirani izlaz, storniranje naloga, inventura, promjena tehnologije ...).

Pra enje proizvodnje

- Primarna proizvodnja - evidentira se ulaz trupaca prema vrsti drva, klasama, serijama i debljinskim razredima te izlaz piljene gra e.
- Doradna proizvodnja - evidentira se ulaz piljene gra e po redovima sloflaja" i alternativnim jedinicama mjere te izlaz elemenata.
- Finalna proizvodnja - kao sirovinom koristi se drvnim i drugim poluproizvodima, gotovim dijelovima i materijalima te izra uje gotove proizvode.

U modulu *Pra enje" proizvodnje* nudi se kompletan nadzor i upravljanje proizvodnim aktivnostima. Planski nalozi, generirani planiranjem materijalnih potreba, šalju se u proizvodnju i omogu uju" pregled zauzetosti proizvodnih kapaciteta i upravljanje operacijama. Pri šalju svaka se operacija zasebno terminski i koli inski planira i time se opterete proizvodni kapaciteti prema radnim mjestima. Operacije je mogu e ru no" mijenjati i dodavati, bez obzira na tehnološki plan proizvoda. Kad je nalog lansiran, po inje njegovo pra enje" kroz proizvodnju. Omogueno je evidentiranje povratnih informacija iz proizvodnje putem ita a barkoda (sl. 11).

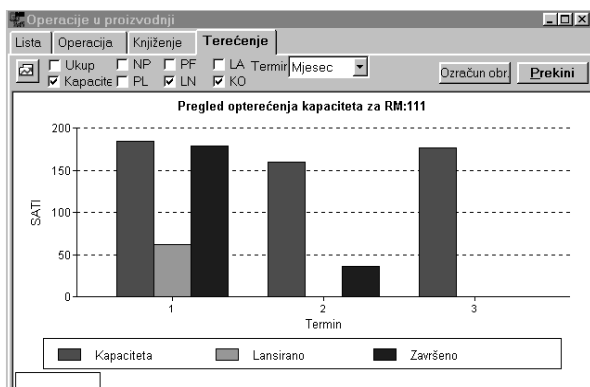


Slika 11. Dojava gotovosti prema operacijama

Prati se postupak rada na svakoj operaciji (količina proizvoda, škart, uzrok škarta, utrošeno vrijeme, podaci o radniku ...).

Mogu se izabrati raznovrsni (grafički) pregledi, ispisi, statistike (sl. 12. i 13):

- stanje naloga (detaljno za svaku operaciju)
- otvoreni troškovi materijala i rada po nalogu
- postkalkulacija naloga
- postotak iskorištenja
- analiza rada i škarta na operaciji
- izvršeni rad po radnicima
- trenutna na zauzetost radnog mjesta ili cijele proizvodnje
- dugoročno na zauzetost radnog mjesta ili cijele proizvodnje
- ispis radne dokumentacije ...



Slika 12. Pregled kapaciteta za radno mjesto

Financijsko računovodstvo

Financijsko računovodstvo omogućuje u inkuvi-
to pranje i istraživanje "imovinskog" i financijskog
poloflaja poduzeća, te "poslovnu" i financijsku usp-
ješnost. Pranje je omogućeno "kako" za potrebe va-

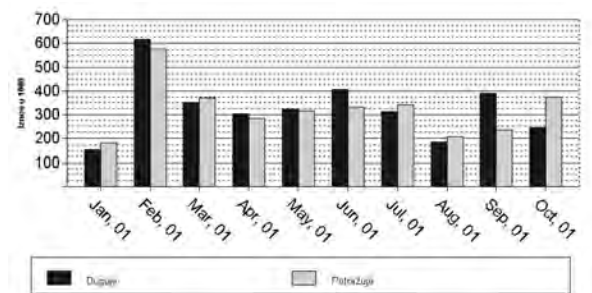
Cjenik: Planska cijena SV EUR
Radni nalog: 354 0001 - ELEMENTI BUKVA 25 mm

Šifra	Artikal	Naziv	JM	Količina		Vrijednosti		
				utrošena	izrađena	Cijena	utrošena	izrađena
7040	BUKVAMC0R	25mm	M3	388 838		4.800,00	1.814.902,40	
201020	BUKVEL. III	250x 50x 25	M3		1.097	11 810,00		12 271,77
201021	BUKVEL. III	250x 50x 25	M3		1.472	11 810,00		17.089,92
201022	BUKVEL. III	300x 50x 25	M3		0.889	11 810,00		7.907,69
201024	BUKVEL. III	300x 50x 25	M3		0.890	11 810,00		8.984,00
0104348	KMB25-1880° 80°25 "		M3		1.470	488,00		709,80
0115045	KMB25-1600° 80°25 "		M3		2.127	400,00		1.029,95
0100550	KMB25-1600° 100°25 "		M3		2.210	504,00		1.117,67
0115015	KMB25-1930° 60°25 "		M3		0.475	498,00		236,55
0118088	KMB25-1830° 80°25 "		M3		0.620	498,00		308,76
0111745	KMB25-1860° 80°25 "		M3		0.819	498,00		9,46
0103975	KMB25-2170° 50°25 "		M3		1.218	498,00		606,55
Ukupno (25 mm)				388 838	225 299		1.814.902,40	240 771,90
						Planirano	Ostvareno	Razlika
							58,47%	58,47%

Slika 13. Analiza radnog naloga na na elu planirano - ostvareno

njskih korisnika informacija, što je ureeno propisima
drflave i pravilima" struke, tako i za potrebe unutarnjih
korisnika informacija. Za osiguranje kvalitetnih infor-
macija potrebno je uzeti u obzir sve poslovne"doga-
aje. Modul *Finacijsko računovodstvo* omogu uje i
vo enje i obra un osnovnih "redstava. Za lakši" i btfk
rad napravljene su neke posebne funkcije:

- jednostavan izbor virmana za pla anje
- pla anje i knjiženje bankovnih izvoda preko Interneta, s automatskim zatvaranjem
- prijenos te ajnih lista s Interneta
- obra un poreza na dodanu vrijednost
- automatsko kontiranje izdanih i preuzetih ra una te evidencija pla anja
- bilanca, financijski rezultati, statisti ki izvještaji
- te ajne razlike
- pregledi i izvještaji prema razli itim kriterijima (sl. 14) (vremenu, partnerima, kontima, mjestima trošk-
ka, radnim nalogima ...)



Slika 14. Konta *duguje/potražuje* u godini

- kontroling - analiza ostvarenih kategorija (troškova, prihoda itd.) po kontima i mjestima troška, s planiranim i prethodno ostvarenim prihodima (sl. 15)
- *data warehouse* - skladište podataka
- nov ani tokovi (sl. 16).

Od datuma: 01.01.01 Plan: Klas.MT: Sve
Do datuma: 31.12.03 Analiza: Klas.Konta: Ostvareno i planirano
Des: Ostvareno i preth.

Period	OPeriod	D	Klas	Naziv	Prethodno	Ostvareno	Planirano	Razlika	Indeks	Pomak
01.01.02	31.12.02	MP		Proizvodnja	3.000	35.000	100.000	65.000	35,00	97,000
01.01.02	31.12.02	MU		Uprava	444	1.000	500	-500	200,00	56
01.01.02	31.12.02	MU		Uprava		20.000	20.000	100,00	100,00	20,000
					3.444	56.000	120.500	64.500	46,47	117056

Slika 15. Kontroling



Slika 16. Novčani tijekovi

Plaće i kadrovska evidencija

Modul *Plaće i kadrovska evidencija* otvoreni je sustav za obračun plaća i vođenje osnovnih podataka o zaposlenicima.

Model obračuna napravljen je tako da se može prilagoditi gotovo svakom poduzeću bez dodatnog programiranja. Obračun je brz i odmah omogućuje preglede rezultata (po djelatnicima ili kumulativno). Napravljeni su i svi propisani formulari za pojedine obračune koji su potrebni pri isplati plaća te izvještaji potrebni za ostale vanjske institucije (refundacije, plaćanje za banke, izvještaji za kreditore, ...) i godišnji izvještaji (M4, PK1, ...). Statistički su izvještaji podržani grafičkim prikazima.

Kadrovska evidencija omogućuje unos različitih podataka o djelatnicima, obračun i vođenje godišnjih odmora te razne izvještaje vezane za djelatnike (popis djelatnika po abecedi, po mjestu stanovanja, po rođenju, po mjestu troška, ...).

Još neki podaci o informacijskom sustavu GoSoft 2000

É" Razvojni alat: Power Builder

"Klijent / poslužitelj tehnologija

É" SQL baze (Sybase, Microsoft, INFORMIX, ORACLE, IBM, ODBC, ...)

É" Operacijski sustavi: Windows NT, Novell, UNIX, LINUX, ...

É" Veze s Internetom: dokumenti i dopisi s elektronskom poštom, automatsko knjiženje bankovnih izvoda i slanje naloga za plaćanje, prijenos tečajnih lista

É"" Vođenje poslovanja za više poduzeća

É"" Kupcima osigurava on-line pomoć, uvođenje i savjetovanje, ugovorno održavanje, ...

É"" Prijenos podataka u različite formate

É"" Veza s CAD sustavom (arhiviranje crteža)

É"" Lozinkom zaštićen pristup podacima

É"" Grafički prilagodljiv izbornik

É"" Prilagodljivi stupci u tablicama (položaj, poredak, izbor)

e-mail: dam@dam.hr

http://www.dam.hr

Selveta Gračanin
Marijana Novak

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

Studenti završne godine Drvnotehnološkog odsjeka Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu bili su od 16. do 20. svibnja 2005. u posjetu Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije Mendelova sveučilišta za poljoprivredu i šumarstvo u Brnu, Republika Hrvatska.

Političke su se promjene u Hrvatskoj 1989. godine odrazile na razvoj Poljoprivrednog sveučilišta u Brnu, koje se nakon 1995. preimenovalo u Mendelovo sveučilište za poljoprivredu i šumarstvo. Promjene naziva sveučilišta i fakulteta uslijedile su zbog proirivanja i prilagodbe nastavnog programa promjenama u ekonomiji, koja se iz nacionalne pretvorila u tržišnu. Proširenjem nastavnog programa i znanstvene djelatnosti nastali su novi fakulteti i danas je Mendelovo sveučilište sastavljeno od četiri fakulteta - Agronomskog, Poslovnoekonomskog, Fakulteta hortikulture i Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije koji se do 1993. godine zvao Fakultet šumarstva.



Zgrada Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Mendelova Sveučilišta u Brnu

Studenti su smješteni u prostorije "predviđene" za terensku nastavu Školskog šumarskog zavoda "u" Klătiny, 30-ak kilometara udaljenom od Brna. U "okruženju Klătiny, području južne Moravske, "u" "sklopu" školskog zavoda Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije nalazi se 10 273 ha pokusne šume "šarboretumom te nekoliko manjih postrojenja za obradu drva. Studenti su posjetili školsku pilanu Olomučany, stolariju Jozefov i pogon za proizvodnju krovnih nosača Utěchov.



Odlično raspoloženje i opuštena atmosfera među studentima tijekom puta u Brno

Pilana Olomučany opremljena je mehaniziranim stovarištem trupaca na kojemu se kroji duga oblovinna koja se razvrstava po promjeru i duljini. U te svrhe primjenjuje se tehnologija sa samovoznim kolicima za krojenje i razvrstavanje.



Duga se oblovinna dovozi kamionima, a razvrstavanje, krojenje i manipulacija obavlja se samovoznim kolicima i utovarivačem

Pilanska tehnologija zasnovana je na kombinaciji trače pile trupčare i paralice kao osnovnih pilanskih strojeva te na popratnoj liniji kružnih pila za poprečno i uzdužno krojenje piljenica.



Unutrašnjost pilane s tra nom pilom trup arom

Pilana raspolaže i pilom jarmačom manjeg svijetlog otvora za raspiljivanje tanjih trupaca, uglavnom smrekovine i jelovine. Pilana ima i klasične komorne sušionice manjeg kapaciteta.



Jarma a u radu

Školska stolarija u Jozefovu izrađuje piljene elemente zadanih dimenzija, vrtni namještaj te namještaj po mjeri. Uz proizvodnju školske stolarije upravo se opremaju prostorije za smještaj studenata praktikanata, dok je dio prostora opremljen za znanstvenu namjenu s modernom stolnom glodalicom i priključenim mjernim uređajima za analizu utjecaja parametara rezanja na svojstva usitnjenog materijala i kvalitetu površine rezanja.



U tvornici namještaja Jozefov izra uje"se namještaj po mjeri

U pogonu Utěhov izrađuju se krovni nosači od smrekovine i jelovine prethodno impregnirane u skladu s američkom tehnologijom MiTek.



Studenti s velikim zanimanjem slušaju voditelja pogona u Utěhovu

Na putu između odredišta s proizvodnim pogonima posjetili smo arboretum te vidikovac. Uočili smo tijesnu povezanost šumarske struke, ljubitelja prirode i pjesništva.



Upoznavanje studenata s eškim šumarstvom, uz stru no vodstvo jednoga od doajena eškog šumarstva

Domaćini su se potrudili te su nam u tom prirodnom ambijentu priredili nezaboravan domjenak s njihovim specijalitetima s ražnja.



Domjenak u prekrasnom prirodnom ambijentu djelomi no je narušilo kišovito vrijeme



eški gastronomski specijalitet

Dan rezerviran za posjet Fakultetu "umarstva i drvene tehnologije Mendelova "sveu ili-ta "u "Brnu "na-i su studenti doffivjeli" kao usporedbu sa "zagreba kim "šumarskim fakultetom i kriti ki "se" osvrnuli na razliku u op o j i tehni koj" opremljenosti "prostorija za izvo enje nastave.



Praktikum za mehani ku obradu drva opremljen je gotovo svim najvafnijim "klasi nim, ali "i CNC strojevi- ma te sušionicom drva



Izvršno ure en i opremljen praktikum za ru nu obradu "drva

To se posebno odnosi na bolju opremljenost domaćina praktikumima za mehaničku i ručnu obradu drva. Domaćini su organizirali i projekciju prezentacijskog materijala o svom fakultetu i stanju u Češkoj drvenoj industriji. Prisjetili smo se poznatog proizvođača namještaja za sjedenje Toneta, čija tradicija i danas živi u brojnim proizvodima s novim dizajnerskim rješenjima.

U sklopu Fakulteta nalaze se botanički vrt i

arboretum, koji su 1997. godine predani studentima šumarstva i hortikulture u nastavne svrhe. Međunarodna suradnja Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije pokrenuta je i ulaskom Republike Češke u EU. Suradnjom sa stranim institucijama (OECD-om, UNESCO-om i EU) Fakultet šumarstva i drvene tehnologije dobio je snažnu potporu razmjenom nastavnika, studenata i poslijediplomaca, znanstvenim i istraživačkim radom, a posebno suradnjom unutar mreže SOCRATES/ERASMUS projekata. Fakultet šumarstva i drvene tehnologije Mendelova sveučilišta u Brnu uključen je u programe CEEPUS, LEONARDO DA VINCI, INCO-COPERNICUS i EUREKA, u sklopu kojih se prakticira razmjena sa šest europskih srodnih fakulteta, partnera iz Grčke, Španjolske, Finske i Švedske.



Detalj mehaniziranog stovarište trupaca neposredno prije ulaganja u stroj za guljenje kore

Treći dan studijskog posjeta češkoj drvenoj industriji posjetili smo pilanu Javořice u mjestu Ptení. Pilana obrađuje isključivo oblovinu četinjača, uglavnom smrekovinu od 13 do 38 cm promjera. Trenutačno može obraditi oko 360 000 m³ oblog drva u godini. Dodatnim proširenjem kapaciteta koji je u tijeku moći će obrađivati i trupce većeg promjera od 38 cm te će samim time znatno povećati svoj kapacitet. I ta pilana raspolaže respektabilnim mehaniziranim stovarištem trupaca. Trenutačno provode razvrstavanje u tri duljinska razreda, s porastom promjera od 1 cm. Svi se trupci namijenjeni obradi u sklopu linije, osim prikrajanja, i izmjere i koraju.



Sofisticirano upravljanje pilanskim strojevima s glavnoga upravlja kog mjesta

Tehnologija pilane zasnovana je na obradi trupaca iveračima u kombinaciji s kružnim pilama. S obzirom na visoku mehaniziranost i automatiziranost cjelokupnog procesa obrade, kapacitet po smjeni iznosi oko 200 m³. Treba naglasiti da smjena traje pet sati.

Zanimljivo je bilo vidjeti i višeetažnu sortirnicu okrajčenih piljenica s poluautomatiziranim slaganjem složajeva.



Stovarište okraj enih piljenica

Za kraj studijskog posjeta studenti su imali slobodan program i turističko-edukativni posjet glavnom gradu Češke Pragu.



Dio slobodnog vremena studenti su proveli u me usobnom društenju i zabavi uz nadaleko "poznato" eško pivo

Ovom prilikom prenosimo zahvalnost naših studenata domaćinima iz Brna na gostoprimstvu, posebno glavnom organizatoru doc. Josefu Chladilu, asistentu ing. Pejzlu, ing. Truhláru i drugima, kao i Šumarskom fakultetu u Zagrebu, posebno dekanu prof. dr. sc. Mladenu Figuriću i prodekanici izv. prof. dr. sc. Ružici Beljo Lučić, zbog organiziranja ovakvoga studijskog putovanja. Pohvaljujemo i naše studente za dostojno ponašanje i predstavljanje Šumarskog fakulteta izvan zemlje. Nadamo se da će se ovakvi posjeti ponoviti i idućih godina.

dr. sc. Ankica Čavlović
mr. sc. Josip Ištvanic
mr. sc. Krešimir Greger
mr. sc. Alan Antonović



Pozdrav uz zajedni ku fotografiju studenata i voditelja puta neposredno prije povratka u Zagreb

DRVNA INDUSTRIJA

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

Izdavač: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

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

Adresa: Svetošimunska 25, HR-10000 ZAGREB

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

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

Drvna industrija je jedini hrvatski znanstveno-stručni časopis za pitanja drvne tehnologije. Već 56 godine objavljuje izvorne znanstvene, stručne i pregledne radove, prethodna priopćenja, izlaganja sa savjetovanja, stručne obavijesti, bibliografske radove, preglede te ostale priloge s područja iskorištavanja šuma, biologije, kemije, fizike i tehnologije drva, pulpe i papira te drvnih proizvoda, uključivši i proizvodnu, upravljačku i tržišnu problematiku u drvnoj industriji.

Časopis izlazi kvartalno.

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

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

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

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

FSC CERTIFIKACIJA ŠUMA I DRVNIH PROIZVODA

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

FSC je osnovan 1993. uz potporu glavnih ekoloških nevladinih udruga kao što su World Wildlife Fund, Friends of the Earth i Greenpeace. To je nevladina udruga sa sjedištem u Oaxaci, Meksiko, a certifikate izdaje putem ovlaštenih tvrtki. Dosada je izdano oko 450 certifikata u 56 zemalja svijeta.

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

Bitna komponenta FSC certificiranja jest neprekidni nadzorni lanac u prometu drvnim proizvodima (Chain of Custody) koji jam i da drvo upotrijebljeno za izradu kona nog proizvoda potje e iz šuma kojima se gospodarilo, te da je jasan put do ga je ono prošlo u različitim fazama prerade. Na taj se način za svaki certificirani proizvod može ustanoviti njegovo podrijetlo. To, naravno, zahtijeva da svi sudionici u lancu budu certificirani, odnosno da se pridržavaju određenih standarda. Prvo, certifikat mora biti izdan organizaciji koja gospodari šumama i time postaje izvor certificirane sirovine za drvnj industriju, da bi zatim certifikat trebala dobiti primarna prerada drva, finalisti i, konačno, trgovci drvnim proizvodima.

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

U svijetu je prema FSC sustavu certificirano oko 30 milijuna hektara šuma, te su spomenuta dva milijuna hektara hrvatskih šuma iznimno mnogo, osobito ako se uzme u obzir veličina naše zemlje. Ako se pak gleda relativno, površina državnih šuma Hrvatske najveći je svjetski certifikat. Certifikat može izdati samo organizacija koju ovlasti FSC centrala (za HŠ to je britanska tvrtka Soil Association Woodmark) koja obavlja inspekciju organizacije te uvidom u dokumentaciju i stanje na terenu utvrđuje stupanj usklađenosti sa standardom. FSC certifikat izdaje se na pet godina, a podložan je godišnjim monitoring posjetima.

Osim Hrvatskih šuma, u Hrvatskoj ima 16 certifikata za drvnj industriju (tzv. COC certifikata), a pet ih je u pripremi. Činjenica da je većina hrvatske drvene sirovine certificirana znatno olakšava i stjecanje COC certifikata za drvnj industriju. To je pogodnost koju naša drvnj industrija treba prepoznati i iskoristiti s obzirom na konkurenciju na zapadnoeuropskom tržištu. Hrvatske šume osnovale u tvrtku-kćer Hrvatske šume consult d.o.o. koja svojim iskustvom može znatno pomoći drvnj industriji da se poveže s tvrtkom ovlaštenom za izdavanje certifikata. Svi zainteresirani mogu se obratiti Ratku Matoševiću (tel.091/590-3789), koji će ih upoznati s potrebnim procedurama za stjecanje certifikata.

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



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO (HŠD)

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

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

Društvo je osniva i pokreta svih "znatnijih" postignuća i šumarske prakse, "obrazovanja" i znanosti. Ako bismo nabrajali samo najvažnije, onda su to inicijative "donosnja" Zakona o šumstvu 1852. te njegova stroga primjena od 1858; počinje rad Gospodarsko-šumarskog učilišta u Križevcima 1860; priprema (tijekom 1876) i tiskanje znanstveno-stručnoga i staleškoga glasila "Šumarski list" 1877, koji izlaskom iz tiska broja 11-12/2001 bilježi 125. godište neprekidnog tiskanja; priprema i sudjelovanje na Milenijskoj izložbi u Budimpešti 1896. godine, gdje su Kraljevine Hrvatska i Slavonija imale svoj izložbeni prostor, a šumarstvo i prerada drva svoj posebni paviljon; gradnja Hrvatskoga šumarskog doma (ugao Trga Mažuranića, Vukotinovićeve i Perkovićeve) 1898. i u njemu početak rada Šumarske akademije (20. listopada 1898) kao četvrte visokoškolske ustanove Sveučilišta u Zagrebu (tada još "prislonjene" uz Mudroslovni fakultet); postavljanje Šumarskog muzeja u istoj zgradi (čiji su izložci kasnije, nažalost, razdijeljeni); vraćanje nacionaliziranog dijela zgrade Hrvatskoga šumarskog doma ponovno u vlasništvo HŠD-a 1977/78; osnivanje Akademije šumarskih znanosti 1996. godine. Tijekom proteklih godina mnoge su ekskurzije, predavanja i stručne rasprave u sklopu HŠD-a bile temeljem radova, odluka, zakona, propisa i naputaka za rad u šumarstvu i preradi drva, iako je bilo vremena "kada se struka slabo slušala".

Zahvaljujući praksi, obrazovanju i znanosti spomenima i isprepletenima baš u svojoj udruzi HŠD-u, posrednim ili neposrednim utjecajem udruge, ali i članova pojedinaca, donošene su prave odluke, a onemogućivane ili barem ublaživane one koje bi bile pogubne za šume i šumarstvo Hrvatske. Tako su zbog 95 %-tne površine prirodnih šuma šume Hrvatske ostale među najprirodnijima i najočuvanijima u Europi.

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

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

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

Tijekom svog postojanja HŠD je "kao milom, -to silom" mijenjao organizacijske oblike i nazive (Šumarski klub, Društvo inženjera i tehničara Šumarstva i drvne industrije i sl.). Prema Zakonu o udrugama donesenom 1997. godine, nakon najšire demokratske rasprave članstvo (više od 2 800 članova) izabralo je organizacijski oblik nevladine jedinstvene udruge na razini države, s 19 ogranaka koji su glede aktivnosti i financiranja samostalni. Osim zajedničkog Statuta, kojega su se "dufni drflati" i svi ogranci, svaki ogranak može imati i posebna pravila koja definiraju određene "specifičnosti". U članku 2. Statuta HŠD-a stoji: "Hrvatsko šumarsko društvo je jedinstvena udruga inženjera i tehničara šumarstva, drvne tehnologije, kemijske prerade drva i prometa drvnim proizvodima, te drugih stručnjaka" s odgovarajućim "stručnim spremom (najmanje srednjom), koji rade na poslovima iz navedenih oblasti", a članak 12. kao cilj HŠD-a navodi okupljanje stručnjaka iz djelatnosti navedenih u članku 2. "radi promicanja i zaštite interesa struke i članstva, unapređenja struke, promicanja inženjerskog i tehničkoga poziva, tehničkoga razvoja i istraživanja, obrazovanja (srednjeg i visokog) i stalnog usavršavanja za postizanje optimalnog tehnološkog i gospodarskog razvoja, blagostanja, zdravlja, očuvanja okoliša i kvalitete društva".

Navedeni cilj ostvaruje se različitim djelatnostima, koje su navedene u daljnjem tekstu članka 12. Statuta. Članke 2. i 12. ističemo da bismo zainteresirane podsjetili tko sve može biti članom HŠD-a i što je njegov cilj, jer je u svim ograncima osim u Osijeku, Sl. Brodu, Požegi, Virovitici i djelomice Zagrebu, osim šumara, bezrazložno malen broj članova ostalih struka.

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

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

ŠUMARSKI LIST

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

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

Urednici su mu bili ljudi od struke i pera kao što su Fran Kesterčanek, Josip Kozarac, Andrija Petračić, Ivo Čeović, Antun Levaković, Josip Balen, Milan Anić, Roko Benić, Milan Androić, Zvonimir Potočić. Danas je glavni urednik Branimir Prpi. Časopis objavljuje "znanstvene i stručne" članke s područja šumarstva, prerade drva, zaštite prirode, lovstva, ekologije, prikaze stručnih predavanja, savjetovanja, kongresa, proslava i sl, prikaze iz "domaćeg i strane stručne literature te važnije spoznaje" s drugih područja, bitne za razvoj i unapređenje šumarstva i prerade drva. Časopis također objavljuje sve "što se odnosi na stručna zbivanja" u našoj i u svijetu, podatke i crtice iz prošlosti šumarstva, prerade i uporabe drva te aktivnosti Hrvatskoga šumarskog društva.

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



ŠUMARSKI LIST
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB

3-4
GODINA CXXII
Zagreb
1998

JELUTONG

NAZIVI I NALAZIŠTE

Jelutong je trgovački naziv drva dobivenog od vrsta *Dyera costulata* Hook. f. i *Dyera lowii* Hook. f. iz porodice *Apocynaceae*. Prirodno su rasprostranjene na Malajskom poluotoku, Borneu, Saravaku, Sabahu i Sumatri, do nadmorskih visina od 450 m. Drvo im je međusobno sličnih svojstava i izvozi se. U upotrebi su i trgovački nazivi jelutong-bukit i jelutong-paya.

STABLO

Stablo naraste do 60 m visoko. Čisto, ravno i valjkasto deblo može biti dugačko i 27 m, s prsnim promjerom 1 - 2,4 m.

DRVO

Makroskopska obilježja

Jelutong je drvo male gustoće, vrlo slične topolovini. Bjeljika i srž ne razlikuju se po boji. Drvo te listače ima uočljive i pravilne godove, jednoličnog je izgleda, bjelkasto je ili boje slame. Katkad je zbog djelovanja gljiva koje uzrokuju promjene boje i plijesni diskolorirano, pogotovo ako je stablo služilo za dobivanje mliječnog soka (lateksa). Žica mu je ravna, a tekstura fina i jednolična. Promjeri pora variraju od sitnih, običnim okom nevidljivih, do umjereno velikih, vidljivih bez povećala. Pore drva raspoređene su u radijalne nizove od 4 do 6, a gustoća im se kreće do 4 na mm². Drvni su traci uži od pora i imaju radijalne mliječne cijevi. Mliječni tragovi često se nalaze na tangentnim površinama, u gnijezdima veličine do 1 cm, međusobno udaljenima 60 do 90 cm uzduž žice.

Mikroskopska obilježja

Članci traheja imaju jednostavne perforacije, promjera od 50 do 200 m. Aksijalni parenhim većinom je apotrahealan, difuzno zoniran, u tankim linijama širine jedne stanice i mrežast. Drvni traci su uži od 50 m, heterocelularni, s nekoliko redova rubnih stanica, te s mliječnim cijevima. Među vlakancima se nalaze vlaknaste traheide.

TEHNOLOŠKA SVOJSTVA

Obradivost

Jelutong ne stvara poteškoće u obradi bilo strojnim, bilo ručnim alatima. Vrlo slabo zatupljuje alate, te uz oštre alate daje odlične glatke površine. Dobro se čavla i drži vijke, a zadovoljavajuće se dobro lijepi. Slabo se savija.

Sušenje

U prvoj fazi sušenja bitna je brza cirkulacija zraka da bi se spriječila diskoloracija gljivama koje uzrokuju promjenu boje i plijesni. Prije sušenja deblje građe preporučuje se potapanje u vodotopljivi fungicid (soli boraksa i borne kiseline). Drvo se inače suši brzo i bez grešaka. Rad osušenog drva u upotrebi je malen.

Trajnost i zaštita

Jelutong pripada u slabo trajne vrste drva s obzirom na napad gljiva truležnica. Posebice je podložan napadu termita. Bjeljika je vrlo sklona diskoloraciji i često je napadaju ksilofagni insekti. Drvo je permeabilno i lako se štiti zaštitnim sredstvima.

Uporaba

Zbog fine i jednolične teksture, dobrih svojstava obrade i stabilnosti, drvo jelutonga se upotrebljava za izradu crtaćih dasaka, drvenih cipela, okvira za slike, olovaka, modeliranje, rezbarenje, izradu furnira, uslojenih ploča i sl. Stabla daju mliječni sok (lateks) za proizvodnju guma za žvakanje. Drvo ima svojstva slična drvu *Alstonia congensis* Engl. i *Hura crepitans* L.

Literatura

1. Brazier, J. D.; Franklin G. L. 1961: Identification of Hardwoods - A microscope key, FPR Bulletin No. 46, HMSO, London
2. Rendle, B.J. 1970: World timbers, London: Ernest Benn limited University of Toronto press, str. 32.
3. Wagenführ, R.; Scheiber, Chr. 1974: Holzatlas, VEB Fachbuchverlag Leipzig, str: 260, 326.
4. *** 1964: Wood dictionary, Elsevier publishing company, Amsterdam
5. *** 1994: Woods of the world. Tree talk, Inc., 431 Pine Street, Burlington, VT 05402
6. *** 1960: Identification of Hardwoods - A lens key, FPR Bulletin No. 25, HMSO, London

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



LABORATORIJ ZA ISPITIVANJE NAMJEŠTAJA I DIJELOVA ZA NAMJEŠTAJ

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

ovlašteni
laboratorij za
ispitivanje
kvalitete
namještaja
i dijelova za
namještaj

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE
HR-10002 ZAGREB
Svetošimunska 25, p.p 422
tel. 01/235 2454
fax. 01/235 2531

istraživanje drvnih
konstrukcija i
ergonomije
namještaja

ispitivanje
zapaljivosti i
ekološkiosti
ojastučenog
namještaja

sudska
stručna
vještačenja

ispitivanje
materijala i
postupaka
površinske
obrade



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

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

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

Upute autorima

Sve autore molimo da prije predaje rukopisa pažljivo prouče 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 i pregledne radove, prethodna priopćenja, stručne radove, izlaganja sa savjetovanja, stručne obavijesti, bibliografske radove, preglede te ostale priloge s područja iskorištavanja šuma, biologije, kemije, fizike i tehnologije drva, pulpe i papira te drvnih proizvoda, uključivši i proizvodnu, upravljačku i tržišnu problematiku u drvnj 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 recenzentata. Izbor recenzentata i odluku o klasifikaciji i prihvaćanju članka (prema preporukama recenzentata) donosi Urednički odbor.

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

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

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

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

Rukopisi

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

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

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

Znanstveni i stručni radovi na sljedećim stranicama trebaju imati i naslov, prošireni sažetak i ključne riječi na jeziku različitom od onoga na kojem je pisan tekst članka (npr. za članak pisan na engleskome ili njemačkome naslov, prošireni sažetak i ključne riječi trebaju biti na hrvatskome, i obratno). Prošireni sažetak (približno 1 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 obrojaju se susljedno. One koje se odnose na naslov označuju se zvjezdicom, a ostale natpisnim (uzdignutim) arapskim brojkama. Napomene koje se odnose na tablice pišu se ispod tablice, a označavaju se uzdignutim malim pisanim slovima abecednim redom.

Latinska imena pisana kosim slovima trebaju biti podcrtana.

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

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

Rezultati trebaju obuhvatiti samo materijal koji se izravno odnosi na predmet. Obvezatna je primjena metričkog sustava. Preporučuju se SI jedinice. Rjeđe rabljene fizikalne vrijednosti, simboli i jedinice trebaju biti objašnjeni pri prvom spominjanju u tekstu. Za pisanje formula koristiti Equation Editor (program za pisanje formula unutar MS Worda). Jedinice se pišu normalnim (uspravnim) slovima, a fizikalni simboli i faktori kosim slovima. Formule se susljedno 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 redosljedom. Naslovi, zaglavlja, legende i sav ostali tekst u slikama i tablicama treba biti pisan hrvatskim i engleskim ili hrvatskim i njemačkim jezikom.

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

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

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

Zahvale se navode na kraju rukopisa.

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

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

Kripan, J. 1970: Tehnologija fumira i ploča. Drugo izdanje. Zagreb: Tehnička knjiga.

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

Ostale publikacije (brošure, studije itd.):

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

Tiskani slog i primjerci

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

Instructions for authors

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

General

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

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

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

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

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

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

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

Editorial Office "Drvena industrija"

Faculty of Forestry, Zagreb University

Sveto-Šimunska 25, HR - 10000 Zagreb, Croatia

E-mail: drind@sumfak.hr

Manuscripts

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

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

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

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

The last page should provide the full titles, posts and address(es) of (all) the author(s) with indication as to whom of the authors are editors to contact.

Scientific and professional papers must be precise and concise and avoid lengthy introductions. The main chapters should be characterised by appropriate headings. Footnotes should be placed at the bottom of the same page and consecutively numbered. Those relating to the title should be marked by an asterisk, others by superscript arabic numerals.

Footnotes relating to the tables should be printed below the table and marked by small 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. Formulas should be written by using Equation Editor in MS Word. Units are written in normal (upright) letters, physical symbols and factors are written in italics. Formulas are consecutively numbered with arabic numerals in parenthesis (e.g. (1)) at the end of the line.

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

Figures and tables should be complete and readily understandable without reference to the text. Do not write the captions to figures and drawings in block letters. Line drawings should, if possible conform to the style of the journal and be printed on the laser printer. Original drawings or photographic copies should be submitted with the manuscript. Letters and numbers must be sufficiently large to be readily legible after reduction of the width of a figure/table to either 160 mm or 75 mm. Photographs should be black/white. Colour photographs will be printed only on special request; the author will be charged for multicolour printing. Photographs and photomicrographs must be printed on highgloss paper and be rich in contrast. Photomicrographs should have a mark indicating magnification, preferably in micrometers. Magnification can be additionally indicated at the end of the figure title (e.g. Mag. 7500:1). Each illustration should carry on its reverse side its number and indication of its orientation, along with the name of (principal) author and a shortened title of the article. Original illustrations will not be returned to the author.

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

Acknowledgements are presented at the end of manuscript.

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

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

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

Books: Author, first name(s), year: Title. (ev. editor): edition, (ev. volume), place of edition, publisher (ev. pages from - to). Examples:

Kollmann, F. 1951: *Technologie des Holzes und der Hokerwerkstoffe*. 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. Cote, 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.