

DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE • ZAGREB • VOLUMEN 47 • STRANICA 93-128 • BROJ 3
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL JOURNAL OF WOOD TECHNOLOGY • ZAGREB • VOLUME 47 • PAGES 93-128 • NUMBER 3



Pinus sylvestris L.

3/96



HRVATSKE ŠUME

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

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)230 22 88; Fax (*385 1)21 86 16

SUIZDAVAČI

Co-Publishers

Exportdrvo d.d., Zagreb
Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb

OSNIVAČ

Founder

Institut za drvnoindustrijska istraživanja, Zagreb

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Editor-in-Chief

Dr. sc. Hrvoje Turkulin

UREDNIČKI ODBOR

Editorial Board

Doc. dr. sc. Andrija Bogner, Prof. dr. sc.
Vladimir Bruči, dr. sc. Jurica Butković, prof. dr.
sc. Mladen Figurić, prof. dr. sc. Vlado Goglia,
izv. prof. dr. sc. Ivica Grbac, prof. dr. sc.
Vladimir Hitrec, prof. dr. sc. Boris Ljuljka, prof.
dr. sc. Božidar Petrić, prof. dr. sc. Vladimir
Sertić, prof. dr. sc. Stjepan Tkalec, svi iz Zagreba,
Dr. Georg Böhner, München, Njemačka, Dr.
Robert L. Geimer, Madison WI, USA, dr. Eric
Roy Miller, Watford, Velika Britanija, prof. dr.
A.A. Moslemi, Moscow ID, USA, dr. John A.
Youngquist, Madison WI, USA, prof. emeritus
R. Erickson, St. Paul MN, USA, prof. dr.
W. B. Banks, Bangor, Velika Britanija

IZDAVAČKI SAVJET

Publishing Council

Izv. prof. dr. sc. Ivica Grbac (predsjednik),
Šumarski fakultet Zagreb, prof. dr. sc. Boris
Ljuljka, Šumarski fakultet Zagreb, Josip
Štimac, dipl. ing. (Exportdrvo d.d.), Hranislav
Jakovac, dipl. ing. (Hrvatsko šumarsko
društvo)

TEHNIČKI UREDNIK

Production Editor

Zlatko Bihar

LEKTORI

Linguistic Advisers

Zlata Babić, prof. (hrvatski - Croatian)
Mr. sc. Gordana Mikulić, prof.
(engleski-English)
Mr. sc. Marija Lütze - Miculinić
(njemački-German)

DRVNA INDUSTRIJA je časopis koji
objavljuje znanstvene i stručne radove te
ostale priloge iz cjelokupnog područja
iskorištavanja šuma, istraživanja svojstava i
primjene drva, mehaničke i kemijske prerade
drva, svih aspekata proizvodnje te trgovine
drvom i drvnim proizvodima.

Časopis izlazi četiri puta u godini.

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

The journal is published quarterly.

OVAJ BROJ ČASOPISA SUFINANCIRA



**HRVATSKO
ŠUMARSKO
DRUŠTVO**

ZAGREB, Trg Mažuranića 11
Telefoni: 444 206 i 449 686

Sadržaj

Contents

NAKLADA (Circulation): 600

komada • ČASOPIS JE REFERIRAN

U (Indexed in): Forestry abstracts,

Forest products abstracts, Agricola,

Cab abstracts, Paperchem, Chemical

abstracts, Abstr. bull. inst. pap. chem,

CA search • PRILOGE treba slati na

adresu Uredništva. Znanstveni i

stručni članci se recenziraju. Ru-

kopisi se ne vraćaju. MANUSCRIPTS

are to be submitted to the Editor's

office. Scientific and professional pa-

pers are reviewed. Manuscripts will

not be returned • PRETPLATA (Sub-

scription): Godišnja pretplata (an-

nual subscription) za sve pravne

osobe i sve inozemne pretplatnike 40

USD. Pretplata u Hrvatskoj za indi-

vidualne pretplatnike iznosi 20 USD,

a za đake, studente, škole i umi-

rovljenike 6 USD, u protivvrijednosti

navedenih iznosa plativa u kunama

na dan uplate na žiroračun 30102-

603-929 s naznakom "Drvena indus-

trija" • ČASOPIS SUFINANCIRA

Ministarstvo znanosti Republike

Hrvatske. Na temelju mišljenja Min-

istarstva prosvjete, kulture i športa

Republike Hrvatske br. 532-03-1/7-

92-01 od 15. lipnja 1992. časopis je

oslobođen plaćanja poreza na promet

• SLOG I TISAK (Typeset and

Printed by) - „MD” - kompjutorska

obrada i prijelom teksta - ofset tisak

Zagreb, tel. (01) 3880-058, 531-321,

E-mail: tiskara-md@zg.tel.hr, URL:

http://www.ergraf.hr/tiskara-md •

DESIGN Aljoša Brajdić • ČASOPIS

je dostupan na INTERNETU:

http://www.ergraf.hr/tiskara-md

DRVNA INDUSTRIJA • Vol. 47, 3•

str. 93-128 • ljeta 1996. • Zagreb

REDAKCIJA DOVRŠENA 1997. 04.

17.

ZNANSTVENI RADOVI

Scientific papers •••••

UTVRĐIVANJE SPECIFIČNE ENERGIJE SUŠENJA HRASTOVIH POPRUGA I TERMODINAMIČNI MODEL SUŠENJA

Establishment of specific drying energy of oak-wood flooring deal and thermodynamic model of drying

Miljenko Primorac, Stjepan Risović 95-100

PRETHODNO PRIPĆENJE

Preliminary paper •••••

INVESTIGATION INTO THE CHANGES OF WOOD SURFACE LAYER BY MEASUREMENT OF pH-VALUE

Istraživanje promjena površinskog sloja drva mjerenjem pH vrijednosti

Boris Ljuljka, Vladimir Sertić, Ivica Grbac, Vlatka Jirouš-Rajković 101-107

METHODS FOR TESTING THE RESISTANCE OF WOOD HOTMELT ADHESIVES TO TEMPERATURE CHANGES AND WEATHERING

Metode ispitivanja otpornosti taljivih ljepila za drvo na temperaturne i klimatske promjene

Andrija Bogner, Boris Ljuljka, Ivica Grbac..... 108-113

OPTIMIZACIJA RADA ZRAČNOG KONVEJERA

Optimisation of pneumatic conveyors working conditions

Vlado Goglia, Ankica Kos-Pervan 114-119

NOVI ZNASTVENI RADNICI

Scientists and their careers 120-122

UZ SLIKU S NASLOVNICE

Species on the cover 123

Miljenko Primorac, Stjepan Risović

Utvrđivanje specifične energije sušenja hrastovih popruga i termodinamični model sušenja

Establishment of specific drying energy of oak-wood flooring deal and thermodynamic model of drying

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

Prispjelo - Received: 12. 03. 1997. • Prohvaćeno - accepted: 17. 04. 1997.

*UDK 630*812.145 i 630*847*

SAŽETAK • Mjerenjima utroška topline i električne energije u četiri ciklusa sušenja hrastovih popruga debljine 25 mm u velikoj komornoj sušionici (166,685 m³ vlažne piljene drvene građe) proračunom su utvrđeni: ukupni utrošak topline po jedinici isušene vlage u proljetnom razdoblju $\bar{C}_u = 11,9$ MJ/kg; utrošak energije po jedinici isušene vlage bez disipacije jest specifična energija sušenja hrastovih poruga $\bar{C} = 8,6$ MJ/kg i utrošena specifična električna energija sušenja $\bar{C}_{el} = 0,355$ MJ/kg. To su srednje vrijednosti tijekom cijeloga ciklusa sušenja, kada je srednja početna vlaga bila manja od 30 %, a srednja konačna vlaga prosušene građe 6,5 %. Mjerna pogreška navedenih rezultata srednjih vrijednosti iznosi oko 12 %. Ciklusi su vođeni uobičajenim pogonskim režimom sušenja. Utvrđena specifična energija je oko 3,5 puta veća od topline ispravanja slobodne čiste vode pa je za objašnjenje mjernih rezultata uveden opći teorijski model. Prema svojoj funkciji u termodinamičnom smislu taj model je ireverzibilni toplinski stroj na vlažan zrak. Rezultati tako uvedenoga stroja navedeni su kao pokazni primjer u dvjema tablicama. Ti rezultati pokazuju da takav model može služiti za simulaciju procesa sušenja drva na osnovi koje se može zaključivati o optimalnim režimima u tehnološkom, energetsom i vremenskom smislu. Parametar dovođenja topline može biti važan pokazatelj u vođenju procesa sušenja. Specifična energija sušenja pri određenoj klimi sušenja funkcija je vlažnosti drva, odnosno veličine strukturnih otvora iz kojih se isparava vlaga. Uvedeni model povezuje te dvije veličine.

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

Authors are associated professor and research assistant, respectively, at the Faculty of Forestry of the University of Zagreb.

Rad je izložen na Simpoziju povodom 150-e obljetnice Hrvatskog šumarskog društva u studenom 1996. U Zagrebu. The paper was presented at the Symposium on the occasion of 150th Anniversary of the Croatian Forestry Society in Zagreb in November 1996.

$u_p/\%$	32,76	23,64	19,2	15,52
Q_u/GJ	278,238	245,632	174,837	129,027
Q_g/GJ	49,504	42,490	28,622	25,447
Q_z/GJ	18,939	20,027	18,108	14,674
Q_k/GJ	1,350	2,080	2,958	1,915
Q_{el}/GJ	29,478	24,592	17,553	13,827
Q_{el}/MWh	8,597	7,104	5,047	3,956
m/kg	29 146	19 024	14 096	10 012
C_u/MJkg^{-1}	9,546	12,912	12,406	12,887
C/MJkg^{-1}	7,152	9,516	8,881	8,689
C_{el}/kWhkg^{-1}	0,295	0,373	0,358	0,395

$\bar{C}_u = (11,9 \pm 1,6) \text{ MJ/kg}$
 $\bar{C} = (8,6 \pm 1,0) \text{ MJ/kg}$
 $\bar{C}_{el} = (0,355 \pm 0,043) \text{ kWh/kg}$,

pri čemu je:

- Q_u - ukupna toplina za sušenje od u_p do 6,5 % mokrine
- Q_u - total drying heat from u_p to 6.5 % of moisture
- Q_g - gubici topline kroz stijenke komore i zbog nedovoljne zatvorenosti komore
- Q_g - heat losses through the chamber walls and due to the inadequate chamber closure
- Q_z - toplina utrošena za zagrijavanje
- Q_z - heat consumed for increase of drying temperature
- Q_k - toplina utrošena za održavanje postavljene klime - odsisavanje i navlaživanje
- Q_k - heat consumed for establishment of proper, wetting and ventilating
- Q'_{el} - dio električne energije koji je uključen u Q_u .
- Q'_{el} - part of electrical power included in Q_u
- Q_{el} - utrošak električne energije
- Q_{el} - electrical power consumption
- m - masa istisnute vode
- m - mass of evaporated water by drying
- $C_u = Q_u/m$ - ukupno utrošena toplina po jedinici istisnute mokrine
- $C_u = Q_u/m$ - total consumed heat per unit of evaporated water
- $C = (Q_u - Q_g - Q_z - Q_k)/m$ - specifična energija sušenja
- $C = (Q_u - Q_g - Q_z - Q_k)/m$ - specific drying energy
- $C_{el} = Q_{el}/m$ - utrošena električna energija po jedinici istisnute vlage
- $C_{el} = Q_{el}/m$ - total consumed electrical power per unit of evaporated water.

avanje radi postizanja zadane klime zahtijevane u pojedinim fazama sušenja i energije utrošene za navlaživanje. Toplinski gubici i toplina zagrijavanja obrađeni su računski, na osnovi praćenja potrebnih temperatura unutrašnjosti i okoline (proljetno razdoblje). Zbog velikoga sadržaja drvene mase u komori sušionice efektivna vrijednost energije vrlo je značajna u odnosu prema jalovim efektima. Ti su rezultati za pojedine početne vlažnosti prikazani u tablici 1.

U sva četiri slučaja sušen je jednak broj složaja. Prema našim mjerenjima, srednja je gustoća suhe drvene tvari $(721 \pm 68) \text{ kg/m}^3$, a srednje volumno utezanje 14%.

Mjereni utrošak električne energije uključen je u ukupnu toplinu za sušenje, zato što se sva električna energija utrošena u komori pretvara se u toplinu. Elektromotori ventilatora za strujanje zraka trošili su ukupno 23 kW ili 0,14 kW po m^3 sušenih

piljenica. Radi usporedbe, navedimo da je potrošnja u automatski vođenim malim komornim sušionicama $1,4 \text{ kW/m}^3$, dok u komorama s tračnicama ta izmjerena veličina odgovara $0,8 \text{ kW/m}^3$ grade.

Uz tablicu 1. navedene su srednje vrijednosti ukupno utrošene topline C_u po jedinici isparene mokrine u navedenim uvjetima sušenja. Vrijednost od $11,9 \text{ MJ/kg}$ s 13 % mjerne nesigurnosti može biti orijentacijski normativ za takve komore u proljetnom razdoblju. To je ekvivalent utroška od $5,53 \text{ kg}$ zasićene pare (tehnološka para) pri pretlaku 2,5 bara za ispravljanje jednog kilograma vode iz hrastovih popruga debljine 25 mm. Za uobičajeni pogonski režim vrijednost $\bar{C} = 8,6 \text{ MJ/kg}$ srednja je vrijednost potrebne topline bez gubitaka, topline za zagrijavanje i klimatizaciju svedena na jedinicu isparene vlage, tj. na specifičnu energiju sušenja. Standardna devijacija rezultata je 12 %. Vri-

Tablica 1.

Rezultati mjerenja energetskih vrijednosti za četiri ciklusa sušenja hrastovih popruga debljine 25 mm, ukupnog obujma 166,685 m³ drva u vlažnom stanju po svakom ciklusu, od srednje početne vlažnosti u_p do srednje konačne vlažnosti 6,5 %. •
Results of energetic measurements for four drying cycles of oak-wood flooring deal 25 mm thick in kiln drying chamber total volume 166,685 m³ of wet lumber, from average initial moisture u_p to final average moisture of 6,5 %

2r, μm	t = 40 °C W _r = 2,309 MJ/kg			
	φ = 90 %; t _v = 38,3 °C; 2r _g = 25,05 μm; u _r = 19 %		φ = 20 %; t _v = 22,2 °C; 2r _g = 0,70 μm; u _r = 4,2 %	
	W _r /MJkg ⁻¹	\bar{W}_r /MJkg ⁻¹	W _r /MJkg ⁻¹	\bar{W}_r /MJkg ⁻¹
500	2,513	2,940	2,419	2,492
100	3,094	5,634	2,474	2,878
50	4,501	11,398	2,545	3,370
40	5,925	16,700	2,583	3,616
30	13,134	40,537	2,645	4,134
26	58,264	154,643	2,685	4,278
4	-	-	5,021	15,339
3	-	-	6,380	20,339
2	-	-	10,120	32,467
1,5	-	-	15,884	48,525
1	-	-	42,300	108,510

stroj ne bi bio savršen, trošio bi više topline iz okolnoga spremnika za crpljenje isparene vlage. Računski rezultati tako uvedenoga modela savršenog ireverzibilnoga toplinskoga stroja navedeni su u tablici 2. i 3. za temperature 40 °C i 72 °C za po dva slučaja relativne vlage. Pri svakoj promatranoj temperaturi kapilarni se otvor mijenjao od 2r do 2r_g, dok je vanjski tlak bio 0,1 MPa.

U tablicama 2 i 3. W_r označava vrijednost specifične energije (tj. topline potrebne samo za ispravljanje - izvlačenje jedinice mase vlage), kada se izvlači vlaga iz kapilarna radijusa r, tj. kroz otvore 2r. Tim načinom pri klimatskim okolnostima određenim temperaturom i relativnom vlagom moguće je crpsti vlagu za otvore 2r > 2r_g. Pri otvoru 2r_g prestaje korisni učinak (u smislu sušenja) toga stroja. Za tu klimu vodom su ispunjeni svi prostori čiji izlazi imaju otvore manje od 2r_g. To je, zapravo, stanje vlage ravnoteže u_r, čije su odgovarajuće vrijednosti navedene prema Krpanu (1965). Na osnovi takvih usporedbi moguće je uspostaviti korelaciju

(kvadratnu) između mokrine drva u i kapilarnih promjera 2r. Vrijednost W_r topline su ispravljanja slobodne vode pri određenoj temperaturi zasićenja (Ražnjević, 1975). U tablicama 2. i 3. također su navedene vrijednosti specifične energije \bar{W}_r . Ovdje se polazi od postavke da se istodobno zbiva proces od kapilara otvora 2r do otvora blizu 2r_g prema funkcijskoj usklađenosti W_r. Znači pretpostavlja se da proces ne miruje za manje otvora od 2r sve dok se ne dovrši proces za taj veći otvor. Ta je postavka realnija osobito za masivnije komade drva, od načina W_r, ali i ona može trpjeti prigovor o težini sudjelovanja pojedinih otvora u istodobnom procesu. Vrijednost pojedinačnih težinskih faktora mogu dati eksperimenti.

Eksperimentalni rezultati u tablici 1. dobiveni su pri procesima sušenja u nizu uvjeta klimatskih parametara odabranoga režima, ali rezultati iz tablica 2. i 3. sigurno upućuju na mogućnost pokrivanja dobivenih vrijednosti specifične energije označene sa C odnosno C.

Tablica 2.

Vrijednosti specifične energije W_r pri sušenju na 40 °C i promjeru kapilara 2r te njezine srednje vrijednosti \bar{W}_r u području od 2r do 2r_g, pri relativnoj vlažnosti φ i atmosferskom tlaku 1 bar • Specific energy values W_r, with a drying temperature of 40 °C when the capillary diameter is 2r and a corresponding average value of specific energy \bar{W}_r , when the capillary diameter is in a range from 2r to 2r_g. Relative air humidity is φ and ambient pressure is 1 bar

Tablica 3.

Vrijednosti specifične energije W_r pri sušenju na 72 °C i promjeru kapilara 2r te njezine srednje vrijednosti \bar{W}_r u području od 2r do 2r_g, pri relativnoj vlažnosti φ i atmosferskom tlaku 1 bar • Specific energy values W_r with a drying temperature of 72 °C when the capillary diameter is 2r and corresponding average value of specific energy \bar{W}_r , when the capillary diameter is in a range from 2r to 2r_g. Relative air humidity is φ and ambient pressure is 1 bar

2r, μm	t = 72 °C W _r = 2,309 MJ/kg			
	φ = 32 %; t _v = 50,0 °C; 2r _g = 1,21 μm; u _r = 4,6 %		φ = 21 %; t _v = 45,0 °C; 2r _g = 0,681 μm; u _r = 3,2 %	
	W _r /MJkg ⁻¹	\bar{W}_r /MJkg ⁻¹	W _r /MJkg ⁻¹	\bar{W}_r /MJkg ⁻¹
30	2,386	2,775	2,329	2,717
20	2,418	3,003	2,407	2,946
8	2,594	4,105	2,550	4,385
5	2,836	5,393	2,728	5,116
3	3,505	8,452	3,145	7,615
2	5,239	15,163	3,901	11,689
1,5	10,774	33,344	5,052	17,361
1,3	29,669	82,915	6,073	22,096
1	-	-	10,146	39,631
0,8	-	-	24,676	94,988

Boris Ljuljka, Vladimir Sertić, Ivica Grbac, Vlatka Jirouš-Rajković

Investigation into the changes of wood surface layer by measurement of pH-value

Istraživanje promjena površinskog sloja drva mjerenjem pH vrijednosti

Prethodno priopćenje • Preliminary paper

Received - Prispjelo: 12.03.1997. Recepted - Prihvaćeno: 17.04.1997.

UDK: 634.0.813 i 634.0.829

SUMMARY • *Wood pH has been studied with regard to its affecting some change on wood surface.*

The change on wood surface was analyzed after the following:

- *chemical treatment;*
- *aging in room climate;*
- *exposure to the sun, rain and surrounding atmosphere;*
- *exposure to ultraviolet radation.*

Each treatment was followed by measurements of the pH and the adhesion of the NC varnish. The procedure of pH measurement on the wood surface with a combined surface electrode was devised.

A 25 mm circel was drawn on the wood surface with NC varnish to prevent water spreading along the fibers. Into the circle 0,75 ml of water was applied, the electrode plunged in. After 5 minutes, the pH was measured. Within this time, no negative effects of carbon dioxide on the water pH were established.

The research was done on fir, beech, oak and poplar. After chemical treatment, the pH on the wood surface varied depending on the chemical used but some general conclusions about the effects of pH on the following adhesion may be drawn.

Authors are professors, associate professor and assistant, respectively, at the Faculty of Forestry of the University of Zagreb.

Autori su redom redovni profesori, izvanredni profesor i asistentica na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. The paper was presented at the Symposium on the occasion of 150th Anniversary of the Croatian Forestry Society in Zagreb in November 1996.

Rad je izložen na Simpoziju povodom 150-e obljetnice Hrvatskog Šumarskog društva u studenom 1996. U Zagrebu.

Summer sunlight quickly reduces the adhesion of varnish on beechwood, increasing the pH of the wood surface.

Sunlight, and in combination with the rain in February, lasting 10 days, does not affect adhesion significantly. Instead, the surrounding atmosphere seems to have a greater influence in this time period.

Varnish adhesion may be enhanced with a certain dose of UV-light. It is likely that maximum adhesion is achieved by the highest pH.

Wood pH should be regarded as an indicator of chemical changes rather than cause of change.

Key words: wood surface, surface pH, surface activation

SAŽETAK • pH vrijednost zanimljiva je zbog mnogih gledišta, a u ovom radu istražene su mogućnosti ustanovljavanja promjena na površini drva pomoću mjerenja promjena pH vrijednosti površine drva.

Analizirane su promjene na površini nakon njenog tretmana:

- kemikalijama,
- starenja u sobnoj klimi,
- utjecajem sunca, kiše i okolne atmosfere
- utjecajem ultravioletnog zračenja.

Razrađen je postupak mjerenja pH površine drva kombiniranom površinskom elektrodom. Vrijednost pH površine drva dobar je indikator stanja površine.

Sunčevo svjetlo ljeti vrlo brzo djeluje na povećanje pH vrijednosti površine drva i time umanjuje adheziju laka na bukovini. Sunčevo svjetlo uz djelovanje kiše u veljači, u trajanju od deset dana, nije bitno utjecao na adheziju. Umjesto svjetla izgleda da je okolna atmosfera imala značajniji utjecaj u tom razdoblju. Adhezija laka se može i povećati s određenom dozom UV-svjetla. Vjerojatno je da se najbolja adhezija postiže pri najvećim vrijednostima pH.

1. INTRODUCTION

Wood pH value is interesting from many aspects, such as

- corrosion of metals attached to wood;
- wood protection;
- glued bonds and joints;
- surface treatment of wood;
- the condition of wood surface reflecting the properties of various woods; the procedures it has gone through from tree felling to the given moment; drying; mechanical treatment; aging under particular conditions.

Wood surface, or top layer, is the interface with the surrounding medium. All external impacts begin from its top layer, i.e. through it. All changes on the wood are seen on its surface. Therefore the importance of studying the wood surface and the changes occurring on it should be noted.

Learning more about wood surface and its changes will help us to protect wood in a more efficient way, i.e. its modifications.

The state and changes in wood surfaces may be studied on thin sheets, models of surface layers, or on the top layer of thicker sam-

ples. The surface can be observed, microscopically, measured as to its behaviour when wetted with liquids. We can measure its pH, the degree to which adhesives stick to the surface, and the changes of mechanical properties at the surface or the model of top layer, as well as the chemical changes in the surface layer. Although some highly sophisticated methods may be mentioned here (e.g. magnetic resonance), in these particular cases they would come across great difficulties.

We have tried to investigate the possibilities of measuring wood surface changes by measuring the pH of the top layer.

2. PREVIOUS RESEARCH

A number of authors have dealt with the wood pH measurement. As it is impossible to measure the pH of dry wood, the measurements are usually performed on the sap extracted from green wood. The pH can then be measured directly, or the wood can be cut into small pieces and extracted with water. After some time the pH of the liquid is measured.

As the acidity or alkalinity is reduced by the addition of water (pH is 7), and such measurements do not yield accurate results, Sandermann (4) and other researchers chopped small pieces of wood and added water with adjusted acidity of varying pH values. In the case when the pH had not changed by mixing the chopped wood with the liquid, they took the liquid acidity for that of the wood. Here we can also consider the buffer value for different wood species.

Wood pH may also be measured with electrodes. Special flat electrodes have been designed for the measurement of wood surface pH. Some researches suggest measuring wood surface soaked in water, which requires a longer time period and therefore we can hardly speak of the pH surface layer. Most researches measured the surface pH after they had applied some distilled water to it.

3. RESEARCH METHOD

In our research we have used a combined flat electrode Type P17/DIN A 94 with a 12 mm top diameter, and a pH meter ISKRA MA 5722.

0.75 ml of distilled water ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$) was applied inside a white 25 mm wide circle marked by NC varnish, to prevent spreading along the fibers (Figure 1).

The varnish itself did not affect the changes established by the tests. The duration of the water/wood interaction was 5 minutes, the time period chosen by most researchers. As wood has mostly acid reaction, the pH decreased abruptly at the beginning, then more slowly. Decreasing pH could be detected even after 15 minutes, though the question is whether the influence of the deeper wood layers needs to be considered.

Figure 2 shows the measurement of untreated beechwood and the one treated with NaOH 0.5 M whose surface was eventually rinsed with distilled water. The measurements were done on five places on each sample. During the first three minutes the water pH changed relatively rapidly, and after five minutes the value became stable. After a longer time period, we should consider the influence of the wood under the surface, which could be seen on the sample treated with NaOH, where the pH decreased after five minutes. Also, in spite of the same treatment and vicinity of the measuring place-on the sample, the pH values varied on different measuring places.

The steady fall and rise of the measured values prove that the measuring itself is quite accurate.

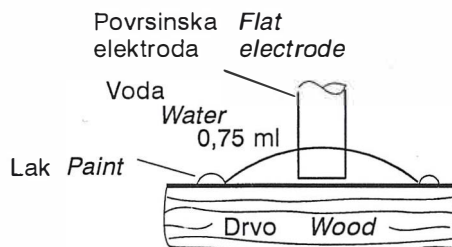


Figure 1
Scheme of pH-measurement on wood surface • Shema mjerenja pH - vrijednosti na površini drva.

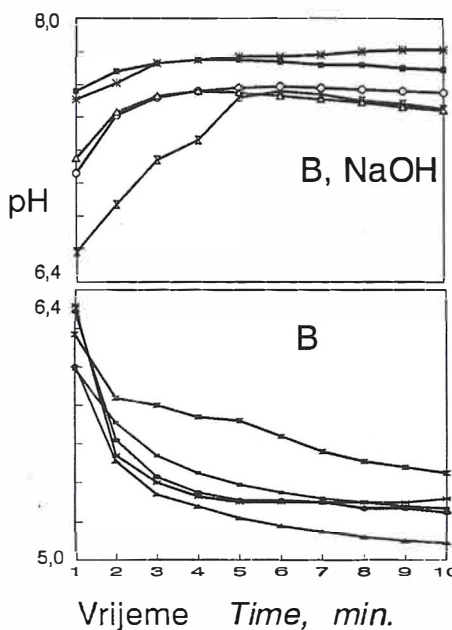


Figure 2
Results of pH measuring on wood surface • Rezultati mjerenja pH na površini drva.

After longer exposure to air, the change of the water pH may be caused by carbon-dioxide. However, the tests did not establish such influence within the time periods of 5 to 10 minutes.

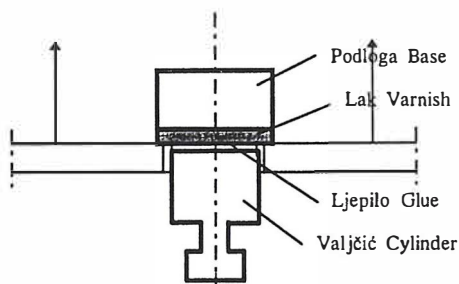
The changes on the wood surface were measured by means of the changes in the adhesion of the varnish to wood. Of the many methods for measuring the holding properties, none meet all the requirements, particularly not in the case of the varnish upon wood. The basic procedures in these methods are:

- removing the coating with a special knife;
- using inertia for removing the coat (by shooting a sample out of a "gun");
- cutting in the coat down to the wood with a knife to activate shear stress,
- thrust upon the varnished surface with a ball causing the destruction and detachment of the coating;
- gluing consoles on the coating and removing them to cause stress concentration;
- gluing stups and removing them by peeling;
- gluing stups on the varnished surface, then pulling them off by a force perpendicular to the surface, or by torsion.

In our research we chose the pull-off test for adhesion (DIN - EN 24624).

It has already been reported (Sickfeld and Hosp 1979), that even at perfectly perpendicular pulling force on the well glued stub the surface stress is unequally distributed. Therefore we reported only the ultimate (breaking) force without calculating the maximum strength. The perpendicular application of the force was obtained in the Wolpert double-joint mechanical tester, while the test was done according to Figure 3. In all the tests we used the nitro-cellulose varnish.

Figure 3
Scheme of adhesion testing • Shema mjerenja adhezije premaza na drvu.



4. TEST SAMPLES

The tests were carried out on beechwood, poplar, oak and fir. More tests were made with beechwood. The samples were of radial-tangential texture, 1000 mm long x 100 mm wide x 20 mm thick. Moisture content was about 10%, and the samples were conditioned to this moisture content before each test.

5. RESEARCH RESULTS

5.1. Modification of surface with chemicals

In the research of Buglaj (1) and others, the chemical modification of wood was applied for better adhesion. The results were varying. In our research, we prepared the surfaces with

- sodium hydroxide (10%),
- hydrogen peroxide (15%),
- nitric acid (0.5 M),
- ammonium hydroxide (6%).

The following changes may occur when these chemicals are applied:

Acid reaction of the most wood species is caused by the free acids and acid groups that split easily, e.g. mostly acetic acid and acetyl groups.

Wood is very resistant to chemicals, and there is no solvent that can dissolve wood tissue without chemically affecting its individual constituents at the same time. This stability is explained by a complex structure of the mutually linked high polymeric compounds. The solvent or chemical reagent that can dissolve one major constituent of wood cannot dissolve another.

Wood material is resistant to the effects of diluted mineral acids at room temperature, though concentrated acids quickly affect wood by causing the decomposition of polysaccharides.

Solutions of strong alkalis dissolve considerable quantities of wood material even at room temperature. Strong alkalis affect less resistant polysaccharides and a certain part of the lignin. Alkalis also dissolve most part of the extractive. Accordingly, the alkaline extract is of a complex chemical composition.

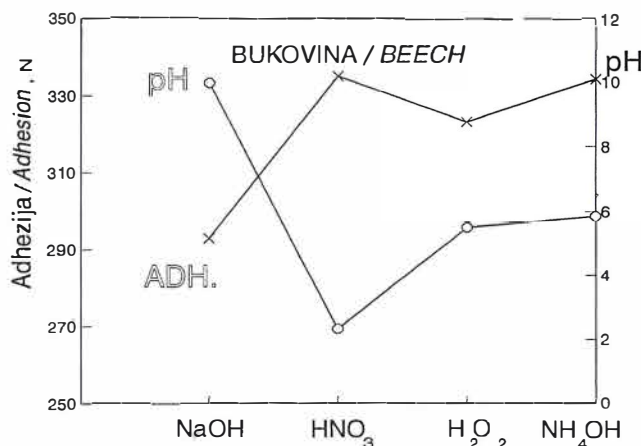
Wood reacts to strong oxidants such as hydrogen peroxide and concentrated nitric acid. The resulting oxidation of lignin and carbohydrates causes the formation of carboxyl and carbonyl groups. The diluted solutions of strong oxidants have a limited activity.

In the above tests, we first treated the surface with chemicals and after that rinsed the wood surface with distilled water to remove the rest of chemicals that did not react.

The results did not justify procedure under test conditions.

After chemical treatment, 24-hour drying, and pH measurement, the samples were varnished. The holding properties of the varnish on variously treated wood were measured seven days after varnishing. The results of these experiments are shown in Figure 4. The pH of the wood surface was changed depending on the treatments.

Figure 4
Effects of chemical treatment on pH-value and on adhesion • Utjecaj kemijskoga tretmana na pH - vrijednost i adheziju prevlake na drvu.



The poorest holding properties were recorded on wood treated with sodium hydroxide. Varnish on the other samples treated with other chemicals had similar holding properties. Similarly to the previous research and the scrape-test adhesion measurement, the data of ammonium hydroxide treatment showed high adhesion values.

5.2. Effects of surface aging in room climate

A lot of research has been done on the so-called free exposure (aging in the room climate) of the wood-surface between the mechanical processing and the application of varnish or adhesive. The research encompassed the measurements of the wetting and contact angle change. In most the results show that free exposure had adverse effects on the adhesion of the coating.

In our tests, the samples of beech, poplar, fir and oak were left in room conditions without any access of light. The results are shown in Figures 5 and 6.

All woods increased their surface pH values.

After free exposure, the varnish holding power of all woods was reduced. Figure 6 shows both changes. It would be a wrong conclusion to make immediate correlations between the holding power and the pH, as found in much of the previous research.

The pH values tell as about the state of the wood surface, while adhesion is the relation between the wood surface and the varnish. By generalizing this relation, the conclusion would be that the increased pH reduces the holding power. Figure 4 clearly shows that this general rule does not hold good.

5.3. Effects of the sun, rain and surrounding atmosphere

A beech sample, 1000x100x20 mm, wrapped in several layers of black paper to shield from light, and finally in polyethylene film, was exposed to the sun, southward at

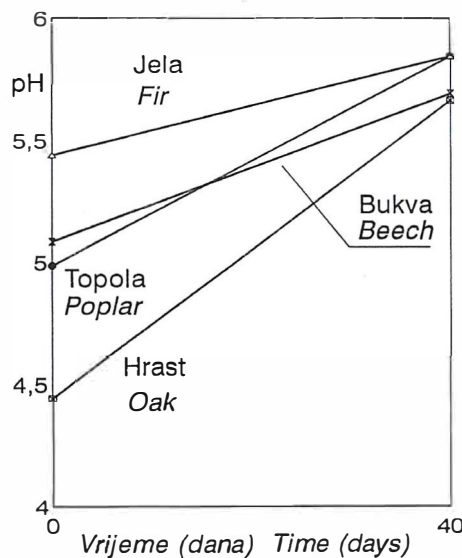


Figure 5
Aging in room climate • Promjena pH vrijednosti sa vremenom stajanja u sobnim uvjetima.

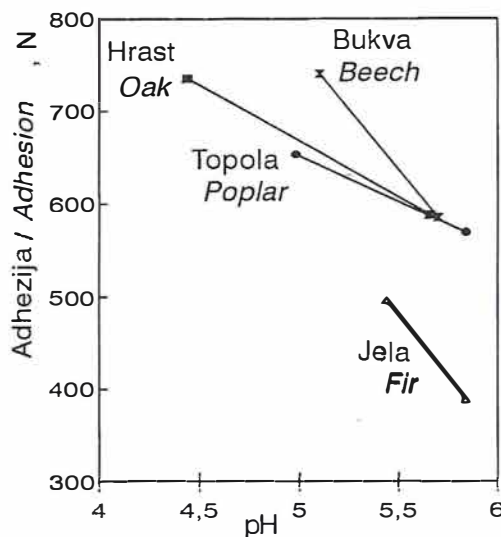


Figure 6
Aging in room climate (pH and adhesion) • Promjena adhezije s promjenom pH vrijednosti pri stajanju u sobnim uvjetima.

45° angle, in the summer months, so that both the paper and the film were removed part by part, in order to obtain the various durations of exposure to the sun. The last part, marked "zero days", was not unwrapped before the pH was measured and the varnish was applied. Other intervals were 1, 11, 31 and 91 days.

The results of this experiment are shown in Figure 7. After only one day exposure, the pH increased and the adhesion fell. The difference in adhesion between 1 and 91 days (the lowest adhesion), and 11 and 31 days (somewhat higher adhesion) is explained by the incidental deviations at the holding power measurement, and also by the activation of the wood surface by insolation.

To establish the effects of the sun, rain and the surrounding atmosphere, the samples of beech, oak, poplar and fir were exposed to

the sun and surrounding atmosphere, and also to the sun, rain and surrounding atmosphere, at the end of February and the beginning of March. One sample group was protected from the rain, exposed to the south at a 45° angle. Another group was exposed to the sun, rain and atmosphere, with the same orientation.

After 5 days (2 sunny, two rainy, and 1 cloudy day) the samples were removed from the weathering station and put to climatization. After 10 days (4 sunny, 3.5 rainy and 2.5 cloudy) another group was taken off the weathering station. The pH change is shown in Figure 8.

The changes do not indicate any rule that may be explained by weak and short-term insolation in this time period. The surrounding atmosphere seems to have the highest impact, since the beech pH did not change;

Figure 7
Effects of the sun in the summer • Utjecaj ljetnog sunca na promjenu pH i adheziju.

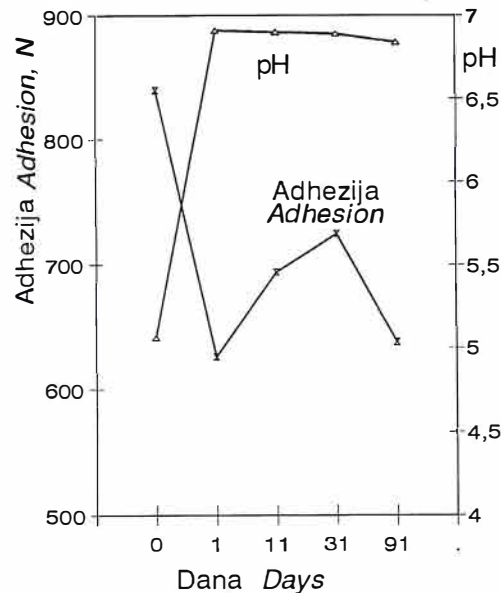
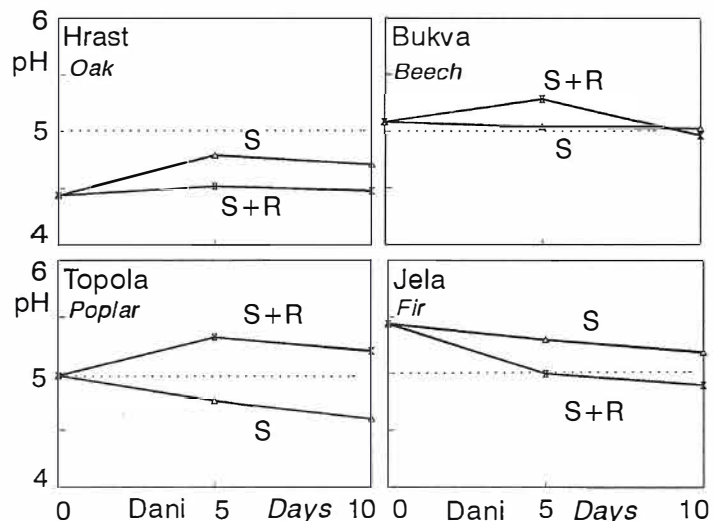


Figure 8
Effects of the sun, rain and atmosphere • Utjecaji sunca, kiše i atmosferskog zraka na promjenu pH - vrijednosti.



- the initial value was about 5. The pH of oak and fir increased or fell nearing the value of 5. This also proves that when samples are exposed, it is not enough to measure time and establish the change, but the surrounding atmosphere, which may have a critical impact, should also be measured.

5.4. Effects of ultraviolet radiation

A prolonged exposure to ultraviolet radiation has adverse effects on the surface. It leads to the destruction of anatomic wood components and loss of substance. However, some researchers found that ultraviolet exposures through a limited time period may activate the surface and improve adhesion (1).

Beech samples were exposed to an ultraviolet light source with impulse radiation lasting in turns 0, 15, 30, 45, 60, 120, and 1000 seconds, followed by pH measurement, varnishing and measurements of adhesion.

The results are shown in Figure 9. At first the pH and adhesion rose, then they fell. Figure 9 also shows the results of Buglaj's research. Although different wood kinds (birch and beech) and varnish types (nitrocellulose and polyester) were tested, similar results were achieved. The conclusion may be, that a particular amount of ultraviolet light may activate wood surface and increase its varnish-holding power. The change on the wood surface is also connected to the pH change, a link that may be helpful. However, it would be wrong to consider the pH change as the cause, and the adhesion change as the consequence.

5. CONCLUSION

1. Accurate measurements of the wood surface pH may be done with a special electrode.

2. In order to prevent the spreading of water along the fibers, the optimal water quantity to use with the electrode is 0.75 ml poured into the circles drawn with varnish upon the wood surface. The best measuring time is 5 minutes, as the impact of carbon dioxide from the air has not been found within this time period. The pH value may be a good sign of the state, i.e. the changes on wood surface.

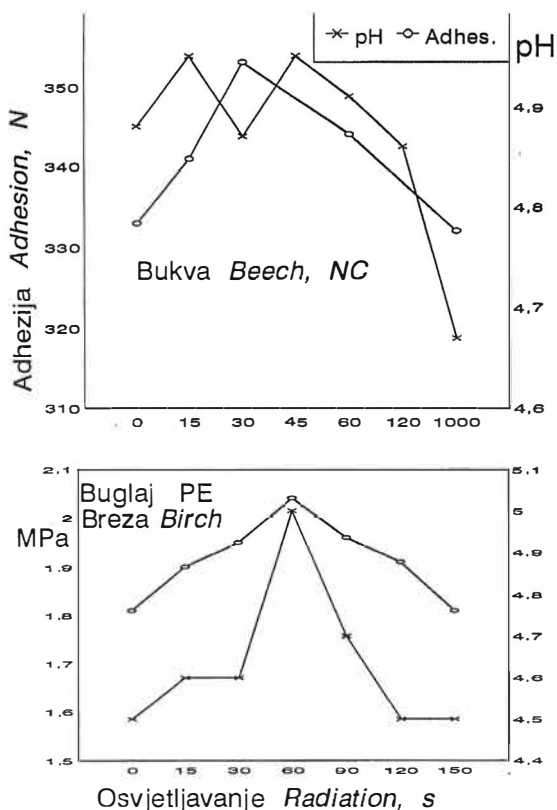


Figure 9
Effects of ultraviolet radiation • Utjecaj ultraljubičastog zračenja na promjene pH i adhezije.

3. The pH of the wood surface should be considered as the sign of change rather than its cause.

6. REFERENCES

- Buglaj, B.M.; Zotov, A.A. (1982): O metodah povyshenia adgezii pokrytij k drevesnym podlozshkam. Derveoobrab. prom (6): 6-8.
- Kubel, H.; Simatupang, M.H. (1994): Bestimmung der Oberflächen-pH-Wert-Änderung von getrocknetem und pilzbefallenem Fichten- und Pappelfurnier mit einer Oberflächen-elektrode und einem colorimetrischem Verfahren. Holz Roh Werkstoff 52:272-278.
- Labski, O. (1974): Zmiany pH drewa po modifikacji amoniakom. Drevarsky vyskum. 19(3):125-133.
- Sandermann, W.; Rothkamm, M. (1959): Über die Bestimmung der pH Werte von Handelshölzern und deren Bedeutung für die Praxis. Holz Roh Werkstoff 17(11):43-440.
- Seltman, J. (1955): Freilegen der Holzstruktur durch UV- Bestrahlung. Holz Roh Werkstoff 53:225-228.
- Sickfeld, J.; Hosp, E. (1979): Haftfestigkeit von Anstrichen und ähnlichen Beschichtungen. Farbe+Lack. 85(7):537-543.
- DIN-EN 24 624 - Abreissversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit.
- ASTM D 4541-85-Pull-off strength of coatings using portable adhesion testers.

Andrija Bogner, Boris Ljuljka, Ivica Grbac

Methods for Testing the Resistance of Wood Hotmelt Adhesives to Temperature Changes and Weathering

Metode ispitivanja otpornosti taljivih ljepila za drvo na temperaturne i klimatske promjene

Prethodno priopćenje - Preliminary paper

Primljeno - received: 12.03.1997. • Prihvaćeno - accepted: 17.04.1997.

UDK: 634.0.824.85

SUMMARY • The paper presents a research on various types of hotmelt adhesives with regard to their temperature resistance and durability. The tested adhesives were based on ethylene/vinyl acetate (EVA); polyamide (PA); polyurethane (PU); and polyolephine (PO), while the adherents were solid beech, 5 mm thick (T-shaped samples); beech veneer, 0.6 mm; PVC strip, 3 mm; paper strip, 0.6 mm; HPL laminate strip, 0.9 mm.

The adhesives were comparatively tested with various testing methods for their resistance to weather and temperature change. All adhesives exhibited different characteristics under temperature changes; prolonged higher temperature; and cyclic climatic changes.

The aim of the research was to study the bond strength of various edging materials glued with four different hotmelts, with joints exposed to different climatic conditions, and to establish the most suitable methods for the bond strength assessment.

Key words: hotmelts, edge-bonding strength, testing methods

SAŽETAK • U radu su prikazane različite metode ispitivanja otpornosti i trajnosti taljivih ljepljiva, kao i rezultati dobijeni tim metodama. Taljiva ljepljiva najčešće se koriste za lijepljenje

The authors are a senior lecturer, a professor and an associate professor respectively, at the Faculty of the Zagreb University.

Autori su redom docent, redovni profesor i izvanredni profesor na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

The paper was presented at the Symposium on the occasion of 150th Anniversary of the Croatian Forestry Society in Zagreb in November 1996.

Rad je izložen na Simpoziju povodom 150-e obljetnice Hrvatskog šumarskog društva u studenom 1996. u Zagrebu.

različitim rubnih materijala na rubove ploča ili za lijepljenje aplikacija na površinu ploča. Cilj rada bio je pronalaženje najpogodnije metode pa je korištena standardna metoda, ali su razvijene i vlastite nove metode, koje su po mišljenju autora bliže realnim spojevima i uvjetima u upotrebi gotovih proizvoda finalne drvne industrije. Od standardnih metoda korišćena je metoda s uzorcima "T" oblika prema WPS 68, a novorazvijene metode se baziraju na mjerenju čvrstoće na smik odnosno čvrstoće na savijanje na uzorcima izrađenim od različitih materijala i podvrgnutim različitim temperaturnim i klimatskim promjenama. Od adheziva korišćena su ljepila na bazi etilenvinilacetata (EVA), poliamida (PA), poliuretana (PU), i poliolefina (PO). Od adhezenada korišćeni su masivna bukovina, iverica, bukov furnir, PVC folija, papir HPL (High Pressure Laminate) laminat.

Ključne riječi: taljiva ljepila, čvrstoća rubnog spoja, metode ispitivanja

1. INTRODUCTION

1. Uvod

Since they were first introduced in the fifties, hotmelt adhesives have been increasingly used in wood processing, which may be connected with the first application of chipboards the production of furniture, where a suitable method of edge treatment and application of edge-straps was required. There are several advantages of these adhesives:

- they are simple to use and enable fast processing,
- they produce technologically firm and durable joints in just a few seconds after the application of the adhesive and edge material;
- they are environmentally friendly, and do not lose substance in the process of hardening;
- they exhibit high adhesion to wood and synthetic materials;
- there are great possibilities in chemical formulation of the adhesive in order to meet specific requirements;
- acceptable price.

With melting and hardening through cooling as the main parameters of the procedure, most adhesives are suitable thermoplasts whose melting and hardening points meet the technological requirements of the product use, and the melting temperature does not decompose them. The suitable materials for production of hotmelts are (Ljuljka, Šonje, 1990; Minford, 1991): copolymers ethylen / vinylacetate EVA, copolymers ethylen / ethylacetate EEA, polyacryls, polyamides PA, polyolephyne PO, polyurethane PU, polyester PE.

The basic adhesive usually contains resins which improve the cohesion, adhesion, and elasticity, and reduce the price. Waxes improve water-resistance and adhesion, and reduce the price. Filling materials reduce shrinkage, increase bond strength and reduce the price of the glue. Adhesives also

contain additional plastification and stabilization materials.

Besides wood industry (furniture and building), hotmelts are used in leather and shoe manufacture, textile and car industry, packaging and book-binding. Wood industry initially mostly used EVA glues, later introduced the PA and PU, and only recently the POs.

Accepting many differences among them, it is important to know the characteristic of each particular adhesive type according to its supposed use.

Chemistry, general properties and the use of the adhesives are described in the references (Ljuljka, Šonje, 1990; Minford, 1991). The general properties of the EVAs and PAs in final wood processing were analyzed by Ljuljka, Šonje, 1978; Ljuljka, 1978. The properties of the reactive PU hotmelt combined with different materials as the final product joint models were described by Pizzi 1989 and Zeppenfeld 1991. Comparative research on bond strength and joint durability with different types of glue that are used today was carried out by Šonje and Ljuljka in 1994. The aim of the research was to find the most suitable method for testing the glues. The method should be simple, capable of simulating the conditions of the product's use, and it should give reliable results that would be the base for making the choice of the proper adhesive.

2. RESEARCH METHODS AND SAMPLES

2. Uzorci i metode ispitivanja

There are different methods for testing the resistance of hotmelt adhesives to the conditions that exist in the use of the finished furniture products whose various parts had been glued with the hotmelts. E.G., - we sawed a sample out of a board upon which the edge material had been glued. We put the sample into an oven, and increased the tem-

perature by 10°C every hour. The temperature at which the edge material becomes detached is the maximum temperature for the combination board/adhesive/edge material. The method is simple, and the testing conditions similar to those in practical use. However, the evaluation of the results is somewhat subjective, because the changes are those of quality rather than quantity.

- Another method is the one named after Hessen and in more details described in the references (Ljuljka, 1978). It consists of ungluing the material and winding it on a spool, at which the strength needed for the ungluing process is measured.

- A modified Martes method according to Ljuljka (1978) requires solid wood samples exposed to bending stress with fork shape samples, the stress ranging from 1.0 to 5.0 N/mm², 50°C. Ungluing begins either with a fracture, or when the fork end is lowered by 10 mm.

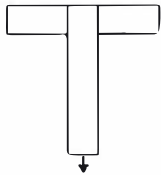

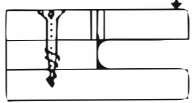

As the described methods are either complex, or they test models that present actual conditions in the plant, the samples in this research were prepared otherwise.

Table 1 is a clear presentation of testing done on some samples of adhesives and edge materials of a particular form and pattern. In Test 1, Table 1, the T-shaped samples were made of beech, 5 mm thick and a moisture content 10±2%. On a 400 mm² gluing surface the shear strength was measured on a testing machine after a particular sample treatment. The gluing process was done in accordance with the manufacturer's instructions.

The stability of the adhesives was tested for temperature change and weathering. The former was tested so that a group of 8 samples was warmed or cooled for one hour at various temperatures: -20, -10, 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, and 80°C. Shear strength was measured on the tensile testing machine, so that no more than 5 seconds passed between the moment of removing the sample from the climatization device and the process of testing.

Weathering stability was tested so that the samples were exposed to room temperature (20°C) and the relative air humidity R.H. of 65%, for seven days.

Table 1
Methods for hotmelt testing • Metode ispitivanja taljivih ljepila

TEST NO. POKUS BR.	ADHESIVES LJEPILO	GLUED MATERIALS LIJEPLJENI MATERIJAL	SAMPLE FORM OBLIK UZORKA	TEST TYPE VRSTA ISPITIVANJA
1	EVA PA PO PU	beech 5 mm bukovina 5 mm		-stability to temperature change -stability to weathering -postojanost na temperaturne promjene -postojanost na klimatske utjecaje
2	EVA PA PO PU	PVC 3 mm paper 0.6 mm laminat HPL 0.9 mm on particleboard edge PVC 3 mm papir 0.6 mm laminat HPL 0.9 mm na rub iverice		-stability to temperature change -postojanost na temperaturne promjene
3	EVA	beech veneer upon particleboard edge bukov furnir na rub iverice		-stability to increased temperatures -stability to weathering and increased temperatures -postojanost na povišene temperature -postojanost na klimatske utjecaje i povišene temperature
4	EVA	beech veneer upon particleboard edge bukov furnir na rub iverice		-stability to lower temperatures -stability to weathering and lower temperatures -postojanost na niske temperature -postojanost na klimatske utjecaje i niske temperature

The second group of samples was exposed to cyclic lab climatic conditions as follows:

- Climate 1 (20°C/65%) for one hour;
- Climate 2 (70°C/95%) for five hours;
- Climate 3 (-10°C) for five hours;
- Climate 4 (40°C/30%) for four hours.

Since we needed adequate intervals to achieve the mentioned climatic conditions, one cycle lasted 24 hours. All samples from this group were treated in seven cycles.

The third group of samples, was continuously exposed to climate of 50°C/30% R.H., lasting 21 days.

After treating the samples in the mentioned way, shear strength was measured on the testing machine and the percentage of wood failure on the fracture surface estimated for each adhesive layer and contact surface.

In Test 2 Table 1, the research was done on an 18 mm chipboard, with the same edge materials and adhesives. After testing several different sample forms, the best was found to be the one shown in Table 1. After sample climatization in room conditions, groups of 8 were exposed to varying temperatures lasting one hour each: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, and 80°C. The samples were inserted into the testing machine quickly, to avoid any significant change of temperature, and then tested in compression to induce shear stress.

In Test 3, the samples were made from veneer boards and bare chipboards whose edges were machine-coated with beech veneer. After applying veneer onto the edges, 74mm x 30mm x 18 mm sample halves were cut out. By gluing two halves together over the edge veneer, we made samples. The gluing was done with the PVAC adhesive. The samples were mounted to supports whose ends were loaded by the same force that caused a stress of 1 MP in the joint. Such samples were heated up to 50°C during 1.5 hours, upon which the temperature was raised by 10°C every hour in two sessions.

The ungluing was monitored with regard to its time and temperature. The fracture surface was analyzed according to the percentage of the crack in the chipboard, adhesive layer and the surface between the adhesive and edge material. The second sample group in Test 3 was exposed to cyclic set of laboratory climatic conditions by the following scheme:

- Climate 1 (75°C/90%) for four hours;
- Climate 2 (-15°C) for 2.5 hours;
- Climate 3 (70°C/30%) for one hour;
- Climate 4 (20°C/65%) for one hour.

After being exposed to climatic changes, the samples were fixed on supports, loaded and heated to the temperatures of 40, 50 and 60°C for one hour. The ungluing was monitored as to its time and temperature, and the fracture surface was analyzed. In Test 4, the samples were made in the same way as in Test 3. The bending strength of samples that had been left for 8 hours at -24°C was measured in room conditions, and their fracture surface analyzed.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3. Rezultati istraživanja i diskusija

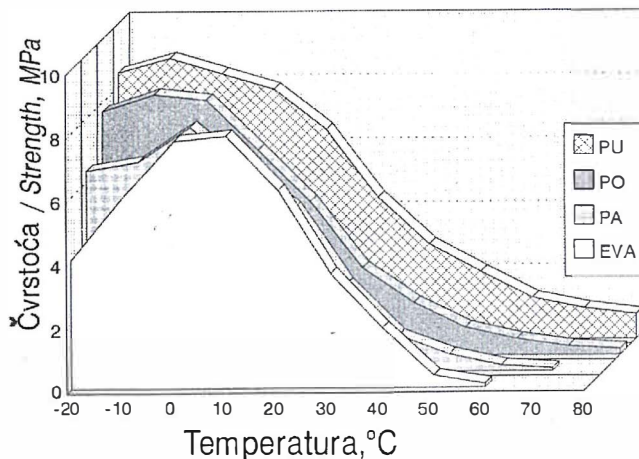
3.1. Test 1

3.1. Pokus 1

The results are shown in Figure 1, showing the strength of the tested adhesives depending on temperature.

The highest strength in a wide temperature range has been found with the PU adhesive, then the PO, PA, and EVA. At 10-40°C, the EVA has higher strength than the PA and PO, but it loses this strength more rapidly outside this temperature range. The highest strength at high temperatures was exhibited by the PU, immediately followed by the PO adhesive.

Besides the bond strength, fracture form is another significant feature. For each sample the type and fracture proportion was



Slika 1.

Utjecaj temperature na čvrstoću spoja • Influence of temperature on bond strength

determined. Three fracture types were established: adhesion fracture (the one on the edge of contact surface and adhesive); cohesion fracture (fracture spreads within the adhesive); wood fracture (fracture line progresses through wood). The highest proportion of fracture through wood with all adhesives was found within the temperature range of -20 to +20°C. However, the highest percentage of wood failure was seen on the PU-glued samples. This adhesive proved to have equal adhesion and cohesion connections at all temperatures. The PO adhesives had a high percentage of interface fractures up to 60°C. Beyond this, at higher temperatures, the glue fracture proportion increased. The EVA-glued samples had lower fracture proportion over contact surface at low and high temperatures. The great variability of results with PA adhesives made any reliable conclusion almost impossible.

Bond strength with samples exposed to climatic changes is shown in Figure 2.

Figure 2 shows that the EVA and PA adhesives are more susceptible to long-term higher temperatures and cyclic climatic changes, where the EVA reacts to such permanent exposure with considerably lower bond strength. In contrast, the PA's reactions to cyclic changes are stronger. Both treat-

ments of PO and PU do not cause bigger changes (25 to 30% mostly), and the bond retains a satisfactory strength. Wood fracture (the strongest link) was recorded only with PU adhesives, which is another proof of their quality. A permanent impact of temperature and cyclic changes causes decreased adhesion capabilities of the adhesives in the bond, particularly of the EVAs, then POs and PAs.

3.2. Test 2.

3.2. Pokus 2

Figure 3 shows that the PU adhesives makes the strongest joints with all glued materials. When analyzing the joints with different edge materials, we found that the weakest were those with PVC. Medium strength was found in the joints with HPL, the strongest with paper and beechwood. At medium and high temperatures, adhesives were more important for the joint strength than the edge material. When analyzing the types and proportions of fracture, we found that the bonds with the EVA and PU adhesives failed within wood.

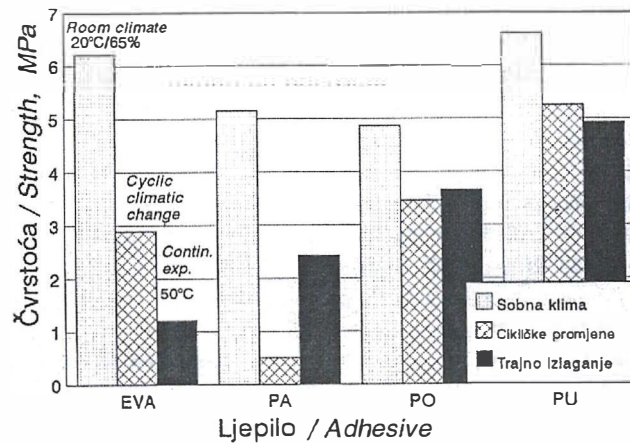
3.3. Test 3

3.3. Pokus 3

Figure 4 shows the results of testing the resistance of the EVA glue to increased

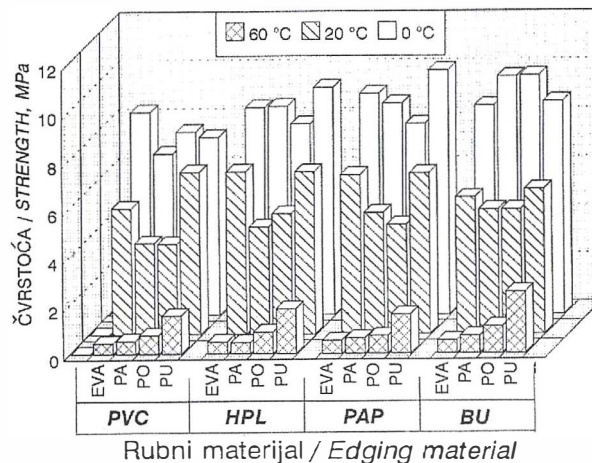
Slika 2.

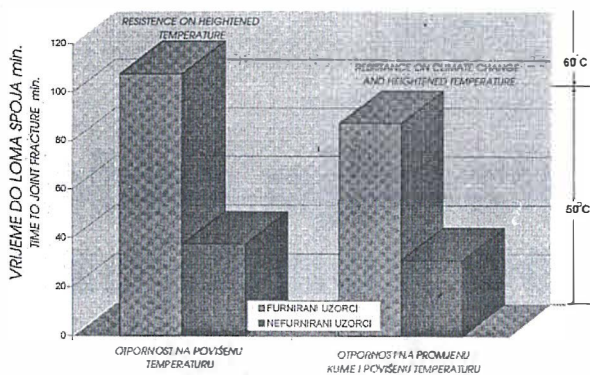
Otpornost taljivih ljepila na povišenu temperaturu i cikličke klimatske promjene • Resistance of hot melt adhesives to elevated temperature and cyclic climatic change



Slika 3.

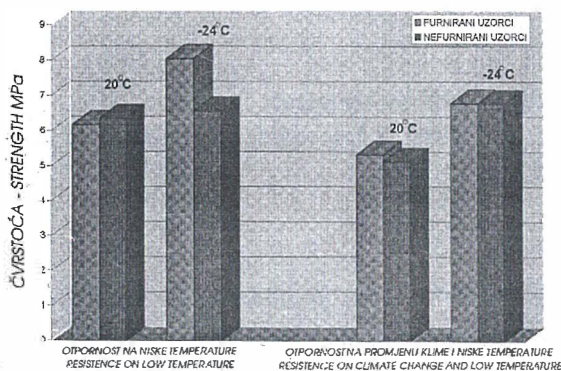
Čvrstoća spojeva pri 0°, 20°, i 60°C • Strength of joint at 0°, 20° and 60°C





Slika 4.

Otpornost taljivog ljepljiva (EVA) na povišenu temperaturu i klimatske promjene • Resistance of hotmelt adhesive EVA to elevated temperature and climatic changes



Slika 5.

Otpornost taljivog ljepljiva (EVA) na niske temperature i klimatske promjene • Resistance of hotmelt adhesive (EVA) to low temperature and climatic changes

temperature and to the change of climate with increased temperature in combination.

3.4. Test 4 3.4. Pokus 4.

Figure 5 shows the results of testing the resistance of the EVA glue to low temperatures and to the change of climate at low temperature.

Figure 5 shows that veneer samples have better resistance. An interesting fact is that the samples showed higher resistance after having been exposed to low temperature compared to the results of room temperature testing. When testing the resistance to climatic change and low temperature, the decrease in joint strength proved to be somewhat greater than with samples tested only for low temperature. At room temperature, fracture occurred mostly along the border-line between the glue and chipboard, while at lower temperature it spread along the chipboard.

The general conclusion is that in all tests permanent exposure to high temperatures or cyclic climatic changes caused a decrease in joint strength, which eventually led to joint destruction. The resistance of hotmelt adhesives in varying conditions of use is not the same. Accordingly, the most suitable adhesive may be chosen. The advantage of most tests is that they imitated real conditions of finished product in use: permanently increased temperature in the cupboards near the cooker, or in the furniture pieces van-

transported in hot countries, or the cyclic changes on kitchen tables and cupboards, between the cooker and sink, etc. The methods used in tests 1, 2, and 4 gave quantitative indicators, while the one used in Test 3 contained qualitative indicators of the adhesive resistance to temperature and climatic changes.

4. REFERENCES

4. Literatura

1. Ljuljka, B.; Šonje, Ž. 1978: Čvrstoća lijepljenja laminata na pločastim elementima namještaja. Drvna ind. 19, (1/2):31-32.
2. Ljuljka, B. 1978: Lijepljenje u tehnologiji finalnih proizvoda (udžbenik) Šumarski fakultet Zagreb.
3. Ljuljka, B.; Šonje, Ž. 1990: Istraživanje tehnoloških i mehaničkih svojstava reaktivnih poliuretanskih taljivih ljepljiva. Drvna ind. 41 (9/10): 163-169.
4. Minford, J.D. 1991: Treatise adhesion and adhesives. Vol. 7 New York.
5. Pizzi, A. 1989: Wood adhesives. Vol. 2 New York.
6. Šonje Ž. 1992: Untersuchungen über die Festigkeiten von Verklebung mit reaktiven PUR-Schmelzklebstoffen. Holz als Rohwerkstoff. 50 (4/5): 401-406.
7. Šonje, Ž.; Ljuljka, B. 1994: Otpornost na promjenu temperature i trajnost taljivih ljepljiva. Drvna ind. 45 (1): 11-15.
8. Šonje, Ž.; Ljuljka, B. 1994: Čvrstoća spoja različitih materijala i ljepljiva za oblaganje rubova. Drvna ind. 45 (2):59- 63.
9. Zeppenfeld, G. 1991: Klebstoffe in der Holz-und Möbelindustrie. Leipzig.
10. ***: Wood handbook. F.P.L., U.S. 1974.

Vlado Goglia, Ankica Kos-Pervan

Optimizacija rada zračnog konvejera

Optimisation of pneumatic conveyors working conditions

Prethodno priopćenje - Preliminary paper

Primljeno - received: 15.5.1996. • Prihvaćeno - accepted: 17.4.1997.

UDK: 621.316.72 i 621.63

SAŽETAK • U pogonima drvne industrije zračni su konvejeri veliki potrošači električne energije. Rad im se regulira unutar granica tehničke optimalnosti. U članku su razmotrene neke mogućnosti regulacije frekvencije vrtnje ventilatora kao postupak rješavanja optimizacije rada uređaja. Mjernim se pretvornikom neprekinuto tijekom rada transportera bilježila promjena tlaka i brzina zraka u cjevovodu. Izlazni napon pretvornika konvertiran u regulacijski napon pokreće frekvencijski pretvarač i prema stvarnoj potrebi snage za stvaranje struje zraka mijenja broj okretaja elektromotora odnosno ventilatora.

Ključne riječi: zračni konvejeri, tehnička optimalnost, regulacija, mjerni pretvornik, frekvencijski pretvarač.

SUMMARY • Since the pneumatic conveyors are great users of electricity in woodworking companies, especially in Croatia, there are some possibilities for improving energy consumption, by means of controlling the fan rpm. During the work of the a conveyor, the changing of air pressure and velocity will be registered by means of the measuring device. The incoming value of the voltage will be converged in regulating the voltage of the frequency converter. In that way, by changing the rpm of the electric motor, it is possible to control the value of the necessary air power.

Key words: Pneumatic conveyors, optimal limits, regulation, measuring converter, frequency converter.

1. UVOD 1. Introduction

U pogonima drvne industrije rabe se zračni konvejeri za odsis drvnih čestica i brusila (piljevine, blanjevine, bruševine i sl.) što nastaju pri radu radnih strojeva.

S razvojem proizvodnje i uporabom strojeva sa sve većim frekvencijama vrtnje

radnih vretena raste potreba za poboljšanjem kakvoće radnih uvjeta pokraj stroja, koja ponajviše ovisi o odsisu usitnjenoga drvnog ostatka nakon obradbe drva.

S obzirom na higijenu rada zračni konvejeri imaju mnoge izravne prednosti: omogućavaju slobodno kretanje oko stroja, održava se pogonski red te bolje iskorištava

Autori su izvanredni profesor i znanstvena novakinja na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.
Authors are associated professor and research assistant, respectively, at the Faculty of Forestry of the University of Zagreb

radni prostor. Prednosti su i u smanjenju opasnosti od požara, većoj proizvodnosti zbog nesmetanoga rada te mogućnosti iskorištenja skupljenog ostatka u ložištu toplane ili blizini pogona koji iskorištava drveni ostatak kao sirovinu za svoju preradbu (proizvodnja papira, ploča iverica i dr.).

Nema prikladnijega načina od usisavanja drvnih čestica zračnom strujom iz neposredne blizine alata, i to dok još nastaju, ali i drugoga otpada odnosno ostatka ili prašine iz radne okoline.

Nedostaci su zračnoga konvejera velika potrošnja električne energije za pogon sustava čiji su uređaji ponekad i nedovoljno iskorišteni. Ostali su problemi moguća oštećenja cjevovoda, npr. koljena, u kojima čestice udaraju u stijenke pri promjeni smjera, ili na mjestu odvajanja drvenih čestica od zraka, gdje katkad onečišćuju okoliš. Buka zbog rada ventilatora, ciklona ili lupanje krupnijih komada o unutrašnjost cijevi, ako je veća od dopuštene, nedostatak je zračnih konvejera.

Nedostaci zračnih konvejera koji su obrađeni u ovom radu jesu:

- mala korisnost uređaja, odnosno pogonskoga elektromotora
- neusklađenost potrebe za odsisavanjem sa snagom instaliranih uređaja
- nemogućnost prilagođavanja promjenama u pogonu koje nastaju prestankom rada pojedinih radnih strojeva i zatvaranjem njihovih usisnih ušća, te instaliranjem novoga stroja.

2. PRIJEPORNA PITANJA (problematika) 2. Research issue

U radu strojeva se kao problem redovno javlja razlika između instalirane pogonske točke ventilatora i stvarne potrebe za odsisavanjem tijekom rada sustava.

Proračunom odabrani ventilator i odgovarajući elektromotor, jednom uključeni, rade s dimenzioniranom snagom koja se sama od sebe ne usklađuje s promjenama snage potrebne za strujanje zraka u cjevovodu kad se neuporabljivana ušća zatvaraju te se nepotrebno ne gubi topli zrak iz radionice. Ako se zatvori dopuštenih oko 30 % ušća, zbog smanjene količine zraka, protoka se smanji približno za 15 % zbog ujednačenoga rada ventilatora i malo veće brzine strujanja zraka. Time se povećava otpor strujanju unutar cijevi. Takvim odsisom ventilator nije dovoljno iskorišten jer se smanjenjem protoka smanjuje i brzina strujanja i snaga potrebna za odsis zrakom. Naravno, u usisnoj cijevi može doći do taloženja zbog smanjenja brzine zraka.

Svaki stroj od kojega se odsisava drvena prašina iziskuje određenu brzinu strujanja zraka odnosno protoka zraka ovisno o

tome kojim se intenzitetom stvara drvni otpad. Da bi transportni sustav obavljao svoju zadaću, a pritom bio ekonomičan, treba se znati optimalnu, ali i donju granicu brzine, te odsisne protoke ispod koje snaga zračne struje ne smije pasti.

2.1. Pretpostavke rada zračnih konvejera unutar optimalnih granica

2.1. Working suppositions of pneumatic conveyors within optimal limits

Potrebna protoka smjese zraka i drvnih čestica ulazni je podatak za projektiranje sustava. Gustoća je zraka unutar konvejera ovisna o tlaku i temperaturi okolnoga zraka. Najčešće se za praktične proračune uzima $1,2 \text{ kg/m}^3$, a gustoća smjese zraka i drvnih čestica ovisi o količini nakupljenih čestica, njihovoj vrsti i vlazi drva. Na 1 m^3 zraka dolazi na odsis odnosno transport od 0,2 do $1,0 \text{ kg/m}^3$ drvnih čestica, a količina drvnih čestica veća od 1 kg/m^3 zraka ne bi smjela biti dopuštena.

Ventilator unutar sustava cijevi stvara razliku tlakova; podtlak u usisnome dijelu cjevovoda, a pretlak u tlačnome, koji uzrokuju brzinu strujanja kroz cjevovod.

Brzina koja odnosi drvene čestice mora biti veća od brzine lebdenja tih istih čestica. Za sustave koji postoje u drvnoindustrijskim pogonima ona se kreće:

- od 10 do 15 m/s za finu prašinu
- od 15 do 25 m/s za prosušenu piljevinu i bruševinu
- od 25 do 30 m/s za mokru piljevinu.

Pogonsku točku ventilatora (efektivna snaga i broj okretaja rotora) u pogonskom dijagramu statičkih tlakova određena je ovim ulaznim podacima:

- protokom
- padom tlaka koji treba svladati.

Korisnost ventilatora treba biti do 70%, a on osigurava zračnu sugu jednaku umnošku protoka i ukupnoga pada tlaka.

Elektromotor (EM) se odabire u skladu s potrebama ventilatora tako da se potrebna mehanička snaga povećava približno 10% zbog mogućnosti povećanog opterećenja rotora ventilatora nekim krupnim komadom drva. Elektromotor mora biti odabran u skladu s ventilatorom i s mogućnošću što većeg iskorištenja, kako samog EM-a koji treba biti barem 90 %, tako i cijelog uređaja.

2.2. Opis rada zračnog konvejera u pogonu finalne obrade kao objašnjenje potrebe za regulacijom

2.2. Description of work of pneumatic conveyors in a woodworking plant as a criterion for implementation of regulation

Istraživani zračni konvejer sastoji se od usisnoga i tlačnog dijela cjevovoda između kojih centrifugalni ventilator stvara

Tablica 1.

Prikaz minimalnih brzina i protoka instaliranih strojeva •
Minimal air velocity and flow quantity for installed machines

VRSTA STROJA MACHINE TYPE	SNAGA POWER	MINIMALNE BRZINE (vlaga drva%) MINIMAL VELOCITIES (moisture content%)	PROTOKA AIR FLOW QUANTITY
	kW	m/s	m ³ /s
tanjurasta brusilica Disc sander	4,5	14	0,233
tračna brusilica Belt sander	4,0	10	0,333
nadstolna glodalica Router	3,0	16	0,200
stolna glodalica Spindle moulder	4,0	16	0,200
kružna pila Circular saw	4,0	14	0,233
tračna stolarska pila Splitting band saw	4,0	13	0,333
			Σ1,523 m ³ /s

uvjete za strujanje zraka. Ventilator tipa TSV-6 preko klinastog je remena pogonjen trofaznim asinkronim elektromotorom nazivne snage 22 kW, frekvencije vrtnje 2 800 min⁻¹ pri 50 Hz.

Treba provjeriti je li dimenzionirana snaga istoga dobro iskorištena.

Do glavne usisne cijevi vodi veći broj usisnih cijevi kroz čija se ušća odsisavaju čestice nastale mehaničkom obradom na šest različitih strojeva. Kroz ušća ulazi smjesa zraka i drvenih čestica ili samo struja zraka ukoliko se alatom ne usitnjuje drvo.

Gustoća se smjese u cjevovodima mijenja od 1,4 do 2,2 kg/m³. U tablici 1. prikazane su vrste strojeva iz našeg primjera s pripadnom nazivnom snagom pogonskoga EM-a, najmanje brzine strujanja zraka za odsisavanje drvnih čestica te potrebna protoka.

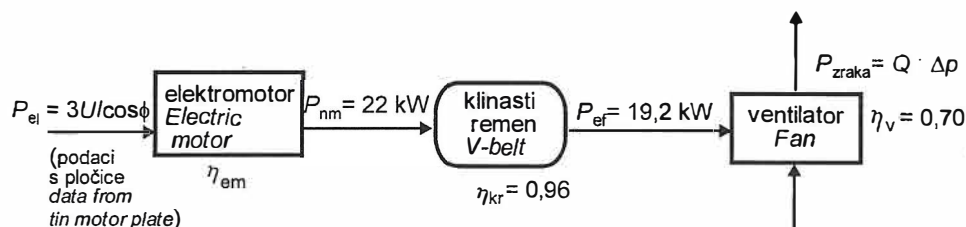
Ventilator je odabran prema protoci i ukupnom padu tlaka koje treba savladati. Postojeći EM ventilatora tipa TVS-6 nazivne je mehaničke snage 22 kW, što znači da efektivna snaga, odnosno mehanička snaga potrebna ventilatoru za rad iznosi 19,2 kW (96 % nazivne snage 22 kW zbog gubitaka na klinastom remenu i 10 % manje zbog predimenzioniranosti EM-a).

$$P_{mn} = \frac{P_{ef}}{\eta_{kr}} 1,1 = 22 \text{ kW}$$

$$P_{ef} = \frac{P_{mn}}{1,1} \eta_{kr} = \frac{22}{1,1} 0,96 = 19,2 \text{ kW} \quad (1)$$

Slika 1.

Shematski prikaz odnosa snaga i korisnosti uređaja •
Scheme of relation between power and usefulness of different devices



Pritom je:

P_{mn} - nazivna mehanička snaga koju elektromotor može dati ventilatoru, a koje se dio izgubi na klinastom remenu (otprilike 4 %)

P_{ef} - efektivna snaga koju ventilator prima za svoj rad

η_{kr} - korisnost prijenosa gibanja i snage klinastim remenom.

$$\eta_v = \frac{P_{zrak}}{P_{ef}} = \text{maxs. } 070$$

$$P_{zrak} = P_{ef} \eta_v = 19,2 \cdot 0,70 = 13,4 \text{ kW}$$

$$P_{zrak} = Q \Delta p \quad (2)$$

Pritom je:

η_v - korisnost ventilatora, do 70 %

P_{zraka} - snaga zračne struje koju ventilator proizvede, a iznosi 70 % ulazne efektivne snage (13,4 kW).

Navedeni odnosi snaga i korisnosti prikazani su shematskim prikazom na slici 1.

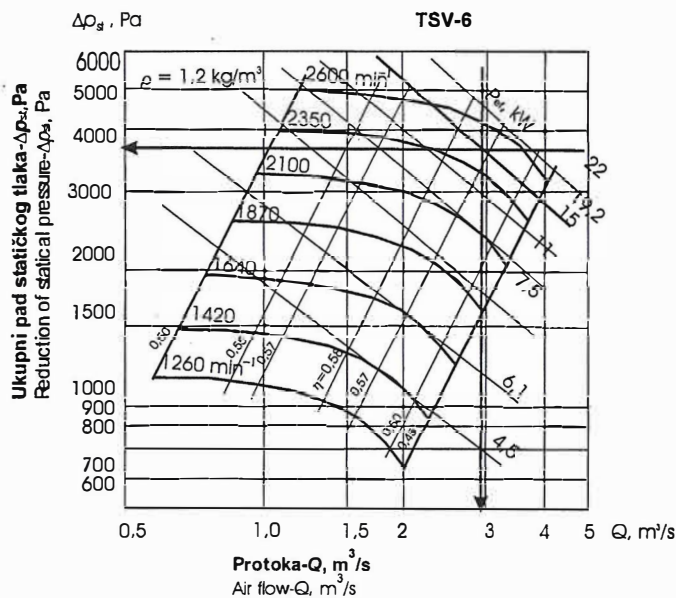
U dijagramu statičkih tlakova (Slika 2) potraži se položaj pogonske točke ventilatora, vrijednost njegove efektivne snage i broj okretaja ventilatora, a zatim i približan odnos pripadne protoke i pada tlaka prema izračunanoj zračnoj snazi.

Promjer remenice EM-a (d_{em}) jest 150 mm, a remenice ventilatora (d_v) 173 mm; njihov je omjer 0,86. Iz istog se omjera dobije broj okretaja rotora ventilatora. Broj okretaja (EM (η_{em}) jest 2 800 min⁻¹, a broj okretaja rotora ventilatora (n_v) 2 400 min⁻¹.

$$i = \frac{d_{em}}{d_v} = \frac{150}{173} = 0,86$$

$$n_v = i \cdot n_{em} = 0,86 \cdot 2800 = 2400 \text{ min}^{-1} \quad (3)$$

se njihova veća ekonomičnost, a time i poboljšala uporaba zračnog odsisnog uređaja.



Slika 2.
Dijagram statičkih tlakova • Diagram of static pressures

Iz dijagrama statičkih tlakova (Slika 2) odčitava se približna vrijednosti protoke i pada tlaka koji iznose 2,9 m³/s i 4 kPa.

Promjer glavne usisne cijevi iznosi 300 mm. Brzinu strujanja zraka izračunava se kao omjer protoke i površine poprečnoga presjeka cijevi. Protoka očitana iz dijagrama iznosi 2,9 m³/s. U opisanom primjeru brzina iznosi 35 m/s, što je za sve vrste čestica i dopuštene gustoće smjese previše.

Izračunana je minimalno potrebna protoka za sve instalirane radne strojeve (1,523 m³/s). Za postojeći promjer usisnoga cjevovoda od 300 mm, minimalna bi brzina čestica u tom slučaju smjela biti 21,55 m/s.

$$v_{min} = \frac{4 \cdot Q_{min}}{d\pi} = \frac{4 \cdot 1,523}{0,3 \cdot \pi} = 21,55 \text{ m/s} \quad (4)$$

Razlika između stvarne i minimalno potrebne brzine jest 13,45 m/s (38,4 %).

3. SVRHA RADA I DOSADAŠNJA DOSTIGNUĆA

3. Aim of research and former attainments

Opisanim primjerom postojećega zračnog konvejera prikazana su prijeporna pitanja o neskladu pri njihovu radu. Budući su zračni konvejeri veliki potrošači električne energije, treba razmotriti mogućnost održavanja njihova rada unutar optimalnih granica. U našoj zemlji nije uvedeno regulacijsko upravljanje radom zračnog konvejera, barem nisu objavljeni radovi.

Regulacijom rada sustava postigla bi

4. OPIS REGULACIJE RADA ZRAČNIH KONVEJERA

4. Description of regulation solution for pneumatic conveyors

Veličina koju se treba mjeriti jest tlak unutar cijevi. Na usisnoj i tlačnoj strani cjevovoda potrebno je izbušiti mali otvor (približnog promjera 6 mm) za jednu stranu U-manometra (Pitotova cijev). Otvor U-manometra položen s unutrašnje strane cijevi, tik uz stijenku, pokazuje statički tlak, a na udaljenosti oko 1/3 promjera cijevi totalni tlak. Apsolutna vrijednost razlike tih dvaju tlakova (5) daje podatak o iznosu dinamičkog tlaka u cijevi (6), odnosno brzini (7) i padu tlaka (8).

U-manometrom dakle, dobivamo podatak o brzini strujanja zraka u cijevi, odnosno protoci (9), odnosno tzv. zračnoj snazi (10).

Spomenuti su odnosi:

$$p_{din} = |p_{tot} - p_{st}| \quad (5)$$

$$P_{din} = \frac{v}{2} \rho_{smjesa} \quad v = \frac{2p_{din}}{\rho_{smjesa}} \quad (6), (7)$$

$$\Delta p = p_{din} \cdot \xi \quad (8)$$

Pritom su ξ svi otpori koji se javljaju unutar cjevovoda.

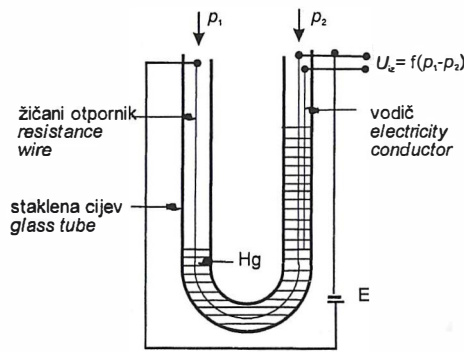
$$Q = A \cdot v \quad (9)$$

$$P_z = \Delta p \cdot Q \quad (10)$$

Mjerni je pretvornik razlike tlaka od staklene cijevi izveden kao na slici 3.

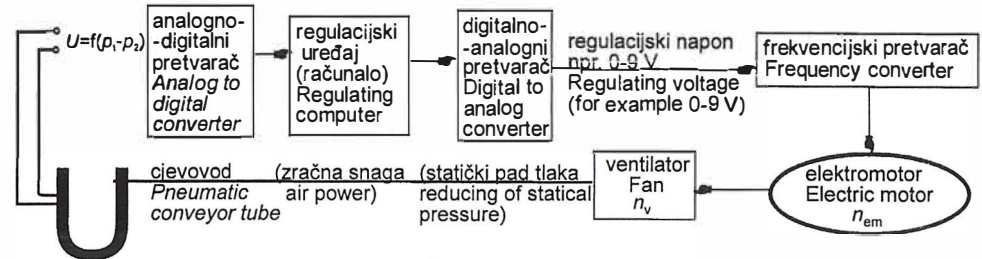
Slika 3.

Živin U-manometar: mjerni pretvornik za mjerenje totalnoga i statičkog tlaka •
Mercury U-manometer: a converter for measuring the total and static pressure



Slika 4.

Shematski prikaz reguliranja sustava zračnog transportera •
Scheme of pneumatic conveyor regulating system



U-manometar ispunjen živom, s ugrađenim žičanim otpornikom, spojen s vodičem u strujni krug daje izlazni napon razmjernan promjeni tlaka.

Tako izmjeren napon može se u analogno-digitalnom pretvaraču pretvoriti u brojčanu vrijednost statičkoga ili dinamičkoga tlaka. U regulacijskom uređaju (računalu) tako se dobivena vrijednost uspoređuje s optimalnom te se na osnovi toga određuje regulirajuća veličina u digitalnom obliku. Izlazna se digitalna vrijednost pretvara (digitalno-analognim pretvaračem) u naponski signal odnosno regulacijski napon.

Jednadžbe zakona afiniteta određuju odnos promjene broja okretaja rotora ventilatora s promjenom protoke (11), ukupnim padom statičkoga tlaka (12) i zračnom snagom (13):

$$n/n_1 = Q/Q_1 \quad (11)$$

$$(n/n_1)^2 = p/p_1 \quad (12)$$

$$(n/n_1)^3 = P_z/P_{z1} \quad (13)$$

Vrijednosti s indeksom 1 odgovaraju novonastalim vrijednostima, dok početno stanje nema brojčanu oznaku.

Ako mjernim pretvornikom izmjerimo pad statičkog tlaka od 10 %, korekcijom frekvencije vrtnje rotora ventilatora iz jednadžbi zakona afiniteta dobije se smanjenje brzine s 2 400 min⁻¹ na 2 277 min⁻¹. Primjer:

$$\begin{aligned} (n/n_1)^2 &= p/p_1 \\ 0,9 &= p_1/p = (n_1/n)^2 \\ 0,9 &= (n_1 / 2\,400)^2 \\ n_{12} &= 0,9 n_2 = 0,9 \cdot 2\,400^2 \\ n_1 &= 2\,277 \text{ min}^{-1}. \end{aligned}$$

Ili, ako mjernim pretvornikom izmjerimo za 10 % veću zračnu snagu, broj bi se okretaja rotora ventilatora povećao s 2 400 min⁻¹ na 2 477 min⁻¹.

Frekvencija vrtnje može se regulirati frekvencijskim pretvaračem. Time se regulira i broj okretaja rotora ventilatora te, naposljetku, i brzina strujanja zraka u cjevovodu.

Regulacijski je napon izlazni signal dobiven opisanim sustavom regulacije shematski prikazan na slici 4.

Ulazni napon u frekvencijski pretvarač kojim se regulira izlazna frekvencija za neke pretvarače iznosi od 0 do 9 V.

Elektroničkim frekvencijskim pretvaračima moguće je prilagođavati izlazne frekvencije linearno u vrlo širokom rasponu.

Broj okretaja dvopolnoga asinkronoga EM-a iz primjera iznosi 2 800 min⁻¹ za frekvenciju 50 Hz. Smanjimo li frekvenciju struje kojom se napaja na 30 Hz, broj okretaja će biti malo veći od 1 700 min⁻¹.

4.1. Neki mjerni pretvornici kao moguće rješenje u krugu opisane regulacije 4.1. Some measuring converters as a possible solution in the described regulating circle

Elektrodinamičko osjetilo putem korelatora pokazuje brzinu strujanja drvnih čestica što ih registriraju njegove metalne elektrode unutar stijenki cjevovoda. To je vrsta elektromagnetskoga mjernog pretvornika.

Ionizacijski se pretvornik protoka sastoji od izvora zračenja i detektora (brojila) zračenja. Pokazivanje detektora razmjerno je protoku.

Ultrazvučni je pretvornik protoka izrađen od dva para predajnika s prijamnikom. Predajnik odašilje akustički val čije vrijeme putovanja niz promatranu struju smjese zraka i drvnih čestica registrira i obrađuje prijamnik.

5. ZAKLJUČAK 5. Conclusion

Novi se uvjeti odsisa stalno nadziru mjernim pretvaračem, čime je sustav

moguće održavati u optimalnim granicama.

Na taj se način prilagođava između potrebnih i stvarnih uvjeta unutar cjevovoda zračnih konvejera radi njihova boljeg iskorištenja i optimiranja cjelokupnoga rada sustava.

U pogonima drvne industrije načelo automatske regulacije frekvencijskim pretvaračima primjenjuje se u različitim sustavima. Koliko nam je poznato, takvih rješenja nema u primjeni zračnih konvejera. Opravdanost primjene regulacije promjenom frekvencije struje u tim uvjetima tek treba istražiti. Ovdje izvršene postavke preliminarno su provjerene jednostavnim pokusom a o detaljima opsežnijeg pokusa izvijestit ćemo naknadno.

6. LITERATURA

6. References

1. Božičević, J. 1991: Temelji automatike, Školska knjiga, Zagreb
2. Božičević, J., Mandić, I., Stipeničev, D. 1986: Napredak teorije i primjene automatskog vođenja procesa i objekata, OZIR, Zagreb
3. Cebalo, R. 1993: Fleksibilni obradni sustavi (podloge za predavanje), Zagreb
4. Ostojčić, B. 1980: Digitalna automatizacija alatnih strojeva (atlas nacрта), Tehnički fakultet - Sveučilišta u Rijeci, Rijeka
5. Sever, S. 1988: Transport u drvenoj industriji, interna skripta Šumarskog fakulteta, Zagreb
6. Yan, Y., Byrne, B., Woodhead, S., Coulthard, J. 1995: Velocity measurement of pneumatically conveyed solids using electrodynamic sensors, *Measurement Science & Technology*, 6(5),515-537.

rice koja je time pokazala dobro poznavanje te problematike. Postavljen je istraživački zadatak koji se sastoji od nalaženja zadovoljavajućih konstrukcijskih rješenja novodizajniranih modela stolica i polunaslonjača koji se izrađuju od domaćih komercijalnih vrsta drva. U tom smislu postavljeni su i ovi ciljevi istraživanja, a to su:

- izbor konstrukcijskih oblika koji bi trebali osigurati normiranu tehničku kvalitetu stolica

- određivanje tehničkih svojstava lijepljenih spojeva o kojima ovisi njihova čvrstoća

- mogućnost uštede drva primjenom dijelova manjih presjeka

- ustanovljavanje razlika u primjeni borovine i bukovine pri istim načinima spajanja

- mogućnost povećanja tehnološke čvrstoće konstrukcija.

3. Metoda rada

To je poglavlje podijeljeno na prethodna istraživanja i izvođenje eksperimenta. U sklopu prethodnih istraživanja odabrano je pet skupina različitih kutnih spojeva u dvije izvedbe i to od borovine i bukovine. Također je obavljeno modeliranje jednog konstrukcijskog oblika računalnom simulacijom, a rezultati su uspoređeni s rezultatima dobivenim iz eksperimentalnog dijela. Maksimalni moment sile loma u idealnim uvjetima, tj. pri simulaciji, pokazalo je nešto bolje rezultate od stvarnog modela. Parcijalna ispitivanja uzoraka provedena su u laboratoriju, gdje su izmjerene čvrstoće na statička opterećenja, a stolice na dinamička opterećenja.

4. Obrada i analiza rezultata ispitivanja

Obrada i analiza podataka podijeljena je na evidentiranje i obradu podataka provedenu računalnim programom, zatim su izneseni obrađeni podaci u obliku grafikona i tablica uz usporedbu rezultata ispitivanja istih spojeva od borovine i bukovine, te odvojeno za različite spojeve od borovine, odnosno bukovine. Utjecaj dosjeda na čvrstoću spojeva analiziran je linearnom regresijom, dok su rezultati ispitivanja izdržljivosti stolica na dinamička opterećenja zbog ograničenog broja uzoraka predloženi tablično.

Analiza dobivenih rezultata za istovrsne spojeve bukovine i borovine pokazala je da su istovrsni spojevi od bukovine većinom pokazali bolje rezultate na statička opterećenja. Usporedna analiza rezultata za različite spojeve od borovine pokazala je da

jednostruka učepljenja zaobljenim čepom i dvostruka učepljenja zaobljenim čepom, u kombinaciji s moždanicima u prodoru, daju najčvršće spojeve.

Različiti spojevi od bukovine nisu rangirani kao spojevi od borovine. Tu su najbolji rezultati postignuti spojevima primjenom zaobljenog čepa u kombinaciji s prodorom moždanika, te zaobljeni čepovi s kosim sučeljem i ulijepljenom kutnom kladičom.

Regresijska analiza rezultata ispitanih spojeva pokazala je da utjecaj zadornog dosjeda pri spajanju zaobljenim čepovima, iako u relativno malom rasponu, može imati značajnu ulogu za povećanje čvrstoće. Dobiveni podaci logički se uklapaju u rezultate nekih dosadašnjih radova.

5. Zaključak

U zaključku autorica navodi potrebu usporednog djelovanja u povezivanju metoda rada pri konstruiranju i primjeni rezultata znanstvenoistraživačkog rada radi pronalaženja najpovoljnijih rješenja. U konačnim zaključcima naglašeno je sljedeće:

- građa drva, točnost obrade sastavnih dijelova i izbor konstrukcijskog oblika bitno utječu na čvrstoću spojeva stolica

- različiti spojevi nisu jednako vrijedni pri primjeni različitih vrsta drva, već ih je potrebno prilagođavati traženim zahtjevima čvrstoće

- smanjenje presjeka dijelova radi uštede materijala ima svoje granice, jer se time smanjuje i čvrstoća lijepljenja

- empirijske pretpostavke da će kratki zaobljeni čepovi kutno spojeni ravnim zupcima dati bolje rezultate provedenim su analizama odbačene.

OCJENE RADA

Magistarski rad Silvane Prekrat, dipl. ing., u kojem ispitivana čvrstoća spojeva u konstrukcijama stolica obrađuje složenu problematiku konstruiranja radi dobivanja znanstveno utvrđenih podataka na temelju kojih će se osiguravati normirana tehnička kvaliteta gotovih proizvoda od drva, odnosno one fizičko - mehaničke značajke o kojima ovisi čvrstoća lijepljenih spojeva, što je jedan od ključnih kriterija za vrednovanje kvalitete. Namještaj za sjedenje obuhvaća brojne konstrukcijske vrste koje svoje klasične oblike ubrzano mijenjaju u skladu s uvođenjem suvremenih tehnologija, od automatskog projektiranja i konstruiranja do neslučenih mogućnosti izvedbe. Interdisciplinarnost u razvoju novog proizvoda nameće nove zadaće konstruktorima, a to je

napuštanje empirijskih konstrukcijskih rješenja i uvođenje znanstveno potvrđenih. Autorica je uz poznate teškoće vezane za istraživački eksperiment uspjela ostvariti očekivane rezultate.

Zbog rada u pogonskim uvjetima nije bilo moguće ponavljanje izrade nekih uzoraka radi dobivanja preciznijih rezultata, što se prije svega odnosi na ispitivanje kvalitete gotovih stolica.

U radu je prvi put provedeno modeliranje konstrukcijskih oblika namještaja računalnom simulacijom. Automatsko konstruiranje ima svoju budućnost, ali programe za simulaciju treba usavršavati i korigirati prema rezultatima eksperimentalnog istraživačkog rada. Time će se prognozirana konstrukcijska rješenja sve više približiti ostvarenima.

Radnja Silvane Prekrat, dipl. ing., sadrži bitne elemente koji pridonose pozitivnoj ocjeni. To su:

- rad obrađuje aktualnu problematiku na području projektiranja namještaja i njegove proizvodnje

- postavljena zadaća teorijskog i eksperimentalnog dijela uspješno su provedene.

- rezultati rada su u skladu s postojećim ciljevima koji su dijelom usklađeni s nekim dosadašnjim spoznajama, ali i daju nove spoznaje koje mogu poslužiti neposrednoj praksi ili daljnjim istraživanjima.

Rad je vrijedan doprinos znanosti na biotehničkom znanstvenom području, polju drvene tehnologije i razvoju znanstvene grane drvnih konstrukcija.

Uredništvo časopisa "Drvena industrija" čestita mr. sc. Silvani Prekrat na postignutom uspjehu.

Prof. dr. sc. Stjepan Tkalec

ŠTO JE NOVO U FURNIRU
 odsad možete biti na INTERNETU!
 www.furnir.com
 e-mail: furnir@furnir.com

FURNIR GROUP

WELCOME TO FURNIR'S WONDERFUL WORLD OF WOOD

DUBROVNIK
 BRASS - DESIGN FURNIR
 Dubrovnik, Batala bb
 tel. 020/411-482

OSIJEK
 LESNINA LGM - FURNIR
 31000 Osijek, Ulica jablanova bb
 tel. 031/178-126

PULA
 BAESA INTERIJERI FURNIR
 52000 Pula, Jeretova bb
 tel. 052/215-245

SPLIT
 AMG - FURNIR
 21000 Split, Solinska cesta 84a
 tel. 021/212-912

VINKOVCI
 SPAČVA - FURNIR
 32000 Vinkovci, Duga ulica 181
 Prodajno izložbeni salon:
 Duga ulica 23
 tel. 032/331-077, 334-439

PLETERNICA
 VEXTER - FURNIR
 34310 Pleternica, Kralja Zvonimira bb
 tel. 034/251-082

ZAGREB
 Heinzelova 34
 Telefon 01/415-630
 Telefaks: 01/448-744

DOBRODOŠLI U FURNIROV SVIJET DRVA!

OBIČNI BOR

NAZIVI

Drvo trgovačkog naziva OBIČNI BOR (također i bijeli ili crveni bor) pripada botaničkoj vrsti *Pinus sylvestris* L., iz porodice *Pinaceae*, potporodice *Pinoideae*. Strani nazivi su Fohre, Gemeine Kiefer, Rot-, Sand-, i Weiskiefer (Njemačka), Pine, Scots Pine (SAD, Velika Britanija), Pin commun (Francuska), Pino silvestre (Italija).

NALAZIŠTE

Obični je bor široko rasprostranjen preko cijele Europe i sjeverne Azije sve do područja Amura.

STABLO

Stablo je visoko 30 do 40 m, sa vitkim ravnim deblom dugačkim do 20 m, srednjeg promjera do 1 m. Kora debela je na mladim stablima i na granama krošnje kao i u gornjem dijelu odraslih debala žućkastocrvena, tanka i ljušti se u tankim prugama. Na starijem je stablu u donjem dijelu debla sivosmeđa i duboko ispucala, a u pukotinama crvena. Krošnja je visoko smještena, ovalno-čunjasta.

DRVO

Makroskopska obilježja

bjeljika je različito široka, žućkasta ili crvenkasto bijela. Svježa srž je crvenkasto žuta, kasnije potamni do smeđkaste i crvenkasto smeđe boje. Godovi su uočljivi sa svjetlim ranim i tamnim kasnim drvom. Prijelaz iz ranog u kasno drvo istog goda je oštar. Smolenice su brojne i na poprečnom presjeku uočljive običnim okom. Drvni traci su tanki i nevidljivi običnim okom.

Mikroskopska obilježja

Traheide su poredane u pravilne radijalne nizove. Dvostruka debljina staničnih stijenki traheida ranog drva iznosi 5,7...6,7...7,4 μm, a traheida kasnog drva 10,9...13...16,7 μm. Širina lumena traheida ranog drva je 18,5...37,5...54,3 μm, a kasnog drva 11,7...17,1...24,6 μm. Dužina traheida iznosi 1,8...3,1...4,5 mm, a volumni udjel u drvu 90,3...93,1...95,6 %.

Drvni traci su jednoredni i dvoredni do peteroredni sa smolenicama u sredini. Visoki su uglavnom 1 do 12 stanica, rijetko preko 15 stanica. Traci su sa traheidama trakova koje su uglavnom smještene uz rubove traka u jedan do tri reda stanica, no često i unutar traka. Stijenke traheida trakova su grubo nazubljene. Parenhim trakova ima tanke stijenke sa malim brojem jažicama. Na poljima ukrštanja nalaze se jedna do dvije ovalne ili pravokutne prozoraste jažice polja ukrštanja. Udjel trakova je 4,4...5,5...6,7 %.

Smolenice su tankostjenog epitela, aksijalne se uglavnom nalaze u kasnom drvu. Brojnije su nego kod smrekovine.

Fizička svojstva

Gustoća standardno suhog drva (ρ_0) kreće se od 300...490...860 kg/m³, prosušenoga (ρ_{12-15}) 330...520...890

kg/m³, a sirovog (ρ_s) od 750...800...850 kg/m³. Udio pora iznosi oko 67 %. Radijalno utezanje (β_r) iznosi oko 4 %, tangentno (β_t) oko 7,7 %, a volumno (β_v) oko 12,1 %.

Mehanička svojstva

Čvrstoća na tlak	35...55...94 MPa
Čvrstoća na vlak, paralelno sa vlakancima	35...104...196...MPa
okomito na vlakanca	1,0...3,0...4,4 MPa
Čvrstoća na savijanje	41...100...205,9 MPa
Čvrstoća na smik	6,1...10...14,6 MPa
Tvrdoća (po Brinellu), paralelno s vlakancima	25...40...72 MPa
okomito na vlakanca	13...19...24 MPa
Modul elastičnosti	6,9...12...20,1 GPa

Tehnološka svojstva

Obradljivost

Lako se obrađuje svim ručnim i strojnim alatima. Optimalna brzina rezanja je oko 33 m/s. Čisti materijal sa godovima gušćima od 5 po cm može se dobro završno obraditi alatom. Kod drva rjeđih godova veća je mogućnost kidanja vlakanca ranog drva, pogotovo ako su alati tupi. Čavle drži dobro. Lijepi se, boji i polira dobro.

Sušenje

Građa se može brzo osušiti bez ozbiljnih oštećenja. Borovina je sklona plavetnilu kod sadržaja vode većih od 25% i temperatura između 20 i 30 C. Da bi se taj rizik smanjio, piljena građa se treba brzo osušiti, ili u suprotnom, može se uroniti u antiseptičnu otopinu odmah nakon piljenja.

Trajnost

Borovina pripada razredu prirodno neotpornih vrsta drva. Srževina se srednje teško tretira sredstvima za zaštitu drva, dok je bjeljika propusna. Nezaštićena bjeljika podložna je napadu kuckara (*Anobidae*).

Uporaba

S obzirom na to da je relativno dostupna što se tiče cijene i količine, te da se lako obrađuje, borovina je osnovni materijal u drvodjelstvu i stolarstvu sjeverne Europe. Upotrebljava se kao građevno i stolarsko drvo, za vodogradnje, pokućstvo, prozore, vrata, podove, rudničko drvo, stupove za vodove, pražove, celulozno drvo i ploče vlaknatice.

Sirovina

Obla građa dužine 3 do 20 m, promjera 0,2...0,5...0,8 m, rezana građa, furnir, četvrtače. Tražena je čista borovina jednolične građe, uskih godova i bez kvrga.

B. Petrić i J. Trajković

Upute autorima

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

Opće odredbe

Časopis "Drvena industrija" objavljuje izvorne znanstvene, stručne i pregledne radove, prethodna priopćenja, izlaganja sa savjetovanja, stručne obavijesti, bibliografske radove, preglede te ostale priloge s područja iskorištavanja šuma, biologije, kemije, fizike i tehnologije drva, pulpe i papira te drvnih proizvoda, uključivši i proizvodnu, upravljačku i tržišnu problematiku u 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 dva izabranih recenzenta. Izbor recenzenta i odluku o klasifikaciji i prihvaćanju članka (prema preporukama recenzenta) donosi Urednički odbor.

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

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

Radovi se, u dva primjerka, šalju na adresu:

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

Rukopisi

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

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

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

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

Znanstveni i stručni radovi na sljedećim stranicama trebaju imati i naslov, prošireni sažetak i ključne riječi na jeziku različitom od onoga na kojem je pisan tekst članka (npr. za članak pisan na engleskome ili njemačkome naslov, prošireni sažetak i ključne riječi trebaju biti na hrvatskome, i obratno). Prošireni sažetak (približno 1/2 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 obročuju se susljedno. One koje se odnose na naslov označuju se zvjezdicom, a ostale natpisnim (uzdignutim) arapskim brojkama. Napomene koje se odnose na tablice pišu se ispod tablice, a označavaju se uzdignutim malim pisanim slovima abecednim re-

dom. Latinska imena pisana kosim slovima trebaju biti podcrtana. U uvodu treba definirati problem i, koliko je moguće, predočiti granice postojećih spoznaja, tako da se čitateljima koji se ne bave područjem o kojemu je riječ omogući razumijevanje namjera autora. Materijal i metode trebaju biti što preciznije opisane da omoguće drugim znanstvenicima obnavljanje pokusa. Glavni eksperimentalni podaci trebaju biti dvojezično navedeni.

Rezultati trebaju obuhvatiti samo materijal koji se izravno odnosi na predmet. Obvezatna je primjena metričkog sustava. Preporučuju se SI jedinice. Rjeđe rabljene fizikalne vrijednosti, simboli i jedinice trebaju biti objašnjeni pri prvom spominjanju u tekstu. Osobito pazorno treba prikazati formule, ako je moguće u jednom retku, s jasnim razlikovanjem broja 0 i slova "o", kao i slova "I" i brojke 1. Jedinice se pišu normalnim (uspravnim) slovima a fizikalni simboli i faktori kosim slovima. Formule se susljedno obročavaju 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 obročene arapskim brojkama, a u tekstu se na njih upućuje jasnim naznakama ("tablica 1" ili "slika 1"). Naznaka željenog položaja tablice ili slike u tekstu treba biti navedena na margini. Svaka tablica i slika treba biti prikazana na zasebnom listu, a njihovi naslovi moraju biti tiskani na posebnim listovima, i to redoslijedom. Naslovi, za glavlja, legende i sav ostali tekst u slikama i tablicama treba biti pisan hrvatskim i engleskim ili hrvatskim i njemačkim jezikom.

Slike i tablice trebaju biti potpune i jasno razumljive bez pozivanja na tekst priloga. Naslove slika i crteža ne pisati velikim tiskanim slovima. Uputno je da crteži odgovaraju stilu časopisa i da budu izvedeni tušem ili tiskani na laserskom tiskalu. Tekstu treba priložiti izvorne crteže ili fotografske kopije. Slova i brojke moraju biti dovoljno veliki da budu lako čitljivi nakon smanjenja širine slike ili tablice na 130 ili 62 mm. Fotografije trebaju biti crno-bijele; one u boji tiskaju se samo na poseban zahtjev, a trošak tiskanja u boji podmiruje autor. Fotografije i fotomikrografije moraju biti izvedene na sjajnom papiru s jakim kontrastom. Fotomikrografije trebaju imati naznaku uvećanja, poželjno u mikrometrima. Uvećanje može biti dodatno naznačeno na kraju naslova slike, npr. "uvećanje 7500 : 1".

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

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

Zahvale se navode na kraju rukopisa.

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

Članci u časopisima: Prezime autora, inicijal(i) osobnog imena, godina: naslov. Skraćeni naziv časopisa, godišće (ev. broj): stranice (od - do). Primjer:

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

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

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

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

Ostale publikacije (brošure, studije itd.):

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

Tiskani slog i 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 prima ju besplatno po pet primjeraka časopisa. Autoru svakog priloga dostavlja se po jedan primjerak časopisa.

Instructions for authors

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

General

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

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

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

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

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

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

The contributions are to be submitted in duplicate to the following address:

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

Manuscripts

The text should be prepared carefully - also with regard to language, style and conciseness - in order to avoid corrections at the proof reading stage. Submitted manuscripts must consist of no more than 15 single-sided typewritten DIN A-4 sheets of 30 double-spaced lines, including tables, figures and references, appendices and other supplements. It is advised that longer manuscripts be divided into two or more continuing series.

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

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

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

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

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

arabic numerals. Footnotes relating to the tables should be printed below the table and marked by small letters in alphabetical order. Latin names to be printed in italic should be underlined.

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

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

Results: only material pertinent to the subject can be included. The metric system must be used. SI units are recommended. Rarely used physical values, symbols and units should be explained at their first appearance in the text. Formulae should be particularly carefully presented, in one line if possible, with a clear distinguishing between letter "O" and zero (0), or letter "I" and number 1. Units are written in normal (upright) letters, physical symbols and factors are written in italics. Formulae are consecutively numbered with arabic numerals in parenthesis (e.g. (1)) at the end of the line.

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

Figures and tables should be complete and readily understandable without reference to the text. Do not write the captions to figures and drawings in block letters. Line drawings should, if possible, conform to the style of the journal and be done in India ink or printed on the laser printer. Original drawings or photographic copies should be submitted with the manuscript. Letters and numbers must be sufficiently large to be readily legible after reduction of the width of a figure/table to either 130 mm or 62 mm. Photographs should be black/white. Colour photographs will be printed only on special request; the author will be charged for multicolour printing. Photographs and photomicrographs must be printed on high-gloss paper and be rich in contrast. Photomicrographs should have a mark indicating magnification, preferably in micrometers. Magnification can be additionally indicated at the end of the figure title (e.g. Mag. 7500:1). Each illustration should carry on its reverse side its number and indication of its orientation, along with the name of (principal) author and a shortened title of the article. Original illustrations will not be returned to the author.

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

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

Journal articles: Author, initial(s) of the first name, year: Title. Abbreviated journal name, volume (ev. issue): pages (from - to). Example: Porter, A.W. 1964: *On the mechanics of fracture in wood*. *For. Prod. J.* 14 (8): 325 - 331.

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

Other publications (brochures, reports etc.): Müller, D. 1977: *Beitrag zur Klassifizierung asiatischer Baumarten*. *Mitteilung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, Nr. 98*. Hamburg: M. Wiederbusch.

Proofs and journal copies

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

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



ZIDI

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI**
10000 Zagreb, Svetošimunska 25, tel: +385 01 230-22-88, fax: +385 01 218-616

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

Djelatnost Zavoda:

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

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

**Zagrebački Velesajam
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za istraživanja u drvnoj industriji
i Hrvatsko šumarsko društvo**

u sklopu međunarodne izložbe namještaja
i prateće industrije

Ambienta '97

organiziraju međunarodno savjetovanje pod krilaticom

**UPORABA DRVA U 21. STOLJEĆU
(USE OF WOOD IN 21ST CENTURY)**

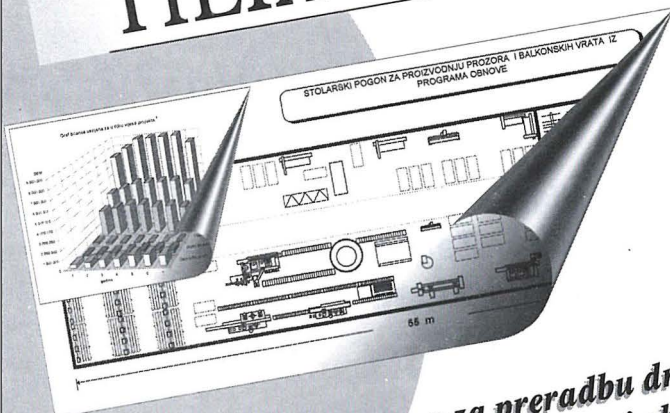
Namijenjeno je direktorima, tehničkim direktorima, tehnolozima, marketinškim djelatnicima i ostalim zainteresiranim djelatnicima u preradi drva i pratećoj industriji.

Bit će predstavljeno 13 vizija i trendova u preradi drva, a uz domaće znanstvenike i stručnjake na savjetovanju će svoje referate iznijeti i znanstvenici i stručnjaci iz još 4 europske zemlje, čije će iskustvo na tom području pridonijeti poboljšanju stanja i približavanju trendovima u europskoj drvnoj industriji.

Za sve informacije obratite se na sljedeću adresu:

**Šumarski fakultet Zagreb
Zavod za istraživanja u drvnoj industriji
Izv. prof. dr. sc. Ivica Grbac ili
Doc. dr. sc. Denis Jelačić
Svetošimunska 25, Zagreb
tel. 01 / 230 22 88
fax. 01 / 21 86 16**

TILIA'CO



- Tehnički projekti pogona za preradbu drva
- Investicijski programi za industriju i obrt
- Tehnički i ekonomski savjeti
- Procjene vrijednosti:
 - strojeva
 - opreme
 - cijelih poduzeća

Pretplatite se na Drvo!

- Izdavaštvo i marketing:
 - časopis Drvo
 - Katalog hrvatske drvne branše
 - prospekti, promocijski tisak, katalozi



Oglašavajte u Drvu!



POUZDAN PARTNER U VAŠEM USPJEHU !

TILIA'CO

Međunarodni drvni centar za razvoj, marketing i informatiku
Rujanska 3, 10000 Zagreb, tel.:01/38 73 934, tel./fax:01/38 73 402
e-mail: tiliaco@alf.tel.hr
žiro račun br. 30108-601-51451

U POSLOVNOM SVIJETU TRAŽI SE



KVALITETA
FUNKCIONALNOST
KREATIVNOST



DUKA
INTERIJERI



PROIZVODNJA UREDSKOG NAMJEŠTAJA

ODRAZ VAŠEG POSLOVNOG STILA

10000 ZAGREB, Av. Dubrovnik 15, tel: 01/655 00 80, 652 54 27; faks: 01/655 00 80

POSLOVANJE SA

STILOM

Marulićev trg 18, Zagreb, Croatia, tel.: +385 / 1 / 456 0 222, fax.: +385 / 1 / 420 004



EXPORTDRVO



CROATIA