

UDK 630\* 8 + 674

CODEN: DRINAT

ISSN 0012-6772



znanstveno-stručni  
časopis za pitanja  
drvne tehnologije

# DRVNA INDUSTRIJA

Drvena industrija

Volumen 45.

Broj 2

Stranica 49 - 80

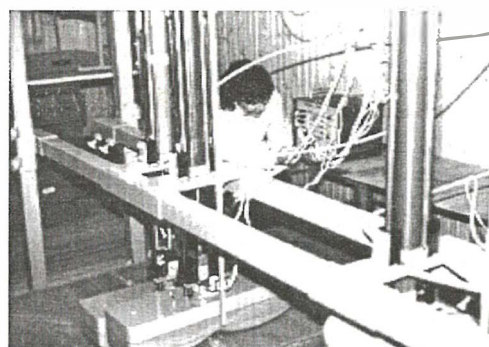
Zagreb, ljeto 1994.

Za potrebe cjelokupne drvne industrije provodi znanstvena istraživanja i ostale usluge u rješavanju tržišnih, proizvodnih, organizacijskih, obrazovnih i ekonomskih problema unapređenja proizvodnje i plasmana drvnih proizvoda na domaćem i inozemnom tržištu.

#### Djelatnost Zavoda:

- znanstvena razvojna i primijenjena istraživanja u području drvne tehnologije, kemijske prerade i zaštite drva
- izrada studija razvoja novih proizvoda, tehnologije i organizacije proizvodnje
- projektiranje drvnoindustrijskih i obrtničkih tehnologija i pogona prerade drva
- stručne recenzije znanstvenih i stručnih radova, te stručna vještačenja
- laboratorijska ispitivanja kvalitete - atestiranje svih drvnih poluproizvoda i finalnih proizvoda
- organiziranje savjetovanja i simpozija s područja drvne tehnologije
- objavljivanje stručnih izdanja i publikacija
- stalno obrazovanje uz rad za sve obrazovne profile u drvnj struci
- informatičke usluge, te usluge programiranja i obrade podataka.

Ispitivanje ojačenog namještaja u laboratoriju Katedre za finalnu obradu drva



Na raspolaganju su Vam vrhunski stručnjaci s područja drvne tehnologije. Očekujemo Vaše upite i uspješnu suradnju.

OVAJ BROJ ČASOPISA SUFINANCIRA:



# DRVNA INDUSTRIJA

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

Drvena ind. Godište (Volume) 45 Broj (Number) 2 Stranice (Pages) 49 - 80 Ljeto (Summer) 1994.

*Izdavač i uredništvo:*  
(*Publisher and Editor's Office:*)

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Faculty of Forestry, Zagreb University  
41000 Zagreb, Svetošimunska 25, Hrvatska - Croatia  
Tel. (\*3841)21 82 88; fax (\*3841)21 86 16

*Suizdavači (Co-Publishers):*

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

*Osnivač (Founder):*

Institut za drvo, Zagreb

*Glavni i odgovorni urednik (Editor-in-Chief):*

prof. dr. Božidar Petrić

*Urednik (Assistant Editor):*

Hrvoje Turkulin, MSc

*Urednički odbor (Editorial Board):*

prof. dr. Vladimir Bruči, prof. dr. Jurica Butković, prof. dr. Mladen Figurić, prof. dr. Vladimir Goglia, prof. dr. Vladimir Hitrec, prof. dr. Boris Ljuljka, prof. dr. Zdenko Pavlin, prof. dr. Rudolf Sabadi, prof. dr. Vladimir Sertić, prof. dr. Stjepan Tkalec, svi iz Zagreba.

*Izdavački savjet (Publishing Council):*

prof. dr. Boris Ljuljka (predsjednik), Šumarski fakultet Zagreb, Ferdo Laufer, MSc (Croatadrvo d.d.), Josip Štimac, dipl. ing. (Exportdrvo d.d.), Marko Župan, dipl. ing. (Exportdrvo d.d.), Ivan Maričević, dipl. ing. (Hrvatsko šumarsko društvo)

*Tehnički urednik (Production Editor):*

Zlatko Bihar

*Lektori (Linguistic Advisers):*

Zlata Babić (hrvatski - Croatian)  
Goranka Antunović, MA (English)  
Marija Lütze - Miculinić (German)

*Drvena 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.

*Drvena 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

Naklada (Circulation): 450 komada

Časopis je referiran u (Indexed in):

- Forestry abstracts
- Forest products abstracts
- Agricola
- Cab abstracts
- Paperchem
- Chemical abstracts
- Abstr. bull. inst. pap. chem
- CA search

Priloge treba slati na adresu Uredništva. Znanstveni i stručni članci se recenziraju. Rukopisi se ne vraćaju.

Manuscripts are to be submitted to the Editor's office. Scientific and professional papers are reviewed. Manuscripts will not be returned.

Pretplata (Subscription): Godišnja pretplata (annual subscription) za sve pravne osobe i sve inozemne pretplatnike 40 USD. Pretplata u Hrvatskoj za individualne pretplatnike iznosi 20 USD, a za đake, studente, škole i umirovljenike 6 USD, u protuvrijednosti navedenih iznosa plativa u kunama na dan uplate na žiroračun 30102-603-929 s naznakom "Drvena industrija".

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti Republike Hrvatske. Na temelju mišljenja Ministarstva prosvjete, kulture i športa Republike Hrvatske br. 532-03-1/7-92-01 od 15. lipnja 1992. časopis je oslobođen plaćanja poreza na promet.

*Slog i tisak (Typeset and Printed by):*

„MD” - kompjutorska obrada i prijelom teksta - ofset tisak  
Zagreb, tel. (041) 380-058, 531-321

*Naslovna stranica (Cover Design):*

Božidar Lapaine, MA

Vol. 45, 2	Znanstveni radovi	
str. 49 - 80	Ružica Beljo	
ljeto 1994.	ENERGIJSKE I TROŠKOVNE OSOBITOSTI PORTALNE DIZALICE NA STOVARIŠTU TRUPACA .....	51-58
Zagreb	Željko Šonje, Boris Ljuljka	
	ČVRSTOĆA SPOJA RAZLIČITIH MATERIJALA I LJEPILA ZA OBLAGANJE RUBOVA.....	59-63
	Stručni radovi	
	Zdenko Pavlin, Stjepan Pervan, M. Špoljarić	
	PROMJENE SADRŽAJA VODE TIJEKOM PRIRODNOG SUŠENJA LISTAČA .....	64-67
	Krešimir Babunović	
	PRILOG PROBLEMU DAVANJA NADMJERA ZBOG NEJED- NOLIČNOSTI DEBLJINE PILJENICA .....	68-71
	Savjetovanja .....	72-73
	Nove knjige .....	74-75
	Novosti iz tehnike .....	76-77
	Novi znanstveni radnici .....	78

**CONTENTS**

## Scientific papers

Ružica Beljo	
ENERGY AND ECONOMIC FEATURES OF GANTRY CRANE AT LOG STORAGE .....	51-58
Željko Šonje, Boris Ljuljka	
BOND STRENGTH OF VARIOUS MATERIALS AND HOTMELTS FOR EDGE BONDING .....	59-63

## Technical papers

Zdenko Pavlin, Stjepan Pervan, M. Špoljarić	
VARIABILITY OF MOISTURE CONTENT DURING THE AIR SEA- SONING OF HARDWOODS .....	64-67
Krešimir Babunović	
A CONTRIBUTION TO THE ISSUE OF OVERSIZING SAWN WOOD DUE TO SAWING INACCURACY .....	68-71
Meetings .....	72-73
New books .....	74-75
Technical news .....	76-77
New scientists .....	78

# Energijske i troškovne osobitosti portalne dizalice na stovarištu trupaca

## ENERGY AND ECONOMIC FEATURES OF GANTRY CRANE AT LOG STORAGE

mr. sc. **Ružica Beljo**, dipl. inž.  
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630\*832.13

Primljeno: 1. 3. 1994.  
Prihvaćeno: 25. 10. 1994.

Izvorni znanstveni članak

### Sažetak

U radu su analizirane energijske i troškovne osobitosti portalne dizalice nosivosti 10 t pri radu na stovarištu trupaca. Istraživana je potrošnja električne energije (mjesečna, dnevna, smjenska, jedinična), stupanj iskorištenja instalirane snage elektromotora, električna snaga pojedinih mehanizama granika u ovisnosti o masi transportiranoga tereta i brzini vožnje te cijena radnoga sata portalne dizalice. Utvrđena je relativno mala potrošnja električne energije u odnosu prema ukupnoj potrošnji u pilani te mali udio troškova energije u cijeni radnoga sata portalne dizalice. Na potrošnju energije bitno utječe način upravljanja portalnom dizalicom, a manja jedinična potrošnja energije postiže se boljom organizacijom rada i većim ostvarenim učinkom.

**Ključne riječi:** portalna dizalica, potrošnja energije, električna snaga, troškovi.

### Summary

Log handling and transportation do not increase the quality and value of sawmill products. However, they participate considerably in the expenses of sawmill processing. Gantry cranes are the most frequently used means of transport for log handling at sawmill storages.

The aim of this article was to establish some energy and economic features of the gantry crane with carrying capacity 10 t, operating at the log storage of Lučice sawmill. The investigation covered the consumption of active and reactive electric energy (monthly, daily, shiftly and per unit of handled material), utilization of installed electric motors, electric power of individual gantry crane mechanisms depending on the transported load mass and driving speed, and costs of a gantry crane working hour.

It has been established that the energy consumption of gantry crane participates with only 3,8 % in the total sawmill consumption of electric energy. The energy costs also account for a small part of the costs of a gantry crane working hour. It has been evidenced that the crane operator can influence energy consumption. It has been established that the utilization of the installed power is 0.25 and only the electrical power of the lifting mechanism depends on the transported load mass.

It is indicated that better work organisation with a larger gantry crane output can decrease energy consumption and costs per working hour.

**Key words:** gantry crane, energy consumption, electrical power, costs

## 1. UVOD

### 1. Introduction

S obzirom na naglašene energijske probleme današnjice i visoke cijene energenata, među svim obilježjima transportnoga sredstva posebno značenje ima potrošnja pogonske energije. U drvnjoj je industriji najčešći ručni ili motorni pogon transportnih sredstava. Od motornih pogona na prvom je mjestu pogon elektromotorima, zatim pogon motorima s unutarnjim izgaranjem, oba često imaju hidrauličku i pneumatičku pogonsku pretvorbu.

S obzirom na prekidni tok materijala i ostale radne zahtjeve na stovarištu trupaca, portalna je dizalica (granik, kran) najprikladnije transportno sredstvo. Rukovanjem oblovinom pomoću portalnih dizalica štedi se skladišni prostor i omogućuje nesmetan transport na stovarištima velike površine, a za rad s dizalicom potreban je samo jedan radnik.

Pogon granika gotovo je uvijek električni jer najbolje zadovoljava zahtjeve rada dizalice: pokretanje u mirovanju pod opterećenjem, isprekidan rad, promjena smjera gibanja, česte promjene opterećenja, nužnost fine regulacije hoda i dr. Pritom su problemi električnog



pogona najčešće vezani za relativno velik broj okretaja pogonskih elektromotora i gubitke u prijenosnicima, povezanost pogonskih motora s kontaktnom mrežom ili kabelima za napajanje električnom energijom te zagrijavanje elektromotora.

Podaci o eksploatacijskim obilježjima portalnih dizalica u različitim radnim uvjetima malobrojni su ili ih nema. Pri odabiru granika i planiranju proizvodnih normativa uzimaju se u obzir projektirane vrijednosti, teorijski proračuni i iskustveni podaci.

Na stovarištima trupaca upotrebljavaju se portalni granici čije su brzine portala i voznog vitla veće i od 100 m/min, a brzine dizanja do 60 m/min. Korisna visina slaganja složaja pri uporabi portalnih dizalica seže do visine hvatala s teretom u najvišem položaju, a smanjena je za 2 do 3 m radi sigurnosti radnika koji su eventualno na složaju /4/. Iskorištenje površine stovarišta pri transportu trupaca portalnim granikom uz poprečno postavljanje složajeva iznosi 0,5 do 0,8, a pri uzdužnom postavljanju složajeva površinska korisnost iznosi 0,4 do 0,6 /1/.

U svezi s istraživanjem energijskih osobitosti transportnih sredstava poznati su podaci koje navodi Hamm /8/. Kao osnovno obilježje drvnoindustrijskoga transportnog sredstva Hamm navodi njegovu znatnu potrošnju energije za neopterećeni hod. Faktor iskorištenja instalirane snage elektromotornih pogona za uređaje na stovarištu trupaca iznosi 0,3, a za portalne dizalice od 0,15 do 0,2. Taj faktor ovisi o opterećenju elektromotora i istodobnosti njihova uključivanja tijekom promatranoga vremena, a iskazuje se u odnosu prema instaliranoj snazi. Prosječni faktor snage ( $\cos \varphi$ ) za elektromotorne pogone na stovarištu trupaca iznosi 0,5, koliki je i faktor snage za portalnu dizalicu /8/.

Važnu ulogu pri odabiru portalne dizalice i ocjeni njezine učinkovitosti imaju nabavni i eksploatacijski troškovi.

Mađarević /11/ izdvaja sljedeće pokazatelje djelotvornosti transportnih uređaja:

- troškove po radnome satu kao omjer ukupnih troškova za rad transportnoga sredstva i broja pogonskih sati u vijeku trajanja
- troškove po jedinici premetnutoga tereta kao omjer ukupnih troškova transportnog sredstva i njegova učinka.

## 2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

### 2. Aims of research

Cilj provedenih istraživanja bio je:

- utvrditi potrošnju električne energije portalne dizalice pri radu na stovarištu trupaca te njezin udio u ukupnoj potrošnji električne energije u pilani
- istražiti ovisnost potrošnje električne energije o premetnutome teretu, vremenu rada i učinku transportnoga sredstva
- odrediti stupanj iskorištenja instaliranih elektromotornih kapaciteta portalne dizalice
- ispitati utjecaj rukovatelja granikom na potrošnju

električne energije

- izmjeriti potrebnu snagu za pogon pojedinih mehanizama portalne dizalice u ovisnosti o masi transportiranoga tereta u zahvatu i brzini vožnje
- utvrditi cijenu radnoga sata portalne dizalice, troškove po jedinici premetnutoga tereta te udio troškova energije u ukupnim troškovima.

## 3. OBJEKT ISTRAŽIVANJA

### 3. Object of research

Istraživanja su obavljena na portalnoj dizalici proizvođača "Đuro Đaković", Slavonski Brod, tv. br. 8.13.053. Portalna se dizalica rabi za premetanje oblovine i trupaca na mehaniziranom stovarištu pilane u Lučicama (sl. 1). Nazivne je nosivosti 10 t, sa zahvatnom napravom (grabilicom za trupce) mase 3,5 t. Raspon portala iznosi 60 m, s prepustima od 12,6 m na svakom kraju. Visina dizanja hvatala je 6,5 m. Maksimalni pritisak svakog kotača dizalice je 144,5 kN, a instalirana snaga iznosi 115,95 kW. Radna brzina vožnje portala i vožnje vitla iznosi 80 m/min, a brzine dizanja i spuštanja grabilice su 12 m/min (brzo dizanje) i 1 m/min (sporo dizanje).



Slika 1. Portalna dizalica pri radu na stovarištu trupaca  
Figure 1. Gantry crane working at log storage

Granik je svrstan u II. pogonsku klasu dizalica prema DIN-u 126, a ima pet radnih mogućnosti:

1. dizanje grabilice
2. otvaranje i zatvaranje grabilice
3. okretanje grabilice
4. vožnja voznog vitla
5. vožnja portala.

Portal dizalice je čelične konstrukcije s cijevnim rešetkastim glavnim nosačem. Upravljanje svim pogonima je poluautomatsko a obavlja se iz upravljačke kabine ovješene na voznom vitlu. Portal i vozno vitlo gumenim se kabelima napajaju električnom energijom iz mreže. Glavni napojni kabel tipa RGCT namotan je na kabelski bubanj koji ima vlastiti motorni pogon te ugrađen na nepomičnoj nozi. Dizalica se kreće po željezničkim tranicama tipa 49, koje su posebnim pločicama i sidrenim vijcima učvršćene za betonski temelj. Na svakom kraju kranske pruge nalazi se specijalni odbojnik koji može amortizirati veliku udarnu energiju.

Mehanizam dizanja sastoji se od dva vitla proizvodnje "R. Stahl", s ugrađenim motorom za brzo i sporo dizanje. Pomoću užeta i sklopa kolotura te preko nosive grede ovješena je grabilica.

Mehanizam vožnje portala ugrađen je na bočnu stranu pogonskoga dijela koji ima dva pogonska kotača uležištena na kotrljajuće ležajeve. Ti su pogonski elektromotori vezani u tzv. radnu električnu osovinu, što omogućuje mimo i jednoliko pokretanje i zaustavljanje portala. Sigurnosne naprave granika omogućuju njegov normalan i siguran rad i u slučaju vozačeve pogreške ili vremenskih nepogoda.

#### 4. METODE ISTRAŽIVANJA

##### 4. Research methods

#### Mjerenje potrošnje električne energije

##### Measuring of electric energy consumption

Potrošnja električne energije granika mjerena je tijekom četiri tjedna. Mjerenje je obavljeno dvotarifnim trofaznim brojilom priključenim na napojnu mrežu dizalice. Mjerila su priključena u pogonskoj transformatorskoj stanici (sl. 2). Spajanje brojila na napojnu strujnu mrežu obavljeno je pomoću tri strujna mjerna transformatora priključena na pojedine faze. Stalnica mjernih transformatora određena je prema načinu njihova postavljanja u strujni krug, a jednaka je omjeru ulazne i izlazne struje jer je napon priključenih mjerila ostao jednak radnome (sl. 3).

Brojilom se mogao mjeriti utrošak radne i jalove energije. Karakteristike brojila radne energije bile su: tip T3CTDMP F-4.188, 3x220/380 V, 5(1,5-6) A, 50 Hz, 600 o/kWh. Brojilo jalove energije imalo je ove odrednice: tip T3CTRD2 F-4.191, 5(1,5-6) A, 3x220/380 V, 50 Hz, 600 o/kvarh.

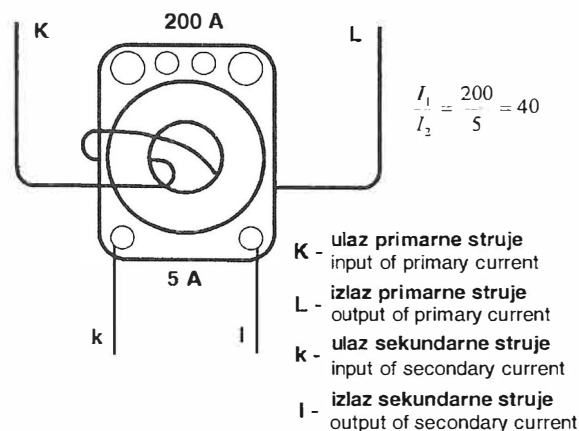
Tarifni sat brojila bio je podešen tako da je mjerena potrošnja električne energije u svakoj smjeni posebno. Na početku svake smjene odčitano je i zabilježeno stanje brojila. Potrošnja električne energije određena je iz razlike dvaju uzastopnih odčitavanja pomnožena sa stalnicom strujnoga transformatora.

Tijekom mjerenja potrošnje električne energije bilježeno je vrijeme rada granika i premetnuti teret te je izračunana satna potrošnja električne energije i jedinična potrošnja po m<sup>3</sup> premetnutoga tereta.



Slika 2. Priključeno električno brojilo u transformatorskoj stanici

Figure 2. Connected electricity meter in the transformer station



Slika 3. Spoj strujnog mjernog transformatora

Figure 3. Connection of the electric transformer

#### Mjerenje snage pojedinih pogona granika

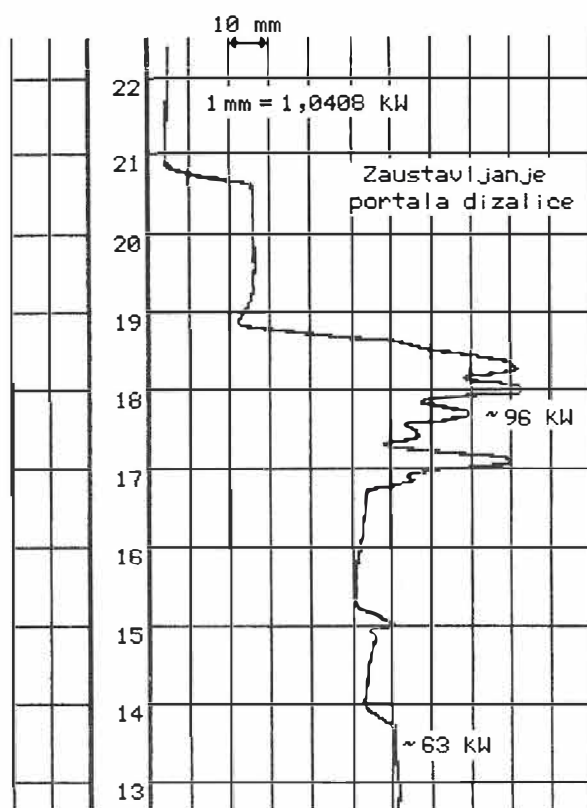
##### Power measuring of the gantry crane individual drives

Električna snaga zasebnih elektromotornih pogona pojedinih mehanizama portalne dizalice tijekom mjerenja zapisivana je na mjernom uređaju NORMA (model 535), koji je pri odabranom pomaku papira upisivao promjenu snage (vatmetar). Radilo se na mjernom području ukupne mjerne stalnice C=5.

Mjerni je uređaj bio spojen na napojnu mrežu portalne dizalice u pogonskoj transformatorskoj stanici, na mjestu postavljanja električnoga brojila, preko istih strujnih mjernih transformatora. Zapis snage mjernim



uređajem NORMA prikazan je na slici 4. Konstanta za odčitavanje iznosa električne snage sa zapisa bila je 1,0408 kW/mm.



Slika 4. Zapis snage registrirajućim vatmetrom NORMA  
Figure 4. Power registered with the wattmeter NORMA

Usmjerenim mjerenjima izvan radnoga vremena zasebno su se uključivali pojedini elektromotori i trošila portalne dizalice te je za svaki posebno utvrđena električna snaga. Trenutak uključivanja pojedinih elektromotora praćen je u dogovoru s rukovateljem, i to pomoću radiostanice. Rukovatelj dizalice najavljivao je svaki sljedeći rad, što je bilježeno na mjernoj vrpci, uz pripadni zapis djelatne snage. Snaga je mjerena pri pojedinim zahvatima portalne dizalice bez tereta, s teretom 4-metarskih trupaca i teretom 8-metarskih trupaca. Pri zahvatu trupaca dugih 4 m u grabilici je bilo 19 trupaca promjera 30 do 36 cm. Iz podatka o gustoći drva podizanih trupaca i njihova obujma izračunana je masa tereta. Za masu tereta trupaca duljine 8 m pretpostavljena je dvostruko veća vrijednost od mase tereta 4-metarskih trupaca. Snaga za pogon vožnje vitla mjerena je za četiri brzine vožnje, a vožnje portala za pet različitih brzina.

#### Troškovi transportnog sredstva

Costs of means of transport

Postupak proračuna troškova po radnome satu transportnoga sredstva uzet je prema metodi FAO-a /7/, a

podaci za izračunavanje tih troškova iz literature /6, 11, 14/, iz vlastitih istraživanja i iz knjigovodstvenih podataka DIP-a Delnice. Troškovi su iskazani u novčanim jedinicama, uz zadržavanje odnosa pojedinih cijena koštanja prema DEM.

Za godišnji broj radnih sati uzeto je 2 000 h. Nabavna cijena i troškovi postavljanja granika uzeti su prema knjigovodstvenim podacima DIP-a Delnice. Pretpostavljeno je da je vijek trajanja 12 godina. Amortizacija je izračunana linearno. Godišnje kamate na osnovna sredstva uzete su u iznosu 6 % od polovice nabavne cijene, a godišnji iznos za osiguranje 4,3 % nabavne vrijednosti. Pretpostavljeni su troškovi održavanja i popravaka u iznosu 90 % amortizacije. U iznos troškova održavanja i popravaka uključen je i dio troškova zaposlenih na održavanju te troškovi potrošnoga materijala i rezervnih dijelova.

Troškovi energije rada portalne dizalice proračunani su prema izmjerenoj potrošnji električne energije i cijeni kilovatsata energije za privredu.

#### Obradba rezultata

Result analysis

Rezultati pojedinih mjerenja analizirani su softverskim rješenjem Horvata i Hitreca /9, 14/ za regresijsku analizu i crtanje krivulje izjednačenja. Koeficijent odnosno indeks korelacije testiran je t-testom uz  $t=0,05$ . Značaj razlike uspoređivanih rezultata mjerenja ispitivan je statističkim testiranjem prema Hitreću i Pavliću /9, 12/.

Pri obradbi rezultata upotrijebljen je i softverski paket EXCEL 4.0.

#### 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA S DISKUSIJOM

5. Results and discussion

##### 5.1. Potrošnja energije

5.1. Energy consumption

U tablici 1 navedene su prosječne vrijednosti izmjerene potrošnje električne energije za I. i II. smjenu te proračunana jedinična potrošnja. Naveden je i značaj razlika među smjenama.

Razlika u potrošnji energije između smjena nije značajna (uz  $t=0,05$ ), no zbog značajno različitoga premetnutog tereta utvrđene se jedinične potrošnje energije bitno razlikuju. Pretpostavlja se da je veću jediničnu potrošnju u II. smjeni dijelomice uzrokovalo pripisivanje tereta premetnutoga u II. smjeni onome u I. Naime, jedan dio sortiranih trupaca pripisan I. smjeni ponekad se iz sortirnih predjelaka iznosio tek u II. smjeni.

Ukupna potrošnja radne električne energije u promatranom razdoblju (listopad 1992) iznosila je 4414 kWh, što je prosječno 98,09 kWh po smjeni, odnosno 196,18 kWh po danu. Prema knjigovodstvenim podacima pogona Lučice, ukupna potrošnja električne energije u



Prosječna potrošnja električne energije portalne dizalice  
The average energy consumption of the gantry craneTablica 1.  
Table 1.

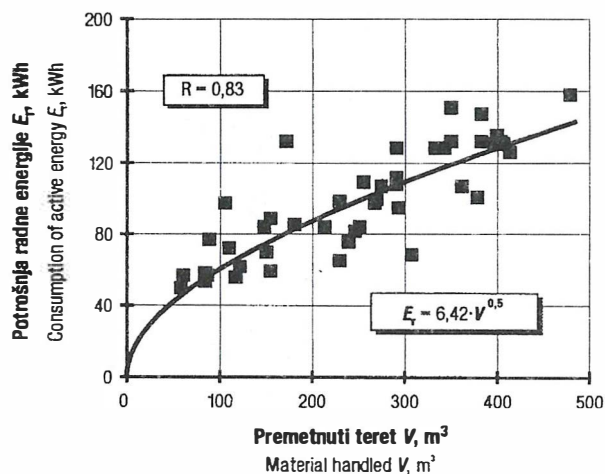
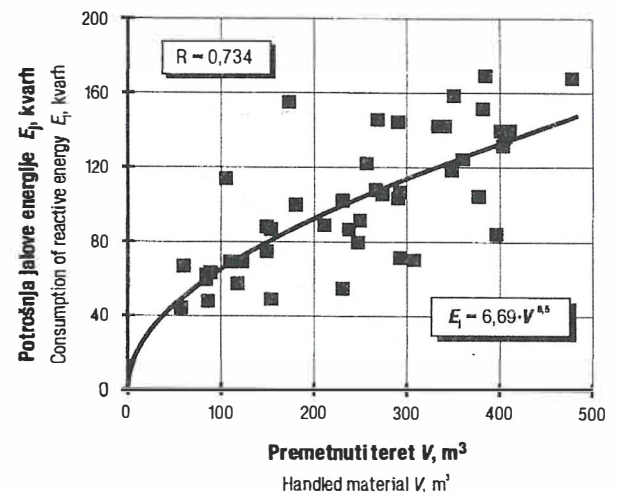
Smjena Shift	Premetnuti teret Material handled	Potrošnja energije Energy consumption		Jedinična potrošnja Consumption per m <sup>3</sup>	
		Radna en. Active en.	Jalova en. Reactive en.	Radna en. Active en.	Jalova en. Reactive en.
	m <sup>3</sup>	kWh	kvar	kWh/m <sup>3</sup>	kvar/m <sup>3</sup>
I	284,48	103,12	105,85	0,41	0,42
II.	202,08	88,15	93,62	0,49	0,52
Značaj razlike Significance	F=1,586 t=2,273	F=1,628 t=0,964	F= 1,414 t=0,718	F=1,999 t=2,107	F=2,050 t=2,278

pilani za listopad 1992. godine bila je 1 16 363 kWh. Prema tomu, potrošnja električne energije portalne dizalice na stovarištu iznosi svega 3,8 % ukupne potrošnje u pilani, a instalirana je snaga portalne dizalice u odnosu prema ukupno instaliranoj snazi u pilani bila 6,65 %.

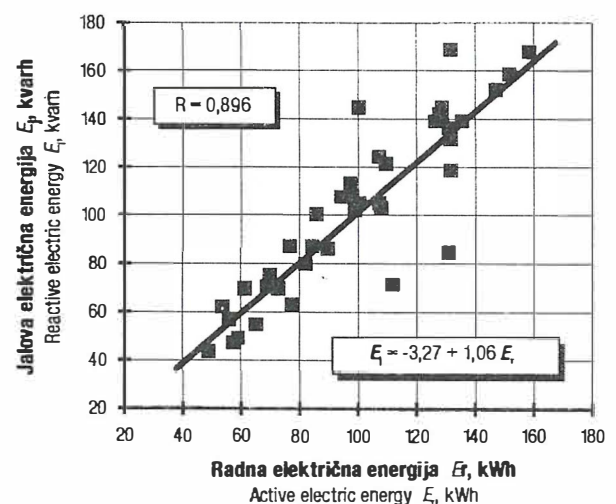
Takav je rezultat posljedica smanjenoga korištenja tehničkoga kapaciteta portalne dizalice za vrijeme ovih istraživanja /3/.

Prosječna jedinica potrošnje električne energije granika iznosi 0,45 kWh/m<sup>3</sup>. Utrošak električne energije po 1 m<sup>3</sup> drvene sirovine u pilanama za preradb drva četinjača iznosi 10 do 25 kWh/m<sup>3</sup>, ovisno o veličini postrojenja te stupnju mehanizacije i automatizacije /8/. Usporedi li se srednja vrijednost jedinične potrošnje električne energije u pilani s potrošnjom energije granika, proizlazi da portalna dizalica u ukupnoj potrošnji električne energije pri pilanskoj preradbi 1 m<sup>3</sup> drvene sirovine sudjeluje sa samo 2,6%.

Regresijskom analizom podataka dobivene su ovisnosti potrošnje električne energije (radne i jalove) o premetnutome teretu s relativno visokim indeksom korelacije (dijagram 1. i 2).

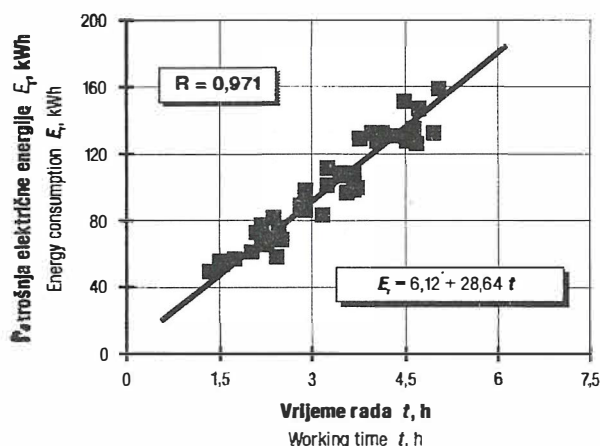
Dijagram 1. Ovisnost potrošnje radne električne energije o premetnutome teretu  
Graph 1. Consumption of active energy vs. material handledDijagram 2. Ovisnost potrošnje jalove električne energije o premetnutome teretu  
Graph 2. Consumption of reactive energy vs. material handled

Na dijagramu 3. prikazana je linearna korelacijska sveza potrošnje jalove električne energije i utrošene radne energije s koeficijentom korelacije  $R=0,896$ .

Dijagram 3. Ovisnost jalove električne energije o potrošnji radne električne energije  
Graph 3. Consumption of reactive energy vs. consumption of active energy

Veliku potrošnju jalove energije uzrokovao je znatan induktivni otpor elektromotornih pogona. S obzirom na znatnu jalovu energiju te nezadovoljavajući faktor snage, nužno je provesti kompenzaciju. U pilani Lučice jalova se energija kompenzira tek iza mjesta našega mjerenja te se nije mogao utvrditi njezin stvarni iznos.

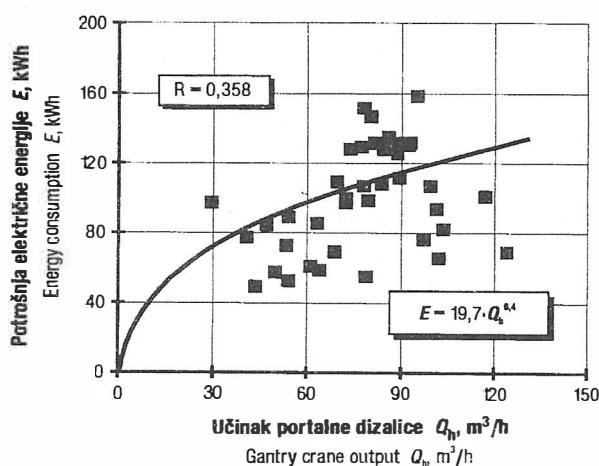
Potrošnja električne energije u određenome vremenu rada ovisi o prosječno djelujućoj snazi pri radu portalne dizalice. Pravac na dijagramu 4. određuje potrošnju radne energije u ovisnosti o vremenu rada, a koeficijent smjera pravca daje prosječnu snagu. Prosječno djelujuća snaga (kW), odnosno satna potrošnja radne energije jest 28,64 kWh. S obzirom na ukupnu instaliranu snagu od 115,95 kW dobiven je faktor iskorištenja snage od 0,25, što je više negoli navodi Hamm (0,15-0,2)/8/. Razlog tomu je vjerojatno rad s većom istodobnošću uključivanja pojedinih pogona.



Dijagram 4. Ovisnost potrošnje električne energije o vremenu rada

Graph 4. Consumption of electric energy vs. working time

Analizom podataka o potrošnji radne energije i učinka dizalice dobivena je slaba korelacijska veza (dijagram 5). To znači da ostvareni učinak u jedinici vremena neznatno utječe na potrošnju električne energije.



Dijagram 5. Ovisnost potrošnje električne energije o učinku portalne dizalice

Graph 5. Consumption of electric energy vs. gantry crane output

S obzirom na to da portalnom dizalicom naizmjenice upravljaju dva radnika, uspoređena je jedinična i satna potrošnja energije pri radu oba rukovatelja (tabl. 2).

Usporedba jedinične i satne potrošnje energije portalne dizalice između dva rukovatelja  
A comparison of energy consumption per hour and per m<sup>3</sup> between two operators

Tablica 2.

Table 2.

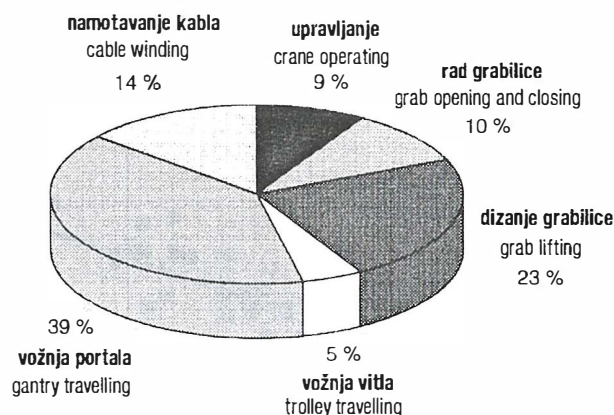
Rukovatelj Operator	Jed. potrošnje energije Energy consumption per m <sup>3</sup> kWh/m <sup>3</sup>	Satna potrošnja energije Energy consumption per hour kWh
I.	0,456	31,525
II.	0,441	29,66
Značaj razlika Significance	0,290	2,290

Između jediničnih potrošnji energije nije se pokazala značajna razlika (pri  $t=0,05$ ), a satna je potrošnja energije bila veća dok je dizalicom upravljao I. radnik. To dokazuje da i način upravljanja dizalicom može utjecati na potrošnju električne energije.

## 5.2. Snaga pojedinih pogona portalne dizalice

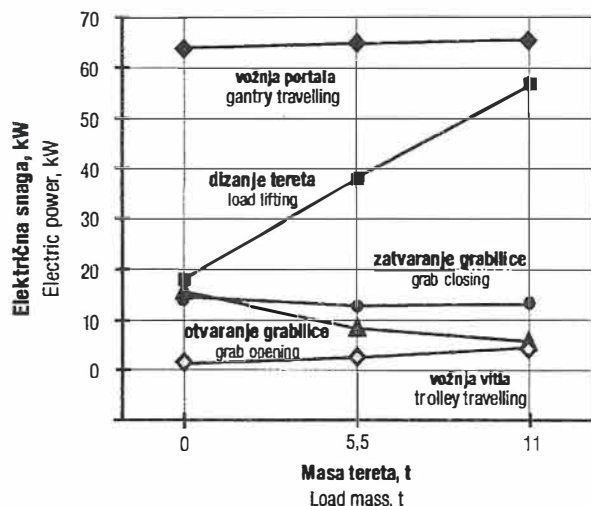
### 5.2. Gantry crane power of individual drives

Udio snage pojedinih pogona i trošila u ukupno instaliranoj snazi portalne dizalice prikazan je na slici 5. Najveći udio u ukupno instaliranoj snazi portalne dizalice čini pogon vožnje portala te mehanizam za dizanje tereta. Za kretanje voznog vitla instalirana je relativno mala snaga.



Slika 5. Udio snage pojedinih pogona u ukupnoj instaliranoj snazi portalne dizalice  
Figure 5. Power share of the particular mechanisms in the total installed power of gantry crane

Odčitanjem zapisa registrirajućeg vatmetra dobivene su električne snage pojedinih pogona portalne dizalice. Ovisnost o masi zahvaćenih trupaca predočuje dijagram 6.



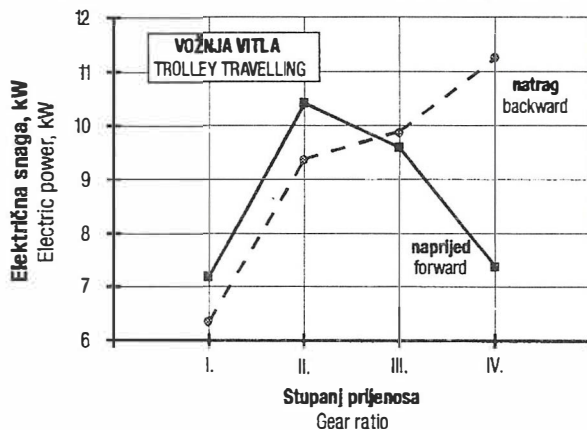
Dijagram 6. Ovisnost električne snage pojedinih mehanizama o masi tereta

Graph 6. Electric power of the particular mechanism vs. mass of load

Električna snaga za pogon vožnje portala, vožnju vitla i zatvaranje grabilice ne mijenja se bitno s povećanjem mase tereta. Snaga potrebna za otvaranje grabilice malo je manja kada je u njoj teret veće mase. Najveće promjene snage s povećanjem mase tereta utvrđene su za elektromotore mehanizma za dižanje. Snaga potrebna za dižanje tereta razmjerno se povećava s povećanjem mase zahvaćenih trupaca.

Prema približnome pogonskom dijagramu elektromotora dizanja (koristeći se izvornim podacima s pločice elektromotora) određena je mehanička snaga za izmjerene električne vrijednosti te izračunano opterećenje elektromotora. Opterećenje motora dizanja iznosilo je pri zahvatu pune grabilice 4-metarskih trupaca 86,8 %. Pri dizanju pune grabilice 8-metarskih trupaca (oko 11 t), uz prekoračenje nosivosti granika, nastaje i preopterećenje elektromotora od 56 %.

Promjena električne snage s mijenjanjem stupnja prijenosa pogona vitla (brzine vožnje) dana je na dijagramu 7.

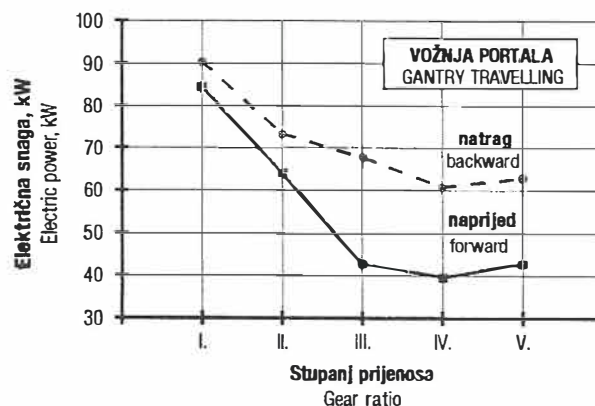


Dijagram 7. Ovisnost električne snage za pogon vožnje vitla o brzini vožnje (stupnju prijenosa)

Graph 7. Electric power of trolley travelling vs. driving speed (gear ratio)

Pri kretanju voznog vitla naprijed (kada ono vuče za sobom napojni kabel) najmanja je snaga pri vožnji prvim stupnjem prijenosa (najmanja brzina), a najveća pri drugom stupnju prijenosa. Daljnjom promjenom stupnja prijenosa (povećanjem brzine vožnje) smanjuje se potrebna pogonska snaga. Vožnja vitla unatrag, tj. kada se ne vuče napojni kabel, uz manje brzine kretanja, zahtijeva manju pogonsku snagu negoli pri vožnji naprijed, a s povećanjem brzine kretanja povećava se i potrebna snaga.

Iz dijagrama 8. vidi se ovisnost električne snage o brzini vožnje portala (tj. o stupnju prijenosa pogona). Pri vožnji portala potrebna je veća snaga pri kretanju unatrag kada je uključen i elektromotor bubnja za namotavanje napojnoga kabela. S povećanjem brzine kretanja smanjuje se pogonska snaga, što se može dvojako objasniti. Pri pokretanju portala potrebna je veća djelatna snaga radi svladavanja inercijskih sila. Uz manje brzine vožnje pogonske elektromotore treba kočiti te jedan dio snage troši i kočnički mehanizam.



Dijagram 8. Ovisnost električne snage za pogon vožnje portala o brzini vožnje (stupnju prijenosa)

Graph 8. Electric power of gantry travelling vs. driving speed (gear ratio)

Najveća djelatna električna snaga izmjerena je pri pokretanju portala granika iz stanja mirovanja; ona iznosi 115 kW, a najveće promjene električne snage s čestim vršnim opterećenjem zabilježene su pri zahvaćanju tereta.

### 5.3. Troškovi portalne dizalice

#### 5.3. Costs of the gantry crane

Zbrajanjem troškova amortizacije, osiguranja, kamata na osnovna sredstva, troškova popravaka i održavanja, troškova energije te plaća rukovatelja i troškova uprave dobiveni su ukupni godišnji troškovi za rad portalne dizalice od 65 781 n.j. Izračunana cijena radnoga sata iznosi 32,9 n.j./h. Dobivene vrijednosti teško je usporediti s literaturnim podacima /6, 13/ zbog promjenljive vrijednosti novca i različitog neproizvodnog i negospodarstvenog utjecaja na veličinu pojedinih troškova.



S povećanjem iskorištenosti kapaciteta transportnoga sredstva raste broj radnih sati u godini, posljedica čega je smanjenje cijene radnoga sata. Osobitosti portalne dizalice su visoki stalni (nepromijenljivi, fiksni) troškovi te je nužno potpunije iskorištenje njezina tehničkog kapaciteta radi smanjenja cijene njezina rada. Povećanjem učinka transportnoga sredstva smanjuje se trošak po jedinici premetnutoga materijala.

Troškovi energije portalne dizalice iznose 3 n.j./h, što je samo 9,1 % ukupnih troškova po radnome satu.

## 6. ZAKLJUČCI

### 6. Conclusions

Na osnovi istraživanja energijskih i troškovnih obilježja portalne dizalice nosivosti 10 t ri radu na stovarištu trupaca iznose se sljedeći rezultati.

- Portalna dizalica ima relativno malen udio (3,8 %) u ukupnoj pilanskoj potrošnji električne energije.

- Potrošnja električne energije portalne dizalice nosivosti 10 t iznosi 28,64 kWh, a faktor iskorištenja snage je 0,25. Potrošnja električne energije ne ovisi bitno o učinku već o vremenu rada.

- Prosječna potrošnja električne energije po jedinici premetnutoga obujma drva iznosi 0,45 kWh/m<sup>3</sup>.

- Potrošnja električne energije ovisi o načinu upravljanja dizalicom. Usporedbom rada dvojice kranista pokazala se signifikantna razlika u potrošnji električne energije.

- U instaliranoj snazi portalne dizalice najveći udio ima pogon vožnje portala i mehanizma za dizanje tereta. Snaga pojedinih pogona portalne dizalice ne mijenja se bitno s promjenom opterećenja grabilice, osim mehanizma za dizanje, pri čemu se snaga povećava razmjerno masi zahvaćenih trupaca.

- Opterećenje elektromotora pri dizanju pune grabilice sa zahvaćenim 4-metarskim trupcima iznosi 86,8 %. Pri zahvatu pune grabilice 8-metarskih trupaca javlja se preopterećenje elektromotora za oko 56 %.

- Cijena radnoga sata portalne dizalice nosivosti 10 t iznosi 32,9 n.j./h. Troškovi energije iznose samo 9,1 % od ukupnih troškova po radnome satu.

Potrošnja električne energije portalne dizalice ne smije se zanemariti, iako je relativno malena u odnosu prema ukupnoj pilanskoj potrošnji. Potrebno je obratiti

pozornost na izobrazbu i disciplinu radnika koji pravilnim upravljanjem i pravodobnim uključivanjem i isključivanjem pojedinih mehanizama portalne dizalice mogu štedjeti energiju. Usto, treba osigurati zasebno električno brojilo koje bi omogućilo stalno praćenje i kontrolu potrošnje električne energije.

## LITERATURA

- [1] Augusta, G., Flader, H.D., Kugler, M.: Transportieren und Lagern, IV. izdanje, VEB Verlag Technik, Berlin, 1983, str. 333-338.
- [2] Biljan, M.: Dizalice, Šumarska enciklopedija, knjiga II, JLŽ "M. Krleža", Zagreb, 1980, str. 346-356.
- [3] Beljo, R.: Neke tehnološke karakteristike pilanskih transportnih sredstava na stovarištu trupaca i skladištu piljenica, magistarski rad, Šumarski fakultet, Zagreb, 1993.
- [4] Brežnjak, M., Herak, V.: Proračun kapaciteta i elemenata kapaciteta pilanskih radnih strojeva, uređaja i transportnih sredstava, "Drvna industrija" 24. 9/10, Zagreb, 1973, str. 255-261.
- [5] Dedijer, S.: Osnovi transportnih uređaja, II. izdanje, Izdavačko preduzeće Građevinska knjiga, Beograd, 1975, str. 141-161.
- [6] Fronius, K.: Portalkran oder Gabelstapler auf dem Rundholzplatz, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 17, DRW-Verlags-GmbH, Stuttgart, 1967, str. 37-43.
- [7] Glaser, H.: The costing of powered vehicles and machines, Forestry Equipment Notes C. 14.56, Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome, 1956.
- [8] Hamm, Đ.: Energetika drvne industrije, Šumarska enciklopedija, I. knjiga, JLŽ "M. Krleža", Zagreb, 1980, str. 506-515.
- [9] Hitrec, V.: Mjerenje u drvnoj industriji, skripta, II. izdanje, Šumarski fakultet Zagreb, 1981, str. 181-227.
- [10] Hitrec, V., Horvat, D.: Jedna metoda određivanja regresijskog modela na primjeru krivulje klizanja kotača (A method of regression model determination on the example of wheel slip curve), Zbornik međunarodnog savjetovanja "Projektiranje i proizvodnja podržani računalom (CAD-CAM)", Zagreb, 1986, str. 635-640.
- [11] Mađarević, B.: Rukovanje materijalom, Tehnička knjiga, Zagreb, 1972, str. 183-197.
- [12] Pavlič, I.: Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga, Zagreb, 1970, str. 235-248.
- [13] Rendberg, D.: Holzumschlag mit Lagerkranen, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 17, DRW-Verlags-GmbH, Stuttgart, 1967, str. 19-36.
- [14] Serdar, J.: Prenosila i dizala, III. izdanje, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975, str. 15-97.
- [15] Sever, S., Horvat, D.: Skidders and forwarders database as source and help in determining morphological relationships, Proceedings of IUFRO workshop "Computer supported planning of roads and harvesting", Feldafing, Germany, 1992, str. 1-6.

# Čvrstoća spoja različitih materijala i ljepila za oblaganje rubova

## BOND STRENGTH OF VARIOUS MATERIALS AND HOTMELTS FOR EDGE BONDING

Željko Šonje, dipl. ing.  
 Primjensko-tehnički odjel tvrtke  
 Klebchemie, Weingarten, SR Njemačka  
 Prof. dr. sc. Boris Ljuljka  
 Šumarski fakultet, Zagreb  
 Primljeno: 13.06.94  
 Prihvaćeno: 25. 10. 94.

UDK630\*824.81

Prethodno priopćenje

### Sažetak

Cilj ovoga rada bilo je istraživanje čvrstoće spojeva različitih rubnih materijala prilijepljenih u industrijskim uvjetima na ravni rub ploče iverice različitim vrstama ljepila te iznalaženje najpogodnijih metoda ispitivanja čvrstoće spoja rubnog materijala i ploče iverice.

Istraživanja su provedena na nefurniranoj ploči iverici debljine 18 mm uz primjenu različitih rubnih materijala i EVA, PA, PO i PU ljepila.

Ispitano je nekoliko oblika uzoraka.

Najčvršće spojeve svih materijala daje PU ljepilo. Pri analizi spojeva s različitim rubnim materijalima u području niskih temperatura najslabiji su oni s PVC-rubnim materijalom, srednje čvrstoće s HPL-materijalom a najčvršći s papirom i bukvinom.

Pri srednjim i visokim temperaturama na čvrstoću spoja znatnije utječe ljepilo nego rubni materijal.

**Ključne riječi:** taljiva ljepila, oblaganje rubova, rubni materijali.

### Summary

The aim of the work was the investigation of the bond strength of various edging materials glued with four different hotmelts to the flat edge of a particleboard. Further interest was to establish the most suitable methods for assessment of the strength of the bond between the edging material and the particleboard.

The investigation has been motivated by the earlier work of the authors and of the other researchers. In that work the combination of the boards and edging materials, as well as the gluing procedure, did not represent the ideal model of the edge bond.

The experiment has been performed on the non-veneered, 18 mm thick particleboard with the application of following edging materials:

- PVC strip, 3 mm thick
- paper strip, 0.6 mm thick
- HPL laminate (strip), 0.9 mm thick
- solid beech (lath), 12 mm thick

Those materials were edge-bonded using hotmelts on various bases:

- ethylene/vinyl acetate copolymer (EVA)
- polyamide (PA)
- polyolephine (PO)
- polyurethane (PU).

Three types of testing samples had been examined, and the most suitable sample type proved to be sample "C" (Fig. 1).

The strongest bonds with all materials have been achieved with PU adhesive. The analysis of the bonds with various edging materials at low temperatures revealed the bonds with PVC strip as the poorest, those with HPL strips as mediocre, and the bonds with paper and solid beech as the strongest.

At medium and high temperatures the type of adhesive influences the bond strength to a greater extent than the edging material.

The observation during investigation led to the conclusion that the experimentally induced stresses should simulate the actual stresses in use more closely.

**Key words:** hotmelts, edge bonding, edging materials.

## UVOD

### Introduction

Pločasti dijelovi namještaja danas se najčešće izrađuju iz ploča iverica i MDF ploča, koje se nakon toga po plohama i rubovima oblažu furnirima i folijama.

U uporabi su vanjske plohe i rubovi izloženi različitim utjecajima, pri čemu je intenzitet tih utjecaja bitno veći na rubovima, odnosno na bridovima. Stoga je neobično važno kvalitetno oblaganje rubova, jer se time povećava pouzdanost finalnih proizvoda u uporabi. U postupku "postforminga" i njemu srodnim oblažu se plohe i rubovi ujedno, no taj postupak nije predmet naših razmatranja. Osnovni je cilj ovih istraživanja postizanje čvrstog i trajnog spoja kod zasebnog oblaganja ruba, te način ispitivanja postignute čvrstoće.

U radu (6) istraživana je postojanost spojeva s taljivim ljepilima na različite temperature i trajnost tih spojeva. Slijepljeni su spojevi ispitani na uzorcima T oblika od bukovine po DIN/EN-205 uz primjenu ljepila na osnovi kopolimera etilenvinilacetata - EVA, poliamida - PA, poliolefina - PO i poliuretana - PU. Rezultati istraživanja ukazali su na stanovitu prednost PU i PO ljepila pred ostalima, no ispitivanja su provedena na uzorcima koji kao modeli slijepljenih spojeva namještaja ne zadovoljavaju u potpunosti. Naime riječ je o T spoju bukovina - ljepilo - bukovina, koji nije izrađen na stroju za oblaganje rubova.

U radovima (3) i (5) istraživana su svojstva spojeva različitih materijala slijepljenih PU ljepilima. Na osnovi iskustva iz navedenih radova postavljen je i proveden pokus u ovom radu.

## POKUS

### Experiment

#### Ljepila

##### Hotmelts

U pokusu su primjenjena EVA, PA, PU i PO ljepila tvrtke "Klebschmelze".

#### Izrada uzoraka i metode ispitivanja

##### Samples and methods

Osim navedene metode s T uzorcima u istraživanjima i ispitivanjima ljepila primjenjuju se i druge metode.

- Uzorak se ispije iz ploče na koju je strojem nalijepljen rubni materijal te se stavi u sušionik, u kojemu se svaki sat temperatura povisuje za 10°C. Temperatura pri kojoj se rubni materijal počne odslojavati maksimalna je za kombinaciju ploča - ljepilo - rubni materijal. Metoda je jednostavna, a uvjeti ispitivanja slični su onima u uporabi. Međutim, ocjena rezultata je dosta subjektivna jer su promjene kvalitativne a ne kvantitativne.

- Metodom po Hessenu, detaljnije u literaturi (2) odljepljuje se i namata rubni materijal na kolut i mjeri sila "ljuštenja".

- Modificiranom Martesovom metodom po Ljuljki (2) uzorci su izrađeni iz masivnog drva, tako da se naprežu na savijanje viljuškom uz naprezanje 10-50 daN/cm<sup>2</sup> na temperaturi od 50°C. Spuštanje kraja viljuške za 10 mm (ili lom) označuje početak razdvajanja.

Navedene su metode ili složene ili se njima ne ispituju modeli koji predočuju pogonske uvjete, pa su stoga u ovim istraživanjima svi uzorci izrađeni na slijedeći način:

Ljepilo Adhesive	Stroj Machine	Temperatura Temperature	Pomak Line speed
PU	Holzher	150 °C	15 m/min
PA		190 °C	
EVA		220 °C	
PO		220 °C	

Zbog nanošenja sapnicama na stroju Holzher bilo je potrebno preraditi PA, EVA i PO ljepila iz granulata u patrone.

Rubovi ploča iverica debljine 18 mm, uz primjenu navedenih ljepila oblagani su sljedećim materijalima:

- PVC-om 3 mm
- papirom 0,6 mm
- laminatom HPL 0,9 mm
- masivnom bukovinom debljine 12 mm brušenom granulacijom (60)

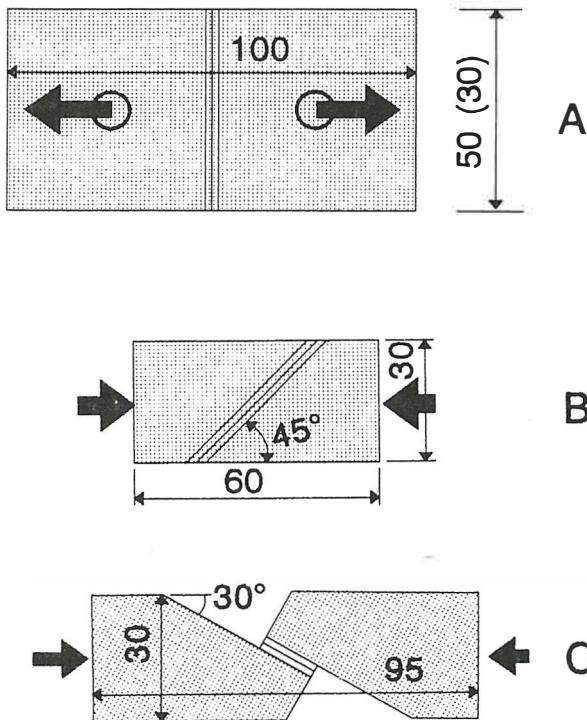
PVC materijal bio je predobrađen univerzalnim primerom, a ostali materijali primijenjeni su bez predobrade. Izrada uzoraka za ispitivanje čvrstoće smicanjem iz obloženih rubova uz neposredno naprezanje rubnog materijala nije bila moguća zbog malene čvrstoće trake papira, odnosno laminata. Trebalo je napraviti uzorak kod kojeg rubni materijal dobiva pojačanje, a maksimalno je naprezanje u ravnini ljepila.

Najprije su od ploče s obloženim rubom ispiljeni elementi 500x150 mm, s tim da je rubni materijal bio na duljoj stranici. Po dva elementa slijepljena su po širini dvokomponentnim PU ljepilom (vezno ljepilo visoke čvrstoće) tako da su obloženi rubovi bili u sredini. Na taj je način dobiven spoj iverica - taljivo ljepilo - rubni materijal - vezno ljepilo - rubni materijal - taljivo ljepilo - iverica. Od tih su elemenata ispiljeni uzorci prikazani na slici 1A, koji su pri različitim temperaturama kidani na vlak.

Pri temperaturi 0 i 20°C svi su se uzorci cijepali od rupe u smjeru djelovanja sile, a pri višoj temperaturi (30 i 50 °C) ta se pojava događala na 50% uzoraka. Nakon toga širina uzoraka smanjena je na 30 mm, ali su i tada pri nižim temperaturama nastajale opisane greške.

Nakon toga izrađeni su uzorci za ispitivanje smicanjem tlakom pod kutom 45° prema smjeru sile (sl. 1.B). Uzorci su naprezani u stroju pri brzini 10 mm/min. Ni ta metoda nije dala dobre rezultate jer se u području maksimalne čvrstoće spoja (temperatura niža od 20 °C) uzorak deformirao i pucao po iverici. Bilo je očito, da je potrebno smanjiti kut sljubnice sa 45 na 30°. Time je međutim, u uzoraka jednake širine (30 mm) povećana





Sl. 1. Oblik uzoraka  
Shape of specimen

površina lijepljenja koja se napreže, što je opet moglo izazvati suviše velika naprezanja u samoj iverici i lom izvan slijepjenog spoja. Stoga je sljubnica zarezivanjem skraćena na 15 mm (sl. 1.C). Na tako izrađenim uzorcima uspješno je mjerena čvrstoća spoja tlačnim smicanjem. Naprezanje sljubnice ima dvije komponente; jedna napreže spoj na smicanje, a druga je okomita na nju. Tako dobivamo dvije paralelne ravnine proklizavanja u kojima se između četiri adherenta nalaze dva sloja adheziva napregnuta manje na tlak a više na smicanje.

Ravnina smicanja nije postavljena paralelno sa smjerom djelovanja sile (kut 0°) zbog dvaju razmaknutih slojeva ljepljiva koji bi pri različitim razmaku uzrokovano rubnim materijalima različitih debljina izazivali različite zakretne momente, pa bismo osim složenog imali i neujednačeno naprezanje za različite rubne materijale.

Detaljnija analiza uloge tlačne komponente uvodi nas u vrlo složene i teško rješive zadatke, pa su proračuni naprezanja provedeni analizom posmične komponente:

$$\text{čvrstoća} = \text{sila loma} \times \cos 30^\circ / 15 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$$

**Provedba pokusa**

Setup of experiment

Uzorci slijepljeni spomenutim ljepljivima i izrađeni na opisani način, klimatizirani su 7 dana (sobni uvjeti - 20 °C, 60% RH), nakon čega je po 8 uzoraka temperirano na 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 i 80 °C u trajanju jednog

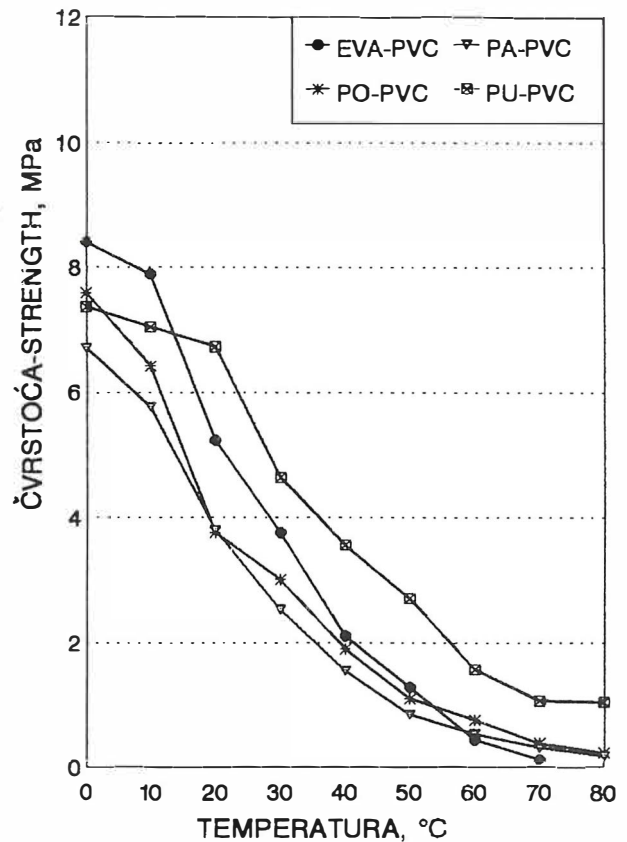
sata. Uzorci su zatim brzo ulagani u kadalicu da im se temperatura ne bi bitnije promijenila. Brzina pri kidanju bila je 10 mm/min. Za svaki je uzorak osim sile loma ustanovljena i slika loma (lom po drvu, adhezijski ili kohezijski), čime je kontrolirana i valjanost uzorka i postupka.

**REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

Results of investigations

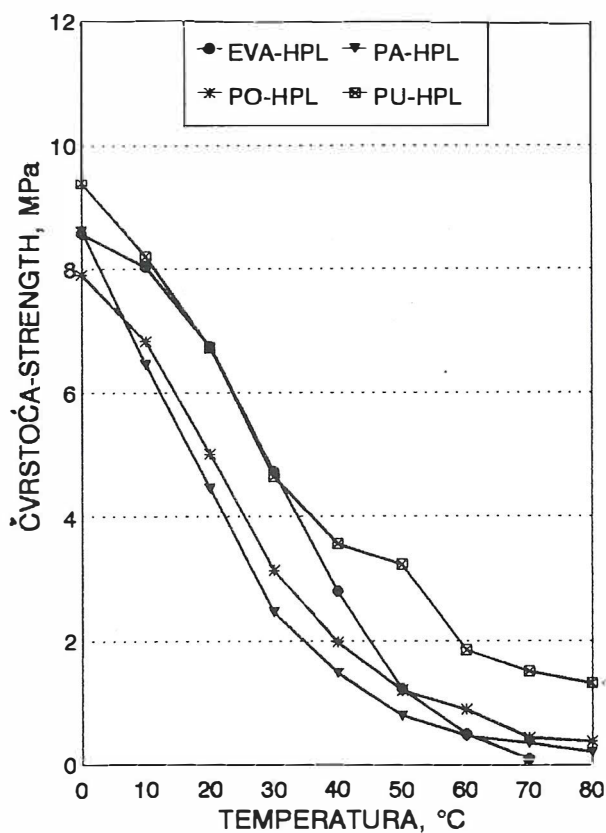
Rezultati istraživanja svih ljepljiva i podloga prikazani su na slikama 2, 3, 4, 5 i 6. Te slike omogućuju usporedbu spojeva s pojedinim ljepljivima i adherendima. Najčvršće spojeve sa svim rubnim materijalima daje PU ljepljivo. Pokušamo li analizirati ponašanje pojedinih spojeva pri niskim temperaturama (0 do 20 °C), srednjim (20 do 50 °C) i visokim (60 do 80 °C) zapaziti ćemo sljedeće: u području niskih temperatura najslabiji su spojevi s PVC rubom, srednje čvrsti oni s HPL-om, a najčvršći su spojevi s papirnim i bukovim rubnim materijalom. Pri srednjim i visokim temperaturama bitno su veće razlike među spojevima s različitim ljepljivima, nego među onima s različitim rubnim materijalima.

Pokušamo li analizirati prikladnost i postojanost ljepljiva za različite rubne materijale ustanovit ćemo da su za PVC rubne materijale (sl. 2) pri svim temperaturama najpovoljnija PU ljepljiva, pri niskim i srednjim tempera-



Sl. 2. Čvrstoća spoja s PVC rubnim materijalom  
Strength of joint with PVC strip

turama dobra su EVA ljepljiva, no njihova je postojanost pri visokim temperaturama najslabija. PA i PO ljepljiva tvore slabije spojeve pri niskim i srednjim temperaturama, ali su kod visokih temperatura bolja od EVA ljepljiva. PO ljepljivo malo je bolje od PA ljepljiva. Za lijepljenje laminata HPL (sl. 3) s obzirom na čvrstoću najbolja su PU ljepljiva. U području od 10 do 40 °C gotovo su im ravna EVA ljepljiva, no njihova se čvrstoća pri visokim temperaturama znatno smanjuje. PO ljepljiva treća su po redoslijedu čvrstoće, a najslabija su PA ljepljiva. Obje se ove vrste pri 50 °C po čvrstoći izjednačuju s EVA ljepljivom a pri višim su temperaturama bolja od njega.

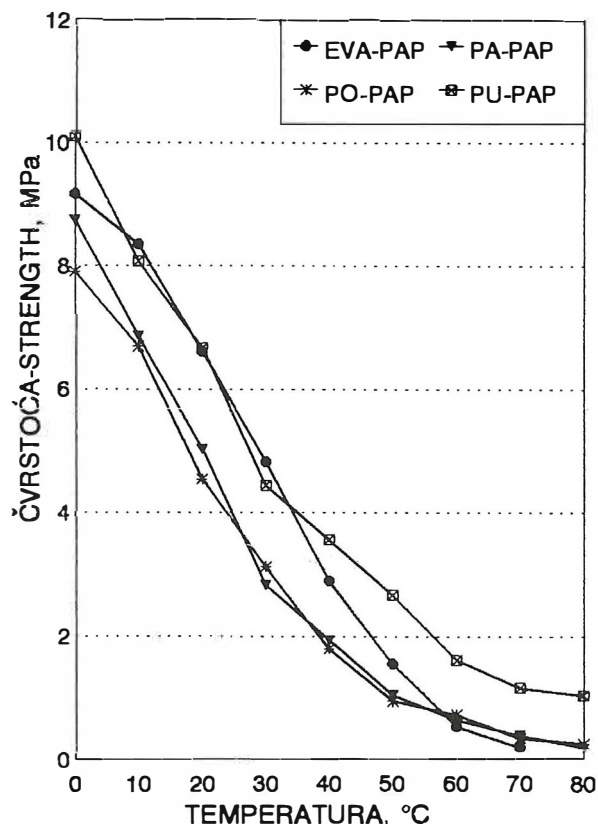


Sl. 3. Čvrstoća spoja s HPL rubnim materijalom  
Strength of joint with HPL

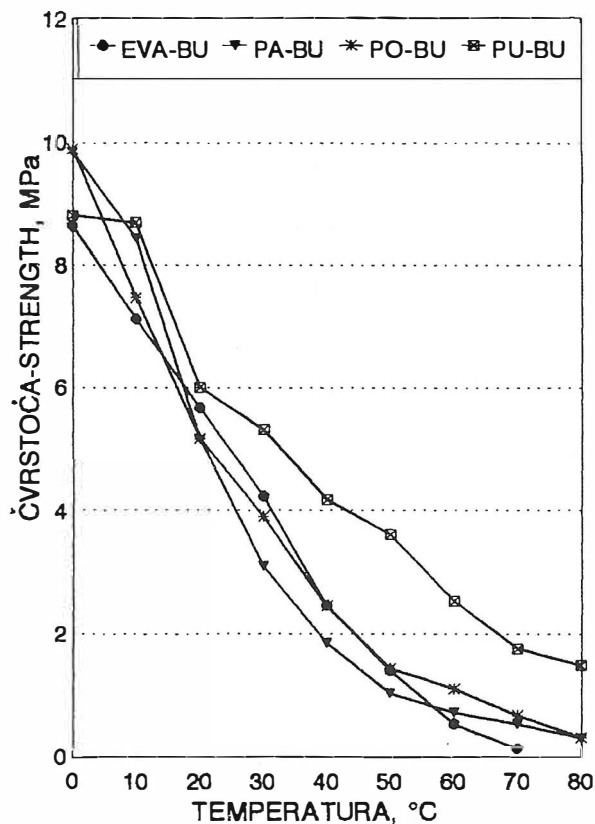
Za lijepljenje papira (PAP) (sl. 4) odnos postignute čvrstoće spojeva napravljenih različitim ljepljivima kod različitih temperatura sličan je onom kao kod HPL materijala s tim da je čvrstoća spojeva s PA i PO ljepljivom podjednaka.

Pri lijepljenju bukova rubnog materijala (sl. 5) na temperaturi od 0 °C PA-ljepljiva i PO-ljepljiva daju najčvršće spojeve, no već od 10 pa do 80 °C PU ljepljivo daje najčvršće spojeve. Preostala tri ljepljiva daju podjednako čvrste spojeve sve do 60 °C, a kod viših temperatura najčvršći su među njima spojevi s PU ljepljivom, a najslabiji s EVA ljepljivom.

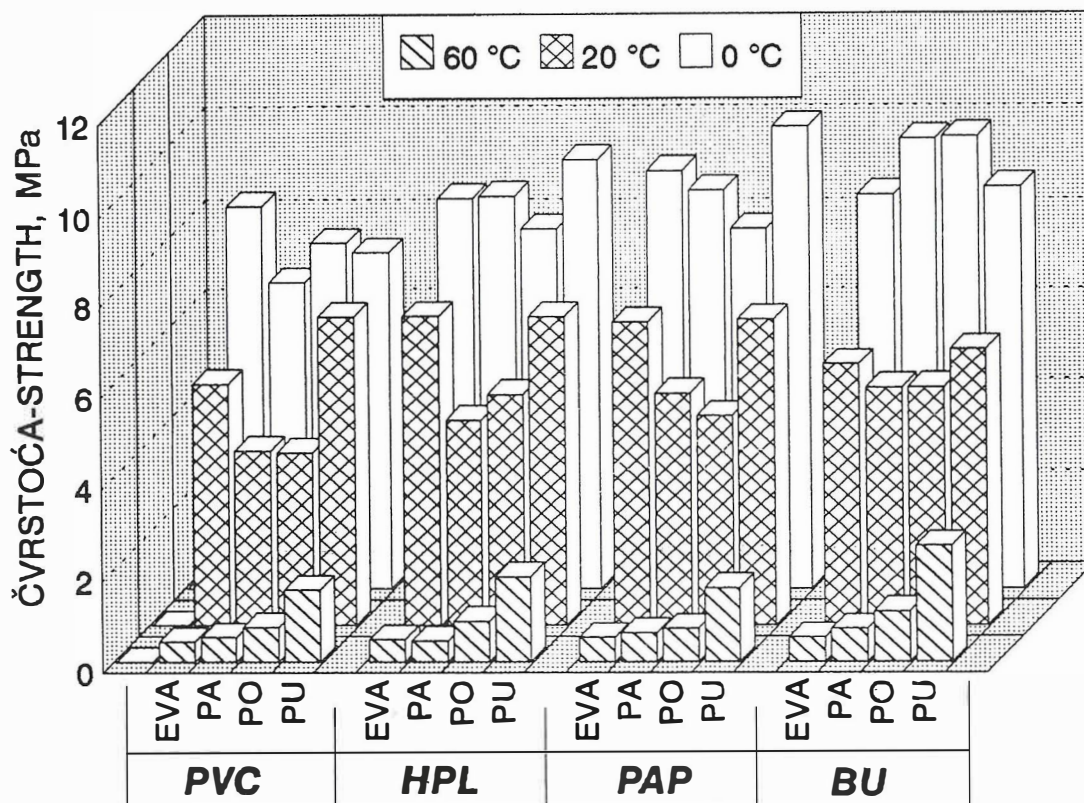
Zanimljiva je pojava manje čvrstoće spojeva s EVA i PU ljepljivima kod 0 °C. Za objašnjenje usporedili smo vrstu loma za sva četiri ljepljiva na uzorcima s bukovinom:



Sl. 4. Čvrstoća spoja s papirnim rubnim materijalom  
Strength of joint with paper foil



Sl. 5. Čvrstoća spoja s bukovim rubnim materijalom  
Strength of joint with beech strip



Sl. 6. Čvrstoća spojeva pri 0, 20 i 60 °C  
Strength of joint at 0, 20 and 60 °C

LD-lom po drvu; KL-kohezijski lom; AL-adhezijski lom  
- wood failure; -cohesive failure; - adhesive failure  
pri 0 °C- at 0 °C

EVA (LD = 70%; KL = 20%; AL = 10%)  
PU (LD = 90%; KL = 0%; AL = 10%)  
PA (LD = 50%; KL = 0%; AL = 50%)  
PO (LD = 30%; KL = 10%; AL = 60%)

Vidimo da je u spojeva s EVA i PU ljepila pretežno nastao lom po drvu, koje je u tom slučaju najslabija karika lanca, što je uzrok manje čvrstoće spojeva tim ljepilima kod 0 °C.

Radi boljeg pregleda utjecaja temperatura i vrsta ljepila na čvrstoću spoja s različitim rubnim materijalima izrađena je slika 6 na kojoj je predložen presjek pri 0, 20 i 60 °C.

#### ZAKLJUČAK Conclusion

Najčvršće spojeve za sve materijale daje PU ljepilo. Pri analizi spojeva s različitim rubnim materijalima u području niskih temperatura najslabiji su oni s PVC rubnim materijalom, srednje čvrsti s HPL materijalom a najčvršći s papirom i bukvinom. Pri srednjim i visokim temperaturama na čvrstoću spoja znatnije utječe ljepilo nego rubni materijal.

Opisani i dijagramima prikazani rezultati jasno ukazuju na odnose čvrstoće spoja, vrste ljepila, vrste rubnog materijala i temperature.

Potpunije procjene svojstava istraženih ovim radom postići će se:

- analizom promjena zbog starenja spoja i izvanjskih utjecaja, iako su značajan prilog tome istraživanja (6)
- ispitivanjem uzoraka uz naprezanja bliže onima u uporabi namještaja, jer je činjenica da su naprezanja na granici rubni materijal - ploča složena, dugotrajna i djelomice ciklična.

#### LITERATURA

- [1] Ljuljka, B. i Šonje, Ž., Čvrstoća lijepljenja laminata na pločastim elementima namještaja, Drvna ind. 29, 1-2, 1978, str. 31-32.
- [2] Ljuljka, B., Lijepljenje u tehnologiji finalnih proizvoda (udžbenik), Zagreb, 1978.
- [3] Ljuljka, B. i Šonje, Ž., Istraživanje tehnoloških i mehaničkih svojstava reaktivnih poliuretanskih taljivih ljepila, Drvna ind. 41, 9-10, 1990, str. 163-169.
- [4] Pizzi, A., Wood adhesives, Vol 2, New York-Basel, 1989.
- [5] Šonje, Ž., Untersuchungen über die Festigkeiten von Verklebungen mit reaktiven PUR-Schmelzklebstoffen, Holz als Roh u. Werkstoff, 50, 1992, str. 401-406.
- [6] Šonje, Ž. i Ljuljka, B., Otpornost na promjenu temperature i trajnost taljivih ljepila, Drvna ind. 45, 1. 1994, str. 11-15.



# Promjene sadržaja vode tijekom prirodnog sušenja listača

Prof. dr. sc. **Z. Pavlin**  
Dipl. inž. **S. Pervan**  
Šumarski fakultet - Zagreb  
Dipl. inž. **M. Špoljarić**  
Kombinat Belišće d.d.

UDK 630\*847

Prispjelo: 20. 7. 1994.  
Prihvaćeno: 25. 10. 1994.

Stručni rad

## Sažetak

U radu su prikazani rezultati praćenja ravnotežnog sadržaja vode tijekom ljetnog procesa prirodnog sušenja drva listača. Ispitivanje je trajalo 77 dana. Cilj istraživanja bilo je utvrditi sadržaj vode do kojega se prirodnim procesom mogu osušiti pojedine vrste drva listača na području Belišća, i koliko se dobiveni rezultati razlikuju od srednjih vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode danih u dosadašnjim istraživanjima.

Praćenjem ravnotežnog sadržaja vode ispitivanih vrsta drva listača na kraju ispitivanja utvrđena je srednja vrijednost sadržaja vode od 15.28 %. S obzirom na vrstu drva listača, valja istaknuti daje u hrastovini i bagremovini ostvaren viši ravnotežni sadržaj vode nego u lipovini i topolovini. Konačni sadržaj vode postignut prirodnim sušenjem iznosio je: u hrastovini 15.29 i 16.4%, u bagremovini 16.49 i 20.33%, u bukovini 14.98%, u cerovini 13.98%, u grabovini 15.57%, u lipovini 12.07, 14.3, 15.49%, a u topolovini 13.36, 14.62, 15.87%.

Postignuti se rezultati neznatno razlikuju od rezultata dosada provedenih istraživanja (1) i (2).

Prirodno sušenje odvijalo se prema jednadžbi:

$$Y = 3.80979 \cdot X^{-0.232482}$$

(Y je sadržaj vode, a X trajanje sušenja izraženo danima), uz koeficijent korelacije -0,986717. Korekcijski koeficijent iznosio je 11.86. Na temelju postignutih rezultata zaključeno je da stovarište na kojemu je provedeno ispitivanje ima povoljne klimatske uvjete za prirodno sušenje drva listača.

**Ključne riječi:** prirodno sušenje, listače, konačni sadržaj vode, trajanje sušenja

## Summary

This paper presents the results of equilibrium moisture content during 77-day air-seasoning of some hardwoods in measurement summer-time. The aim of the research was to determine the moisture content which can be achieved by air-seasoning of certain species of hardwoods at the area of Belišće, and to determine the difference between the results of this research and former investigations.

The average value of equilibrium moisture content at the end of the testing was 15.28% for all tested hardwood species. Depending on the species, oakwood and locustwood have higher moisture content, as compared to limewood and poplarwood. The equilibrium moisture content of all tested hardwoods achieved by air-seasoning was: oakwood 15.29 and 16.4%, locustwood 16.49 and 20.33%, beechwood 14.98%, bitter oakwood 13.98%, horn-beam wood 15.57%, limewood 12.07, 14.3, 15.46% and poplarwood 13.36, 14.62, 15.87%.

The results are almost the same as the results of the previous research noted as (1) and (2).

Drying process can be presented by equation:

$$Y = 3.80979 \cdot X^{-0.232482}$$

(Y - moisture content; X - the time of drying), having the correlation coefficient -0,986717. Correction coefficient was 11.86. It has been concluded that the stockyard where the process took place had all the possibilities for air seasoning of hardwoods.

**Key words:** Air-seasoning, hardwoods, final moisture content, drying time

## 1. UVOD

S obzirom na pomanjkanje energije dobivene iz prirodnih izvora (ugljena, nafte, plina, električne energije itd.) te na pojačanu eksploataciju šuma, potrebno je ponovno razmotriti svrhovitost postupka prirodnog sušenja drva kojim bi se, uz uštedu energije, mogle sušiti velike količine drvene građe do zadovoljavajućeg sadržaja vode, uz vremensko ograničenje trajanja prirodnog sušenja na stovarištu (dugotrajnost procesa u odnosu prema umjetnom sušenju u sušionici).

Prirodnim sušenjem iz drva se može potpuno ukloniti slobodna voda, a vezana se uklanja samo djelomice jer drvo doseže određeni ravnotežni sadržaj vode s okolnim zrakom, ispod kojeg sušenje više nije moguće. Sadržaj vode prirodno osušenog drva za većinu je proizvoda još previsok, pa se prirodno osušeno drvo dosušuje u sušionici.

Prirodnim sušenjem iz drva se odstranjuje voda bez smanjenja kvalitete drva, postiže se jednoliki raspored vode i smanjuju se naprezanja u drvu.

Ponašanje pojedinih vrsta drva pri sušenju bitno se razlikuje, a prema dosadašnjim spoznajama nema razlika u kvaliteti između prirodno i umjetno osušenog drva.

Glavni nedostaci postupka prirodnog sušenja drva jesu njegovo trajanje i nemogućnost postizanja niskog sadržaja vode. Gledano s ekonomskog stajališta, problem trajanja rezultira vezanjem velikih novčanih sredstava u sirovinu, što izaziva dodatne financijske izdatke (kamate na uložena sredstva).

Prema Krpanovim istraživanjima (2), srednja vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu koji se može postići tijekom prirodnog sušenja za područje meteorološke postaje Osijek za srpanj iznosi 12.9%, a za kolovoz 14.3%.

Prema (2) trajanje procesa prirodnog sušenja drva za piljenice debljine 25 mm složene u svibnju u složaj iznosi 80 dana, tijekom čega se postigne ravnotežni sadržaj vode od 15%, ili 45 dana, ako se želi postići ravnotežni sadržaj vode od 20%.

Istraživanjem koje je proveo Dimitrov (1), na osnovi dugogodišnjih mjerenja prosječne temperature i relativne vlage zraka na području meteorološke postaje Osijek utvrđena je srednja vrijednost ravnotežnog sadržaja vode od 14.1% za srpanj.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljovog istraživanja bila je usporedba rezultata prethodnih istraživanja (1) i (2) s provedenim istraživanjem, zatim prikaz tijeka prirodnog sušenja drva listača uz kontrolu sadržaja vode u drvu gravimetrijskom metodom te razmatranje mogućnosti primjene rezultata ovog ispitivanja kao smjernica pri primjeni postupka prirodnog sušenja drva.

Istraživanje je poduzeto i radi utvrđivanja sadržaja vode preostalog u pojedinim vrstama drva listača nakon prirodnog sušenja i prikladnosti postupka prirodnog sušenja na tom području.

Cilj praćenja sadržaja vode u uzorcima pojedinih vrsta drva bilo je dobivanje pouzdanih podataka na temelju kojih se mogu izvesti primjenjivi rezultati bez obzira na razlike u brzini sušenja piljenica različitih debljina i vrsta drva.

## 3. MATERIJAL I METODA RADA

### Opis stovarišta

Stovarište na kojemu je obavljeno ispitivanje nalazi se u Belišću, a podijeljeno je na četiri zone. prva

obuhvaća kanalni sortirer, a preostale tri zone služe za slaganje i sušenje građe (sl. 1).

Širina glavnog puta iznosila je 4 m, a širina poprečnoga 3 m. Transport piljenica na stovarištu obavlja se bočnim viličarem.

Složajevi se na stovarištu prenose portalnom dizalicom razmaka nosača 40 m, kolika je i širina stovarišta piljene građe. Područje rada portalne dizalice su i zone od dodatnih šest metara na obje strane. Nosivost portalne dizalice je 8 t.

Na stovarištu se slažu isključivo prizmatični složajevi prosječne duljine 6 m i širine 1.4 m. Visina složaja je različita, ovisno o debljini piljenica u njemu.

Specifična površina koju zauzima karakterističan prizmatični složaj za okrajčanu građu iznosi 0.8 do 1.2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> te 1.2 - 1.5 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> za neokrajčenu građu. Piljenice se podlažu letvicama dimenzija 25 x 25 mm. Na stovarištu se u visinu slažu najviše tri složaja.

Složajevi se od atmosferskih utjecaja zaštićuju aluminijским pokrivačem.

### Materijal

Ispitivanje je obavljeno na slijedećim vrstama listača navedenih debljina piljenica:

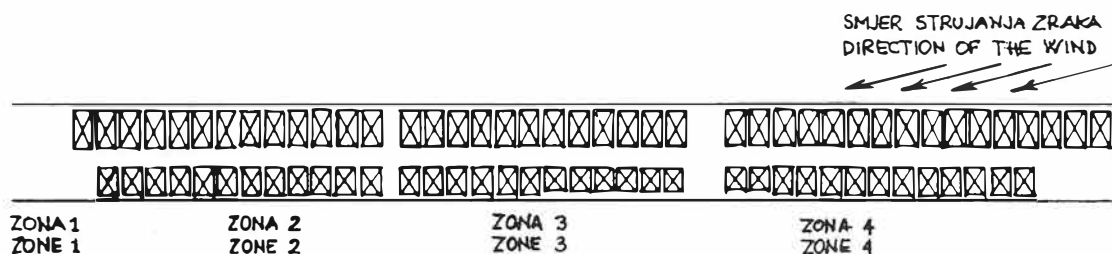
- grabovina	d = 25 mm
- bukovina	d = 25 mm
- cerovina	d = 25 mm
- topolovina	d = 25; 50 mm
- lipovina	d = 25; 50 mm
- hrastovina	d = 50 mm
- bagremovina	d = 60 mm

Za ispitivanje su uglavnom upotrijebljene neokrajčane piljenice ispiljene u obliku bočnica i blistača, a bile su različitih kvalitativnih razreda.

Za praćenje sadržaja vode izrađeni su probni uzorci od piljenica svih navedenih vrsta drva i debljina, i to tako da je s čela slučajno odabrane piljenice odstranjen dio dužine 0.5 m, a zatim je od preostalog dijela piljenice izrađen probni uzorak dužine 1 m. Čela svih probnih uzoraka premazana su zaštitnim sredstvom protiv pretjeranog isušivanja.

### Metoda rada

Prije početka ispitivanja pripremljeni su probni uzorci izvagani i postavljeni na predviđena mjesta u složajeve. Tijekom prirodnog sušenja pojedina su vaganja obavljana



Slika 1. Izgled stovarišta  
Figure 1. Scheme of the stockyard

približno svakih 7-10 dana. Nakon završetka praćenja procesa prirodnog sušenja iz sredine svakoga probnog uzorka ispiljene su male probe pomoću kojih je utvrđen sadržaj vode u drvu tijekom posljednje izvege.

Rezultati konačnih sadržaja vode (Uk) pomoću malih proba dani su u tablici 1. Početni sadržaj vode (Up) izračunan je retrogradno.

Sadržaj vode malih proba  
Moisture content of small specimens

Vrsta drva Wood species	Debljina uzorka Thickness (mm)	Sadržaj vode Moisture content (%)
Grabovina Horn-beam wood	25	15.57
Cerovina Bitter-oak wood	25	13.98
Bukovina Beech wood	25	14.98
Hrastovina Oak wood	50	15.29
	50	16.44
Bagremovina Locust wood	60	20.33
	60	16.49
Topolovina Poplar wood	25	14.62
	50	15.87
	50	13.36
Lipovina Limewood	25	15.49
	50	14.30
	50	12.07

Tablica 1.  
Table 1.

#### 4. REZULTATI

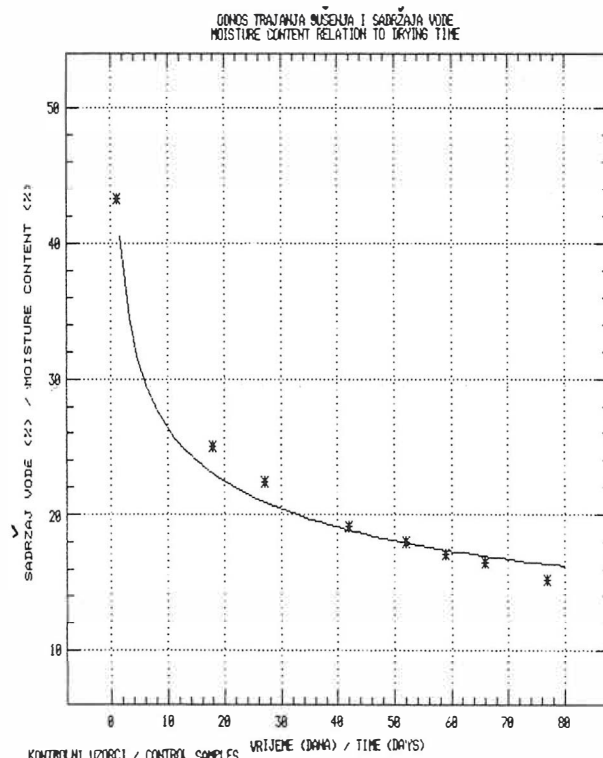
Rezultati su prikazani u tablici 2. i poslužili su kao osnova za izradu dijagrama 1. (sl. 3), na kojemu je prikazana promjena sadržaja vode za vrijeme prirodnog sušenja i krivulja prema kojoj se odvijao pad sadržaja vode u drvu. Na apscisi je označeno trajanje sušenja, a na ordinati sadržaj vode kontrolnih uzoraka.

Sadržaj vode ispitnih uzoraka tijekom sušenja  
Moisture contents of samples during drying

Vrsta drva Wood species	Debljina uzorka Thickness (mm)	Dan izmjere				Day of Measurement			
		1.	18.	27.	42.	52.	59.	66.	77.
Sadržaj vode (%) Moisture content (%)									
Grabovina Horn-beam wood	25	21.19	18.52	17.93	17.93	17.33	16.15	16.15	15.57
Cerovina Bitter oak wood	25	25.02	20.39	18.61	17.19	16.83	16.12	15.82	13.98
Bukovina Beech wood	25	46.04	24.64	22.08	20.66	19.52	17.25	15.82	14.98
Hrastovina Oakwood	50	30.96	25.38	23.01	20.22	18.61	18.20	18.20	18.20
	50	29.87	25.03	22.50	20.61	19.34	18.92	17.87	16.44
Bagremovina Locustwood	60	43.45	30.38	28.48	25.26	23.75	19.20	22.04	20.33
	60	43.30	25.77	23.61	21.24	20.10	18.35	16.50	16.49
Topolovina Poplarwood	25	26.90	15.30	14.62	14.62	14.62	14.62	14.62	14.62
	50	80.47	45.21	35.95	25.74	20.63	19.51	17.76	15.87
	50	109.04	39.71	29.31	19.60	16.66	15.79	14.40	13.36
Lipovina Limewood	25	43.96	21.63	21.63	20.86	19.32	17.78	17.01	15.49
	50	33.11	19.16	17.59	15.08	14.30	14.30	14.30	14.30
	50	27.25	16.95	15.55	14.16	13.81	13.81	13.11	12.07
Srednja vrijednost Average		43.17	25.12	22.43	19.24	18.01	17.13	16.54	15.29

Tablica 2.  
Table 2.

Tablica 2. prikazuje vrijednosti sadržaja vode u svim ispitivanim uzorcima tijekom sušenja. Na osnovi tih vrijednosti određena je jednadžba krivulje ravnotežnog sadržaja vode tijekom procesa prirodnog sušenja.



\* Izmjerene srednje vrijednosti svih uzoraka  
\* experimentally obtained mean values for all samples  
- Krivulja izjednačenja  $Y=11.86 \cdot 3.80979 X^{-0.232482}$   
- Mathematical function  $Y=11.86 \cdot 3.80979 X^{-0.232482}$

Slika 2. Krivulja vrijednosti sadržaja vode u ovisnosti o trajanju sušenja

Figure 2. The moisture content curve related to drying time



## 5. DISKUSIJA

Ispitivanjem sadržaja vode u drvu tijekom prirodnog sušenja utvrđena je njegova srednja vrijednost od 15.28% za sve ispitivane vrste drva i debljine piljenica, što je prema (2) za 2.38% više od vrijednosti prosječnog ravnotežnog sadržaja vode tijekom srpnja i za 0.98% više od vrijednosti prosječnog ravnotežnog sadržaja vode tijekom kolovoza na tom području (ravnotežni sadržaj vode u drvu na tom području za srpanj iznosi 12.9%, a za kolovoz 14.3%).

Prema (2), trajanje procesa prirodnog sušenja drva za piljenice složene u svibnju u složaj iznosi 80 dana, ako je cilj postizanje ravnotežnog sadržaja vode od 15%, odnosno 45 dana želimo li postići ravnotežni sadržaj vode od 20%.

Navedeni podaci prethodnih istraživanja približno su jednaki rezultatima postignutim provedenim istraživanjem (trajanje procesa sušenja piljenica složenih u složaj krajem svibnja iznosilo je 77 dana i pritom je postignuta srednja vrijednost sadržaja vode 15.28%).

Ako se rezultati u ovom istraživanju usporede s rezultatima istraživanja novijeg datuma (1), postignuti sadržaj vode veći je za 1.18% nego u istraživanju (1). Naime prema (1), ravnotežni sadržaj vode drva u srpnju na području meteorološke postaje Osijek iznosi 14.1%.

S obzirom na vrstu drva (tabl. 2), hrastovina i bagremovina zadržale su viši konačni sadržaj vode tijekom prirodnog sušenja nego ostale ispitivane vrste drva.

Preostali sadržaj vode u hrastovini pri posljednjem je mjerenju u nepovoljnijem slučaju iznosio 16.4% (d=50 mm) te 20.33% u bagremovini (60 mm), što je više ako se uspoređi sa sadržajem vode postignutim u lipovini (d=50 mm), koji iznosi 12.07% ili onoga u topolovini (d=50 mm) koji je pri posljednjem mjerenju iznosio 13.36%.

U odnosu prema sadržaju vode na početku prirodnog sušenja, najveći pad vrijednosti sadržaja vode zabilježen je u topolovini (d=50 mm), u kojoj je na početku procesa bilo 109.04% odnosno 80.47% vode, a na kraju procesa sadržaj vode pao je na 13.36% odnosno 15.87%. U bukovini (d=25 mm) je sadržaj vode s početne vrijednosti 46.04% pri posljednjem mjerenju pao na 14.98%.

Najmanju razliku u vrijednosti sadržaja vode na početku i na kraju kontrole procesa prirodnog sušenja imala je grabovina debljine 25 mm. Naime, sadržaj vode s početka sušenja, koji je iznosio 21.19% (ispod točke zasićenosti vlaknanaca) pri posljednjem je mjerenju pao na 15.57%.

Na osnovi dijagrama prikazanoga na slici 3, vidljivo je da tijekom prvih 18 dana postupka prirodnog sušenja drvo gubi najveću količinu vode.

Razlika u sadržaju vode pri početnom mjerenju i mjerenju 18-og dana iznosila je približno 17%, a u sljedeća dva razdoblja ta je razlika bila približno 15%. U kasnijim razdobljima sušenja pad sadržaja vode smanjio se na približno 1-2%. Veliki iznos pada sadržaja vode u početnom razdoblju sušenja rezultat je činjenice da iz drva isparava slobodna voda. U daljnjem toku procesa sušenja vrijednost sadržaja vode u drvu smanjivala se sporije, i to zbog sušenja u području ispod točke zasićenosti vlaknanaca.

Krivulja ovisnosti sadržaja vode o trajanju sušenja prikazana je dijagramom na slici 3. Krivulja je eksponenci-

jalnog oblika, sadrži više različitih faktora (krivulja tzv. multiplikativnog oblika), a njezina jednadžba glasi:

$$Y = a X^b$$

Pritom je  $a = 3,80979$ ,  $b = -0,232482$ ,  $Y$  je sadržaj vode,  $X$  označava trajanje prirodnog sušenja, uz koeficijent korelacije  $-0,986717$ .

Korekcijski koeficijent iznosi 11.86, pa krajnji oblik jednadžbe sadržaja vode u ovisnosti o trajanju procesa prirodnog sušenja glasi:

$$Y = 11.86 a X^b$$

Takva jednadžba krivulje sadržaja vode u ovisnosti o trajanju procesa prirodnog sušenja odgovara dobivenim rezultatima, uz vjerojatnost 97.36%.

## 6. ZAKLJUČAK

Praćenje procesa prirodnog sušenja navedenih vrsta drva listača provedeno je u ljetnom razdoblju u trajanju 77 dana (od 29. svibnja do 13. kolovoza 1993.) na području Belišća.

Na osnovi rezultata izvedeni su slijedeći zaključci.

1. Usporedbom rezultata dotadašnjih ispitivanja i provedenog istraživanja utvrđeno je da su dobiveni rezultati približno jednaki rezultatima prijašnjih istraživanja.

2. Praćenjem sadržaja vode utvrđeno je da su piljenice osušene do dovoljno niskog ravnotežnog sadržaja vode. Prosječni sadržaj vode svih probnih uzoraka na kraju prirodnog sušenja iznosio je 15.28%, pa je na ovaj način moguće sušiti sve vrste drva listača do razine sadržaja vode 15-20%, uz naknadno dosušivanje u sušionici do željenog sadržaja vode.

3. Stovarište na kojemu je ispitivanje obavljeno ima povoljne uvjete za prirodno sušenje drva listača tijekom ljetnih mjeseci.

4. Prirodno sušenje potrebno je provoditi ako je dopušteno odlaganje sirovine na stovarištu tijekom dužeg vremenskog razdoblja.

5. Daljnjim prirodnim sušenjem drva ravnotežni se sadržaj vode ne bi više bitno smanjivao zbog nepovoljnih uvjeta sušenja tijekom preostalog godišnjeg razdoblja.

6. Provedeno je ispitivanje omogućilo potvrdu nekih osnovnih zakonitosti prirodnog sušenja drva, a dalo je i okvirne podatke, primjenjive za praćenje sadržaja vode tijekom prirodnog sušenja pojedinih vrsta drva listača na tom području.

7. Rezultati istraživanja pokazali su da se pojedine vrste drva listača mogu osušiti do sadržaja vode manjega od srednjih vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode na tom području.

## 7. LITERATURA

- [1] Dimitrov, T.: Klima i prirodno sušenje drva. Drvna industrija, SV. 43, broj 2, str. 62-70. Zagreb, 1992.
- [2] Krpan, J.: Sušenje i parenje drva. Šumarski fakultet Zagreb, 1965.
- [3] xxx: Šumarska enciklopedija. SV. I i II, Zagreb, 1986.

# Prilog problemu davanja nadmjera zbog nejednoličnosti debljine piljenica

## A CONTRIBUTION TO THE ISSUE OF OVERSIZING SAWN WOOD DUE TO SAWING INACCURACY

Mr. sc. Krešimir Babunović, dipl. ing.  
Šumarski fakultet, Zagreb

UDK 7630\*832.18

Prispjelo: 10. 9. 1994.  
Prihvaćeno: 25. 10. 1994.

Stručni rad

### Sažetak

Razlika između dimenzija piljenica u kakvima se one izrađuju i dimenzija u kojima se prodaju naziva se nadmjerama. Problematici davanja nadmjera često se ne pridaje dovoljna pozornost, iako je njihovo značenje za pilansku preradu drva nesumnjivo veliko. Riječ je o dimenzijama koje se ne mogu unovčiti, a moraju se davati upravo stoga da bi jamčile prodajne dimenzije piljenica. Osim u slučaju nadmjera zbog utezanja drva, znatne je uštede moguće postići ispravnim davanjem i ostalih nadmjera, posebno nadmjera zbog netočnosti piljenja. No usprkos takvoj mogućoj uštedi, na našim se pilanama ni dalje ne brine o varijabilitetu debljina piljenica iako je upravo taj problem jedan od činitelja koji može pridonijeti znatnim novčanim gubicima, ali i velikoj dobiti.

Ključne riječi: nadmjere - netočnost piljenja

### Summary

The difference between the dimensions in which boards are produced, and the dimensions in which they are sold is called oversizes. In spite of huge significance for sawmilling, the problems of oversizes are often neglected. The oversizes are dimensions that cannot be sold, but they must be given in order to ensure the selling dimensions of boards. Except with oversizes for shrinkage, considerable savings may be realized by correct giving of other oversizes, especially the oversizes due to sawing inaccuracy. Regardless of possible savings, the employers on many sawmills do not care about the sawing inaccuracy, although this is a factor that can do significant financial damage, and on the other hand produce significant financial profits.

Key words: oversizes of sawn wood - sawing inaccuracy

### UVOD

Utezanje drva, netočnosti piljenja i potrebe za daljnjom obradom piljenica uvjetovali su proizvodnju piljenica (neposredno nakon piljenja) u dimenzijama većim od onih određenih propisanim normama ili posebnim ugovorima i uzancama (nominalnim dimenzijama). Piljenice je, dakle, potrebno ispiliti uz određene nadmjere. Pitanje udjela volumena takvih nadmjera u volumenu trupca u svakom je smislu previše važno da mu se ne bi pridala primjerena pozornost. Potreba za takvom pozornošću može se uočiti već i iz same definicije nadmjera. Nadmjere su, dakle, razlike između dimenzija piljenica u kojima se one izrađuju i dimenzija u kojima se prodaju. Prodajne dimenzije piljenica, odnosno dimenzije u kojima se isporučuju, određene su propisanim normama ili posebnim ugovorima (uzancama). Upravo su zato nadmjere nužan, ali i obvezatan gubitak u masi sirovine, koji čini negativan učinak na iskorištenje sirovine, a time i umanjuje ukupni pilanski ekonomski rezultat. Nasuprot tome, pravilno davanje nadmjera jamči sigurnost da proizvedene piljenice neće biti manjih dimenzija od nominalnih (dogovorenih).

Imajući na umu, dakle, upravo obvezu njihova davanja, nadmjere je potrebno pravilno odrediti te tako uz ostale činitelje iskorištenja trupca, svesti veličinu nadmjera na razumnu mjeru.

Nadmjere se daju zbog više razloga - utezanje drva, netočnost piljenja, hrapavost piljene površine i dr. Dodaju se na sve tri dimenzije: debljinu, širinu i duljinu piljenice. Međutim, važnost nadmjera i značenje razloga zbog kojih se one daju nije jednako za sve dimenzije piljenice. Na jmanje značenje imaju nadmjere na duljinu piljenice. Utezanje drva u longitudinalnom smjeru za praksu je gotovo zanemarujuće, a i eventualna netočnost piljenja pri određivanju konačne duljine piljenica gotovo i nema značenje. Stoga se tim nadmjerama i ne pridaje veća važnost (norme propisuju 2 cm nadmjera na duljinu piljenica).

Problem širine piljenica zahtijeva malo složeniji pristup jer je utezanje drva značajan činitelj za širinu. Drugim riječima, pri određivanju širina piljenica potrebno je uzeti u obzir i položaj piljenice u trupcu. Naime, taj je položaj važan za određivanje smjera utezanja drva, a time i za davanje te vrste nadmjera. S obzirom na problematiku netočnosti piljenja i pitanju širina

piljenica također treba pridati znatnu pozornost. Često, naime, tijekom procesa okrajčivanja piljenica nastaju različita odstupanja od pravilnoga geometrijskog oblika piljenica (npr. koničnost).

Treća dimenzija piljenica jest njihova debljina. To je praktično najvažnija dimenzija piljenica s gledišta davanja nadmjera. Upravo se u svezi s tom dimenzijom pokazuje puno značenje nadmjera. Pritom položaj piljenice u trupcu ima znatan utjecaj. Utezanje drva svakako je problem kojemu je potrebno pridati punu pozornost da bi piljenica nakon sušenja zasigurno imala potrebnu debljinu. I netočnost piljenja zaslužuje jednaku pozornost. Ovaj je rad osvrt na problematiku davanja nadmjera upravo glede netočnosti piljenja i utjecaja te nadmjere na iskorištenje sirovine.

### NEJEDNOLIČNOST DEBLJINA PILJENICA

Savršeno točan i precizan stroj još nije konstruiran. S gledišta pilanske preradbe drva, svaki stroj za raspiljivanje trupaca ili piljenica ima određenu netočnost piljenja. Rezultat tih varijacija jest proizvod dimenzije kojega imaju određen varijabilitet, što je posljedica stanja stroja i alata, sirovine koja se na njemu prerađuje i režima piljenja koje na stroju provodi njegov rukovatelj.

Za pilansku je tehnologiju najbitnije odstupanje u debljini piljenica proizvedenih primarnim pilanskim strojevima (na kojima se najčešće postiže konačna debljina, a ponekad i širina piljenica). Norme koje vrijede u praksi (16) propisuju način mjerenja nejednolikosti debljina piljenica. Debljina se prema tim propisima mjeri na najdebljemu i najtanjem mjestu po duljini piljenice s točnošću 0,1 cm, a pogreška se izražava razlikom izmjerenih debljina. Norme ujedno govore i o dopuštenim odstupanjima debljina piljenica pojedinih vrsta drva (17, 18, 19). Tako za hrastove samice i polusamice dopušteno odstupanje u debljini do 38 mm iznosi  $\pm 1$  mm, a za debljine 45 mm i veće odstupanje se kreće od -1 mm do +2 mm (17). Za bukovu su piljenu građu te veličine nešto drukčije. Bukove piljenice debljine do 38 mm mogu odstupati u debljini  $\pm 1$  mm, debljina piljenica 45 - 60 mm može odstupati za  $\pm 2$  mm, a piljenice debljine 70 mm i deblje mogu odstupati od -1,5 do +2 mm po debljini (18). Ispravnost tih tolerancija posebna je problematika, te joj valja drugom prilikom pridati osobitu pozornost.

Osim nekih danas neobvezujućih uputa (13), nigdje se u pisanim propisima ne govori o nadmjerama. U normativima za pilansku preradbu drva ne spominje se problematika davanja nadmjera, a glede nadmjera na netočnost piljenja ne spominje se ni način njihova izračunavanja. Svako je pilani prepušteno da sama određuje veličinu nadmjera na netočnost piljenja. Razumljivo je da se stoga često daju pogrešne i nadasve štetne nadmjere za proizvođača piljene građe ili za kupca, a naposljetku i za korisnika te vrlo skupe sirovine.

### NADMJERE ZBOG NETOČNOSTI PILJENJA

Do danas je u nas i u svijetu provedeno više istraživanja (2, 5, 6, 11) koja su pokazala važnost davanja ispravnih nadmjera zbog netočnosti piljenja. Pisani su i objavljeni rezultati tih istraživanja, kao i upute za pravilno izračunavanje tih nadmjera (2, 3, 4, 14). Ipak, ti materijali kao da nisu naišli na odgovarajući odjek među odgovornim djelatnicima. Naime, još se uvijek nadmjere na netočnost piljenja daju površno, bez potrebnih mjerenja na samom stroju.

Veličina varijabilneta debljine piljenica mijenja se prema vrsti primarnog stroja, i prema vrsti drva. Rezultati jednog takvog istraživanja dani su u tablici 1.

Primjer varijabilneta debljine piljenica ispiljenih na tračnim pilama trupčarama i jarmačama (5) **Tablica 1.**

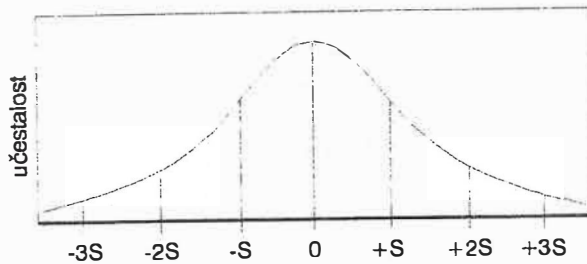
Primarni stroj	Netočnost piljenja iskazana veličinom jedne standardne devijacije debljina piljenica (mm)	
	Jela/smreka	Tvrde listače
Tračne pile	0,3 - 0,7	0,4 - 0,7
Jarmače	0,1 - 0,4	0,3 - 0,6

Podaci iz tablice 1. u skladu su s europskim rezultatima. Ipak ne smijemo zanemariti činjenicu da su ti podaci iz 1970. godine, a uzevši u obzir današnje gospodarske prilike u drvnoj industriji (nemogućnost novih investicija), pitanje je koliko su današnje vrijednosti u skladu s tabličnima.

Svakom je pilanskom tehnologu poznato značenje svakoga očuvanog milimetra piljene građe. Vrijednost pilanske sirovine ipak je prevelika da joj se ne bi dala pripadajuća važnost. prema nekim pokazateljima (14), udio volumena svih danih nadmjera (ako su dane ispravno) u volumenu trupca iznosi prosječno oko 5%. Prema tome, svaki će očuvani milimetar opravdati pridanu mu važnost. Naime, ušteda od 0,1 mm u danim nadmjerama a netočnost piljenja znači uštedu od 1 mm na svakih deset proizvedenih piljenica. Drugim riječima, ušteda od samo 0,1 mm u danim će nadmjerama dati približno 0,4% manje volumena nadmjera. Uzmimo li se u obzir sve proizvedene piljenice u nekoj pilani i njihove nadmjere, jasno je kolika je novčana ušteda (ili možda šteta). Taj je podatak već dostatan razlog za pravilno davanje nadmjera. Devastacija šuma i vrijednost sirovine svakako zahtijevaju da se tom pitanju prida odgovarajuća pozornost.

Istraživanjima je dokazano da su debljine piljenica distribuirane prema normalnoj distribuciji (sl. 1). To znači da će se u području od -3S do +3S od prosječne debljine piljenica u sirovom stanju naći debljine svih piljenica (mjerene na odgovarajući način). Prema postojećim normama, svaka piljenica na bilo kojem dijelu mora imati debljinu na koju je ispiljena (eventualna odstupanja moraju se kretati unutar određenih tolerancija, također propisanih ili dogovorenih). Upravo je to glavni razlog stroge kontrole piljenja i izbjegavanja netočnosti.





Slika 1. Krivulja normalne distribucije

Netočnost piljenja odnosno varijabilitet debljina piljenica iskazuje se standardnom devijacijom debljina piljenica. Varijabilitet koji se pojavljuje duž svake pojedine piljenice naziva se varijabilitetom unutar piljenice ( $S_u$ ). Varijabilitet koji se pojavljuje od piljenice do piljenice naziva se varijabilitetom između piljenica ( $S_i$ ), a onaj kojim se uzima u obzir varijabilitet "unutar" odnosno "između" naziva se totalnim varijabilitetom debljina piljenica ( $S_n$ ). Upravo je taj totalni varijabilitet debljina piljenica relevantni varijabilitet koji omogućuje ispravno davanje nadmjera zbog netočnosti piljenja. Naime, kako su debljine piljenica određene u skladu s normalnom distribucijom, prema željenom broju piljenica koje sigurno neće biti tanje od zadane vrijednosti moguće je vrlo jednostavno, prema jednadžbi 1, izračunati potrebnu veličinu nadmjere zbog netočnosti piljenja:

$$p_n = t \cdot S_n \dots / \text{mm} \quad (1)$$

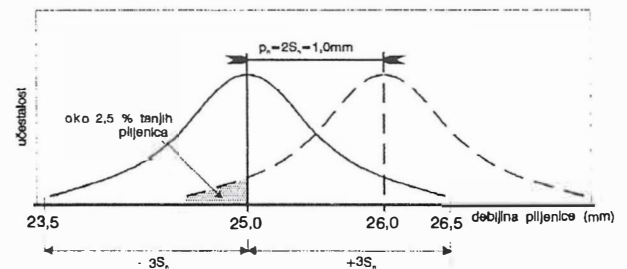
Pritom je:  $p_n$  = veličina nadmjere zbog netočnosti piljenja izražena u mm;  
 $t$  = konstanta o kojoj ovisi postotak piljenica koje smiju biti tanje ili deblje od nominalnih dimenzija (tablica II);  
 $S_n$  = izračunani totalni varijabilitet debljina piljenica izražen u mm.

Odnos konstante  $t$  i postotka piljenica koje sigurno neće biti tanje ili deblje od nominalnih **Tablica 2.**

$t$	Postotak piljenica koje sigurno neće biti tanje ili deblje od nominalnih
1,00	68,27
1,28	90,00
1,64	95,00
2,00	95,45
2,33	99,00
2,58	99,50
3,00	99,73

Sa stajališta iskorištenja trupaca, u jednadžbi 1. bi vrijednost za  $t$  trebala biti što manja. Međutim, potrebno je pripaziti da ta veličina ipak ne bude premalena, pa da pretankih piljenica bude previše. Kako postojeće norme ne govore ništa o tome već o dopuštenim tolerancijama, proistječe zaključak da je za  $t$  potrebno uzeti veličinu 3 i time odrediti veliku nadmjeru, što smatramo nepotrebno velikom nadmjerom. Uvidom u tablicu 2. mogu se

uočiti relativno male razlike u postotku "ispravnih" piljenica za  $t=2$  i  $t=3$ . ako je npr. izmjereni totalni varijabilitet debljina piljenica  $S_n = 0,5$  mm, a može se dopustiti da oko 2,5% mjernih mjesta debljine (a to, ovisno o načinu mjerenja, može značiti i oko 2,5% od ukupnog broja piljenica) bude tanje od nominalne debljine, ta nadmjera mora iznositi približno 2  $S_n$  (sl. 2). Ako se pak u ukupnoj količini ispiljene građe dopušta određeni postotak tanjih piljenica (npr. 10%), onda  $t$  treba odabrati tako da odgovara tom postotku (prema tablici 2.  $t=1,28$ ). Ipak, veličinu konstante  $t$  svaka pilana mora odrediti sama u skladu s različitim gospodarskim pokazateljima. Svakako, bez obzira na  $t$ , odgovarajućom pripremom alata, redovitim i pažljivim održavanjem stroja te ispravnim režimima piljenja može se znatno smanjiti veličina standardne devijacije te tako umanjiti veličina te nadmjere.



$S_n = 0,5$  mm; nominalna debljina piljenica = 25 mm  
 Oko 2,5% mjernih mjesta može biti tanje od 25 mm

Slika 2. prikaz primjera obračuna nadmjere zbog netočnosti piljenja na debljinu piljenice ( $p_n$ ) (12).

Danas ipak još ima dosta nepotpuno istraženih i razjašnjenih pitanja u teoriji određivanja nadmjera. Potpuno točne nadmjere za sve pojedinačne okolnosti piljenja vjerojatno i nije moguće odrediti. Dosad provedena istraživanja (važna za problem nadmjera) i proučavanja njihovih rezultata te buduća istraživanja vjerojatno će uputiti na mogućnost određivanja optimalne (normama propisane) veličine nadmjera. Takve bi veličine vjerojatno odgovarale određenim teorijskim postavkama. Pitanje je čak i koliko su današnje jedinice za određivanje veličine nadmjera odgovarajuće. Možda je izražavanje nadmjera na debljinu piljenica u milimetrima ipak pregrubo. Teško je reći koliko iskustvene nadmjere koje se danas primjenjuju u našim pilanama odgovaraju stvarnim potrebama. Upravo je stoga potrebno provesti odgovarajuća mjerenja za pojedinačne uvjete.

Suvremene pilane u svijetu i u nas, sigurno imaju relativno visoku preciznost piljenja. No i u takvim je pilanama netočnosti piljenja nužno pridati odgovarajuću pozornost. Ne smije se zbog novih strojeva zapostaviti pitanje davanja uvijek točnih nadmjera zbog netočnosti piljenja.

Netočnost piljenja potrebno je izmjeriti, a totalni varijabilitet izračunati za svaki stroj, uz dane uvjete rada (vrstu drva, stanje stroja i alata, režim piljenja itd.). Malo se pilana u nas danas može pohvaliti rezultatima mjerenja iz tablice 1. Kao potvrda toga, mogu se navesti

rezultati mjerenja varijabiliteta debljine piljenica u nekim domaćim pilanama (tablica 3).

Varijabiliteti debljina piljenica ispiljenih na tračnim pilama trupčarama i jarmačama u tri pilane koje raspiljuju najkomercijalnije vrste drva u Hrvatskoj

Tablica 3.

Pilana	Vrsta drva	Netočnost piljenja iskazana veličinom jedne standardne devijacije debljina piljenica (mm)	
		Tračne pile	Jarmače
I.	Jela/smreka	0,66	0,56
II.	Hrast	0,68	0,34
III.	Bukva	1,74	0,77

Neki rezultati mjerenja varijabiliteta debljina piljenica iz tablice 3. u skladu su s rezultatima mjerenja navedenim u tablici 1. Međutim, većina čini samu gornju granicu tih podataka. Jedan od podataka (pilana III, koja raspiljuje bukove trupce na tračnoj pili trupčari), toliko je ekstremno velik, da dovodi u pitanje svaku raspravu. Zbog svega toga, nadmjere zbog netočnosti piljenja, što ih je potrebno davati uz takve rezultate mjerenja i izračunavanja totalnog varijabiliteta debljina piljenica moraju zabrinuti svakog pilanskog tehnologa. Jasno je da su razlozi takvog stanja prije svega ukupne ekonomske prilike u toj gospodarskoj grani, no unatoč svemu ne može se opravdati pomalo nemaran odnos prema opisanom problemu. Odogovarajućom brigom glede te problematike može se uvelike pridonijeti ukupnom pozitivnom ekonomskom učinku svake pilane. Statistički sustav kontrole varijabiliteta debljina piljenica danas više ne smije, niti može biti kočnica u rješavanju tog problema.

#### LITERATURA:

- [1] Babunović, K.: Prilog istraživanju sustava: list tračne pile - točnost dimenzija piljenica. Bilten ZIDI 15 (1987) 1, 67-68, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- [2] Brežnjak M.: O kvaliteti piljenja na primarnim pilanskim strojevima. Drvna industrija 17 (1966) 11-12, 170-179.
- [3] Brežnjak M.: O nadmjerama na dimenzije piljenica. Drvna industrija 34 (1983) 11-12, 277-283.
- [4] Brežnjak, M.: Utjecaj uvjeta piljenja na neke pokazatelje djelotvornosti pilanske tehnologije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (1991) 1-45, Sveučilišna naklada, d.o.o., Zagreb
- [5] Brežnjak, M., Herak, V.: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima. Drvna industrija 21 (1970) 1-2, 2-13.
- [6] Brežnjak, M., Hvamb, G.: Statistische Berechnung der Dickenschwankungen in Brettern. Holz als Roh und Werkstoff 21 (1986) 2, 62-64.
- [7] Butković, Đ., Babunović, K.: Primjena laserskog razdvajanja u tehnologiji obrade masivnog drva. Drvna industrija 36 (1986) 11-12, 275-276.
- [8] Horvat, I.: Pilanska prerada drva. Skripta I i II (1963), Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- [9] Horvat, I., Krpan, J.: Drvno industrijski priručnik. Tehnička knjiga (1967), Zagreb
- [10] Montague, D.E.: band and circular sawmills for softwoods. For. Prod. Res. (1971) Bull. No. 55, London
- [11] Naglič, V.: Komparativno piljenje hrastovih trupaca na jarmači pilama sa stlačenim i razvrćenim zupcima. Magistarski rad (1991) 1-199, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- [12] Zubčević, R.: Piljenje. Šumarska enciklopedija (1983) svezak 2, s.654.-665, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb
- [13] \*\*\*: Zasebne uzance za trgovanje drvom. Zagrebačka bursa za robu i vrednote (1929) 1-191, Zagreb
- [14] \*\*\*: How to increase profit in bandsawing. Uddeholm Strip (1981) 1-42, Munkfors, Sweden
- [15] \*\*\*: Prerada drveta. JUS D.C0.20 (1955), Savezni zavod za standardizaciju, Beograd
- [16] \*\*\*: Greške drveta. JUS D.A0.101 (1969), Savezni zavod za standardizaciju, Beograd
- [17] \*\*\*: Rezana hrastova građa. JUS D.C1.021 (1982), Savezni zavod za standardizaciju, Beograd
- [18] \*\*\*: Rezana bukova građa. JUS D.C1.022 (1982), Savezni zavod za standardizaciju, Beograd
- [19] \*\*\*: Rezana građa jele-smrče. JUS D.C1.041 (1982), Savezni zavod za standardizaciju, Beograd

#### ISPRAVAK

U broju 1/94 potkrala se, među ostalim, i pogreška u tisku reklamnog oglasa tvrtke WEINIG, gdje je u naslovnom sloganu ime tvrtke otisnuto kao WINIG. Molimo oglašivača i čitatelje da uvažavaju ispriku Uredništva zbog ove i drugih tiskarskih pogrešaka koje su se pojavile u prošlom broju časopisa.



## Drvo u oblikovanju i konstrukcijama

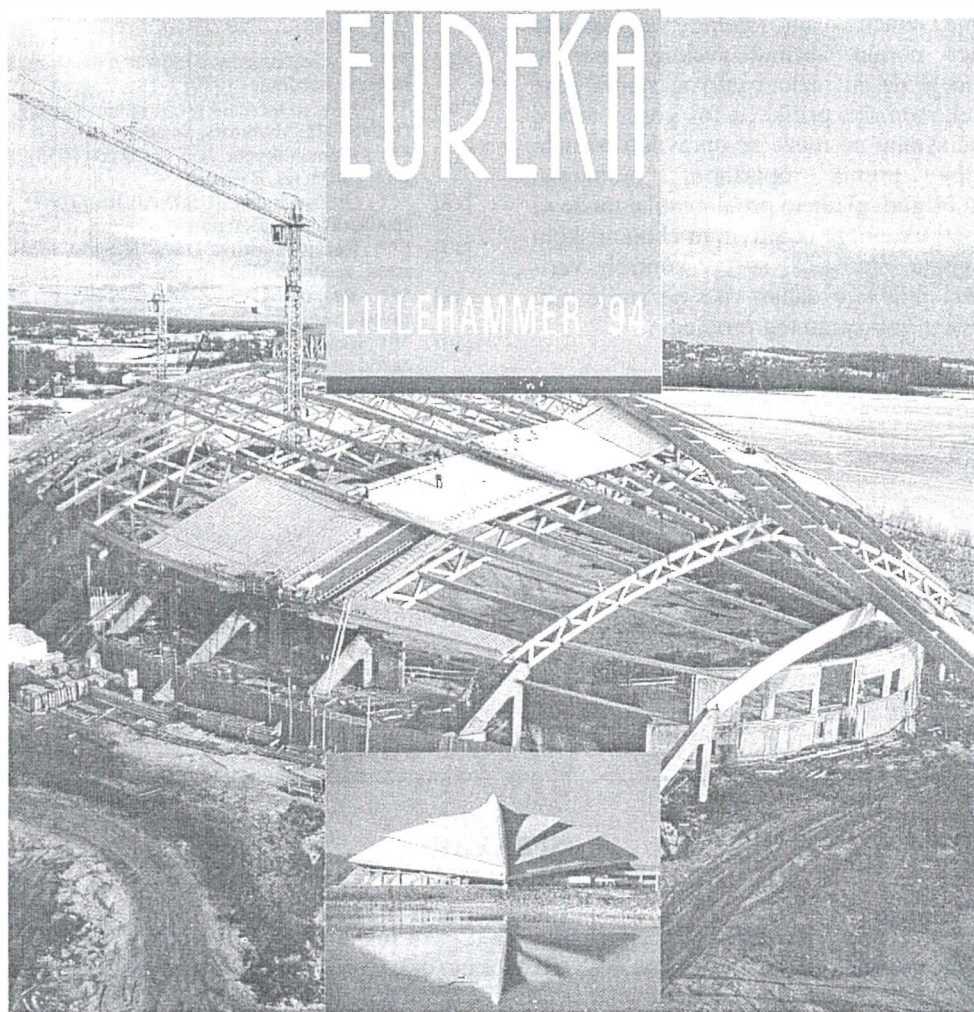
EUREKA konferencija, Lillehammer 13-17. lipnja 1994.

Od 13. do 17. lipnja 4000 stručnjaka s raznih područja tehnologije sastalo se na Olimpijskom tlu Norveške predstavljajući znanost i industriju cijele Europe. Četiri mjeseca nakon Olimpijskih zimskih igara, norveško je predsjedništvo organiziralo konferenciju Vision EUREKA, Lillehammer. Predsjedništvo je ulogu organizatora istodobno predalo Švicarskoj, gdje će se održati sljedeća konferencija EUREKA.

Sve inovacije ovise o zajedničkoj suradnji ljudi i povoljnoj prilici za tu suradnju, rekao je u pozdravnom govoru Bjorn Henriksen, predsjednik Norveškoga predsjedničkog ureda, izrazivši nadu da će i ovogodišnja konferencija biti izvor inspiracija za nove EUREKA projekte.

U sklopu konferencije EUREKA odvojeno je djelovalo 18 različitih konferencija koje su obrađivale teme područja nafte i plina, novih izvora energije, uporabe lakih metala, transporta, kakvoće u građevinarstvu, informacijske tehnologije, proizvodnje hrane, turizma, betonskih struktura, otpada, komercijalnoga građenja, te građevinarstva uopće. Konferencija "Drvo u oblikovanju i konstrukcijama - od tradicije do budućih tehnoloških izazova" bila je jedna od osam samostalnih konferencija koje je obrađivala problematiku s područja građevinarstva.

**Dr. Asbjorn Aas** (Norveški savjet za standardizaciju u građevinarstvu) u svom je izlaganju dao



Slika 1. Vikinški brod - jedno od mjesta održavanja konferencije, atraktivan je primjer gradnje drvom.



pregled uporabe drva kao materijala te načina obrade od prethistorije do danas, i to s kulturološkoga i povijesnoga gledišta, podijelivši spomenuta razdoblja na devet skupina i navodeći karakteristične primjere u graditeljstvu određenog vremena, spominjući tako prvu uporabu alata za obradu drva u kamenom dobu, preko prvoga znatvenog pristupa konstruiranju takvih alata u doba renesanse pa sve do 20. stoljeća, koje je u konstruktivnom smislu obilježeno pojavom metalnih ploča kao spajala i razvojem ljepljiva koja su omogućila razvoj lameliranih konstrukcija.

**Bjorn Sund** (Institut Hovedflyplass AS) govorio je o materijalu građenja vezanoga za objekte Zimskih olimpijskih igara, naglašavajući važnost uporabe prirodnih materijala, drva i kamena. Glavne smjernice pri izboru materijala bile su odabir unutar određenih troškova, vremena i kakvoće, uz istodobno razmišljanje o zaštiti okoliša i složenosti brojnih funkcija povezanih s različitim tipovima građevina i konstrukcija. Pritom je izrađen projekt pod nazivom "OL 94 vizualni profil okoline i arhitekture". U projektu su utemeljni najvažniji elementi za oblikovanje objekata. To su:

- norveški identitet, definiran prilagodljivošću okoline, jednostavnosti prostorne kompozicije uz uporabu prirodnih materijala, kamena i drva, te uz poštovanje norveške kulturne tradicije
- zaštita okoliša obilježena važnošću potreba okoline za oblikovanjem
- homogeni dojam, definirana skladnost vizualnog doživljaja
- estetska kakvoća, osigurana profesionalnim pristupom u oblikovanju konstrukcija. Norveška je pokazala individualnost u oblikovanju i uporabi materijala, i to primjenom kamena i drvnog materijala, uz naglašavanje njihove važnosti, a iskustva i znanja stečena u gradnji objekata za Olimpijske igre bit će primijenjena na novom Gardermoen aerodromu u Oslu.

Uporaba drva i lameliranih elemenata te izbor tipa konstrukcija sportskih objekata XVII. olimpijskih igara bila je tema izlaganja Age Holmestada, tehničkog direktora tvrtke Moelven limtre gruppen A.S., proizvođača lameliranih elemenata. Pri izboru tipa konstrukcije trebalo zadovoljiti sljedeće uvjete:

- svijetli otvor nosača morao je iznositi 120 m
- konstrukcija je morala biti otporna na gorenje 60 min
- cijena je trebala biti zadovoljavajuća u usporedbi s

čeličnom i betonskom konstrukcijom, koja je npr. za Hakon Hall bila 10% jeftinija od najjeftinije metalne konstrukcije

- valjalo je argumentirati dobar izbor lučnog oblika konstrukcije.

Izbor lučne konstrukcije obrazložen je činjenicom da pri normalnome krovnom opterećenju ravna lamelirana greda presjeka 190 x 1200 mm može imati maksimalnu duljinu 17 m, a za troglobni luk i jednako opterećenje raspon je moguće povećati na 50 m, što znači tri puta. Osim toga, cijena proizvodnje luka kao forme nosača praktično je jednaka cijeni ravne grede, što ne vrijedi za ostale materijale. Za spojeve rešetke i nosača razvijen je poseban sustav spajanja 8-milimetarskim čeličnim pločama i 12-milimetarskim nazubljenjima na toj ploči.

**Mr. Hans Jorgen Larsen** govorio je o standardizaciji drvenih konstrukcija u građevinarstvu i o provedenim istraživanjima kojima je krajnji cilj bio standard EUROCOD 5 za konstrukcije od drva (monolitno drvo, piljeno drvo, poluoblo drvo i lijepljeno lamelirano drvo).

Novo metode zaštite drva od gorenja predočio je prof. Hans Hartl s Tehničkog fakulteta u Innsbrucku. Uspoređujući gorenje šibice i grede, istaknuo je fenomen gorenja koji ovisi o veličini i obliku drvenih komada. EUROCOD 5, dio 1-2, nudi proračunske metode za zadovoljavajući poprečni presjek, čvrstoću i elastičnost.

Sven Thelandersson sa švedskoga Sveučilišta u Lundu izložio je iskustva u gradnji drvenih višekatnica te prednosti takvog načina gradnje. Manja količina drva znači jeftiniji prijevoz, nižu cijenu od klasičnoga građenja betonskih i metalnih konstrukcija, a ekološka prihvatljivost daje drvu bitnu prednost pred klasičnim građenjem. Zbog svega toga u Sjevernoj Americi otprilike 90% rezidencijskih kuća viših od pet katova izgrađeno od drvnih elemenata. U Švedskoj se već od drva grade četverokatnice, od kojih svaka ima po 50 do 60 stanova.

O mostovima kroz povijesna razdoblja, kao i o njihovom budućem načinu građenja govorio je prof. Ernst Gehri sa ETH, Švicarska. prednost današnjih mostova, naglasio je, jest mogućnost njihova većeg opterećenja i velikim rasponima. Problem je jedino njihova zaštita od vode, što je riješeno nadsvodjenjem mostova.

Dipl. ing. Silvana Prekrat

## NOVE KNJIGE

M. Figurić; D. Jelačić; V. Koštal;  
D. Motik; K. Šegotić

**PROIZVODNI SUSTAVI U  
DRVNOJ INDUSTRIJI IV.**

Izdavač: Šumarski fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu

Glavni i odgovorni urednik: prof.  
dr. sc. Mladen Figurić

Format i opseg: Znanstvena  
knjiga "Proizvodni sustavi u drvnoj  
industriji IV." skupine autora  
obuhvaća 125 stranica teksta i tablica  
te 34 slike. Sadržaj je podijeljen na  
devet poglavlja s predgovorom  
glavnog istraživača projekta prof. dr.  
sc. Mladena Figurića. Iza svakog po-  
glavlja naveden je pregled literature.

Lektorica: Zlata Babić, prof.

Naklada: 200 primjeraka

Knjigu je odobrila Komisija za  
izdavačku djelatnost Šumarskog  
fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 20.  
lipnja 1994. i četvrti je dio znan-  
stvene knjige "Proizvodni sustavi u  
drvnoj industriji". To je logičan nas-  
tavak istraživanja skupine stručnjaka  
angažiranih u znanstvenom projektu  
"Istraživanje i razvoj novih proiz-  
vodnih sustava u drvnoj industriji",  
koji financira Ministarstvo znanosti i  
tehnologije Republike Hrvatske.

Recenzenti: prof. dr. sc. Jože  
Kovač, Biotehniška fakulteta  
Ljubljana, Slovenija

prof. dr. sc. Franc Bizjak, Bioteh-  
niška fakulteta Ljubljana, Slovenija  
doc. dr. Jiri Kniže, Technicka  
Univerzita vo Zvolene, Drevarska  
fakulta, Zvolen, Slovačka

Knjiga je podijeljena na poglavlja  
prema redoslijedu sažetaka koje  
donosimo.

Prof. dr. sc. Mladen Figurić

**Obnovljivi prirodni resursi**  
(str. 1-10, 16 naslova literature)

Autor se bavi proizvodnim resur-  
sima i njihovom podjelom, podjelom  
prirodnih resursa, te posebice, ob-  
novljivim prirodnim resursima  
vezanim za drvnu industriju i šumar-  
stvo, i to s ekonomskog stajališta.  
Pritom postavlja problem vredno-  
vanja resursa u šumarstvu kao prob-  
lem vrednovanja šume i šumskog

zemljišta, što je jedna od osnova  
gospodarenja šumama. Promjena  
proizvodne strukture šumarskih sor-  
timenata i njihova kakvoća kao  
posljedice gospodarenja šumama  
izravno utječu na drvnu industriju.

Prof. dr. sc. Mladen Figurić

**Ekonomija prirodnih resursa**  
(str. 11-30, 16 naslova literature)

Autor se u ovom radu bavi ek-  
onomijom prirodnih resursa, pose-  
bice ekonomijom šumarstva kao  
njezinim dijelom. Osnova rada je  
razumno gospodarenje šumama kao  
osnovna koncepcija ekonomije  
šumarstva. Temelje te koncepcije  
čini ideja o višestrukome značenju  
šumarstva i jednakoj važnosti svih  
namjena šume te težnja skladnosti i  
koordinaciji u iskorištavanju svih  
funkcija šume. Nakon razmatranja  
općekorisnih funkcija šume autor se  
usredotočuje na gospodarsku učink-  
ovitost i ekonomiju šume kao ob-  
novljiva prirodnog resursa. Nova  
politika upravljanja i iskorištavanja  
obnovljivih prirodnih resursa  
neobično je važna kako bi se poticalo  
razumno potrajno gospodarenje  
šumama.

Darko Motik, dipl. ing.

**Razvoj proizvoda**  
(str. 31-39, 7 naslova literature)

Rad je okosnica za određivanje  
razvoja proizvoda. Marketinškim is-  
traživanjem ustanovljeno je kako je  
potrebno razviti novi proizvod radi  
daljnje uspješnosti na tržištu.  
Predložene razvojne faze proizvoda  
prilično su detaljno razrađene i čine  
model kojim se valja služiti pri raz-  
voju novog proizvoda u drvnoj in-  
dustriji.

Darko Motik, dipl. ing.

**Životni vijek proizvoda**  
(str. 41-53, 5 naslova literature)

Tekst o životnom vijeku proiz-  
voda logičan je nastavak prethodnog  
poglavlja knjige. Životni vijek proiz-  
voda počinje od trenutka njegova po-  
javljivanja na tržištu do njegova  
povlačenja iz prodaje. Svaki proiz-  
vod ima svoj životni vijek, bez obzira  
na to koliko on trajao. Zato je tom

marketinškom području potrebno  
pridati više pozornosti. Autor u  
ovom radu daje više različitih oblika  
krivulje životnog vijeka proizvoda i  
navodi čimbenike koji utječu na nje-  
govu uspješnost na tržištu. Životni  
vijek svakog proizvoda ima svoje  
faze uvođenja, rasta, zrelosti i pada.  
Autor u različitim fazama životnog  
vijeka proizvoda preporučuje  
različite poslovne strategije, jer ni-  
jedan proizvod ne može vječno ostati  
na tržištu.

Mr. sc. Vladimir Koštal

**Upravljanje sustavom kakvoće**

(str. 55-65, 4 naslova literature)

Autor opisuje razvoj sustava kon-  
trole kakvoće od pasivne kontrole do  
potpunog upravljanja kakvoćom.  
Kao cilj izgradnje takvog sustava mr.  
Koštal navodi ostvarivanje opti-  
malne kakvoće proizvoda i usluga.  
Koncepcije sustava osiguranja  
kakvoće u svijetu dane su samo kao  
odrednice u tom vrlo važnom po-  
dručju upravljanja i organizacije  
proizvodnje u drvnoj industriji.  
Završni dio svog rada autor  
posvećuje upravljanju kakvoćom  
(quality management) i njegovu us-  
mjerenju prema potpunom  
upravljanju kakvoćom (total quality  
management). Prednosti uvođenja  
upravljanja kakvoćom u poduzeće  
drvne industrije autor navodi u pri-  
kazu financijskih ušteda na tom po-  
dručju u svijetu. Ujedno upozorava  
kako je pri uvođenju kontrole  
kvalitete nužna osobita pozornost da  
troškovi ne bi bili previsoki, a rezul-  
tat nezadovoljavajući.

Mr. sc. Vladimir Koštal

**Utjecaj međunarodnih normi  
na državnu normizaciju**

(str. 67-81, 5 naslova literature)

Uspjeh nekog proizvođača na  
tržištu većim dijelom ovisi o kakvoći  
proizvoda. međunarodne norme  
serije ISO-9000 ne omogućuju samo  
postizanje kakvoće proizvoda, već i  
kakvoće proizvodnog procesa, što je  
ulaznica za europsko tržište. Tu ak-  
tualnu temu autor obrađuje vrlo de-  
taljno i uvodi nas u svijet kontrole

kakvoće. Uspoređujući sustavom normi ISO-9000 prilike u području kontrole kakvoće u svijetu (na temelju podataka iz literature) i u Hrvatskoj (na temelju podataka iz ankete provedene u drvnjoj industriji), autor iznosi dosta poražavajuće stanje u Republici Hrvatskoj. Stoga je predložen razvoj normizacije i sustava kontrole kakvoće u Hrvatskoj. Prikazani su svi tehnički odbori pri Državnom zavodu za normizaciju vezani za drvenu industriju, koji bi trebali pomoći pri provođenju i uvođenju sustava osiguranja kakvoće u poduzećima za preradbu drva u Hrvatskoj.

Mr. sc. Denis Jelačić  
**Koncepcija proizvodnje "upravo navrijeme"**

(str. 83-96, 7 naslova literature)  
Novo tržišno okruženje poduzeća zahtijeva i nov način upravljanja i vođenja proizvodnje. Uvode se nove koncepcije i novi način razmišljanja. Jedna od tih novih koncepcija je koncepcija just- in-time, obrađena u ovom poglavlju knjige. Autor iznosi osnovne postavke te koncepcije (potpuna kontrola kakvoće, sinkronizacija vremena, balansiranje kapaciteta, proizvodnja bez zaliha, racionalizacija). Uz navedeno, glavno je težište rada na tome da koncepcija upravo navrijeme zahtijeva stalna poboljšanja u proizvodnom procesu. Nakon osnovnih postavki autor detaljno navodi prednosti takvog načina upravljanja proizvodnjom i probleme pri njegovu

uvođenju.

Mr. sc. Denis Jelačić  
**Planiranje proizvodnih resursa novom proizvodnom koncepcijom**

(str. 97-110, 4 naslova literature)  
U proces upravljanja proizvodnim resursima u drvnjoj industriji sve se više uključuju računala. Postoje različite koncepcije planiranja proizvodnje uz podršku računala, a jedna od njih je i MRP-koncepcija, koju autor obrađuje u svom radu. Kako bi detaljno obradio samu koncepciju, autor daje potrebne ulaze i izlaze pri MRP-procesiranju. Glavni su ulazi strukturna sastavnica proizvoda, glavni plan proizvodnje i izvješće o stanju zaliha. Budući da se radi na računalima, izlazna se izvješća mogu konfigurirati prema potrebi. Autor daje i teorijsku osnovu MRP- sustava upravljanja zalihama i MRP II- sustava upravljanja svim proizvodnim resursima u poduzećima drvene industrije.

Mr. sc. Ksenija Šegotić  
**Mogućnost primjene teorije igara pri donošenju odluka**

(str. 111- 125, 4 naslova literature)  
Autorica u svom radu predstavlja jedno od područja operacijskih istraživanja postavku kojega mogu pomoći pri donošenju odluka u poduzeću. Teorija igara omogućuje odabir strategije koja će donijeti najveći profit odnosno najveći učinak. U tekstu su prikazane mogućnosti

povećanja učinkovitosti poduzeća primjenom teorije igara. Postoji više mogućnosti donošenja odluka za promatrane uvjete koje autorica postavlja, a matematika velikim koracima ulazi u područje donošenja odluka u poduzećima drvene industrije.

"Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji IV." rezultat su nastavka sustavnog istraživanja u sklopu projekta kojega je glavni i odgovorni urednik ujedno i voditelj. Autori nastoje logički i sadržajno ostvariti postavljene ciljeve projekta. Unatoč činjenici da je četvrti dio knjige "Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji" nastavak istraživanja i da čini cjelinu s prethodna tri dijela iste knjige, i ovaj se dio može zasebno promatrati i izučavati. obrađene će teme svojim sadržajem zainteresirati čitatelje i korisno poslužiti i drugim istraživačima i stručnjacima s područja drvene industrije i ostalih područja.

Knjiga je namijenjena svima koji se bave postavljanjem i razvojem proizvodnih sustava u drvnjoj industriji, no može vrlo dobro poslužiti studentima Drvnotehnološkog odjela Šumarskog fakulteta kao dopunska literatura.

Ovom je knjigom upotpunjena stručna literatura za drvenu struku, a ujedno je povećana bibliografija rada s pojedinih specijalističkih područja organizacije i pripreme proizvodnje u drvnjoj industriji.

### OBAVIJEST

#### čitateljima i posjedovateljima knjige "Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji"

Budući da od 1994. godine Hrvatska ima vlastito ISBN-obročavanje publikacija, sve su publikacije objavljene u Hrvatskoj dobile nove ISBN-brojeve. Tako je knjiga "Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji" dobila nove ISBN brojeve koje navodimo.

Knjiga	Stari broj	Novi broj
Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji I.	ISBN 86-8159-01-1	ISBN 953-6307-05-7
Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji II.	ISBN 86-8159-01-2	ISBN 953-6307-06-5
Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji III.	ISBN 86-8159-01-3	ISBN 953-6307-07-3
Proizvodni sustavi u drvnjoj industriji IV.	ISBN 86-8159-01-4	ISBN 953-6307-08-1

Mr. sc. Denis Jelačić



## Nova generacija ljepila - ljepila koja otvrdnjavaju uz prisutnost zraka, aerobno otvrdnjavajuća ljepila

Poznato je da otvrdnjavanje ljepila može biti fizikalni, kemijski ili fizikalno-kemijski proces.

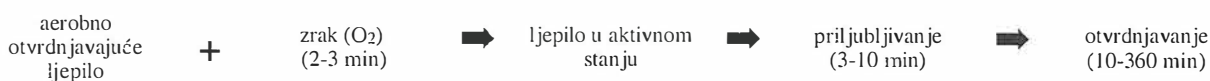
Pri kemijskim procesima potrebno je u određenom trenutku pokrenuti kemijsku reakciju. To se najčešće provodi:

- dodatkom katalizatora
- dodatkom druge komponente
- topline
- radijacijom
- primjenom zračne vlage.

U posljednjem postupku riječ je o jednokomponentnom ljepilu, uz uporabu kojega je za početak reakcije otvrdnjavanja upotrijebljena zračna vlaga.

Toplina u većini slučajeva ubrzava reakciju i osigurava njezino provođenje do kraja, a otvrdnjavanje se vrlo rijetko započinje i dovodi do kraja samo topline.

U časopisu "Farbe+Lack" objavljen je članak o novoj generaciji ljepila koja otvrdnjavaju uz prisutnost zraka, pri čemu za početak reakcije služi kisik iz zraka. Primjena kisika bolja je od uporabe vlage jer je sadržaj vlage u zraku vrlo različit, a kisika je uvijek u jednakom omjeru. Reakcija teče prema sljedećoj shemi:



Nakon 5-15 min postiže se 25 % konačne čvrstoće spoja, a nakon 15-30 min 75-% konačne čvrstoće spoja.

Ljepila su prikladna za metale, sintetične materijale i drvo.

Uza sve navedene prednosti, treba spomenuti i jedan nedostatak: ulaskom zraka u zapakirano ljepilo ono otvrdne. Prema tome, način pakiranja i doziranje treba prilagoditi tom svojstvu ljepila. Ljepilo je proizvedeno na akrilatnoj osnovi.

Autori spomenutog članka su djelatnici tvrtke Henkel, SR Njemačka.

B.Lj.

\* Gruber, W. i Carsten, F.,  
Aerob hartende Reaktionsklebstoffe,  
"Farbe u. Lack", 100, 7/1994, str. 533-535.

## Lean production - Schlanke Produktion

### Posna proizvodnja - vitka proizvodnja

U svijetu je već dugo poznat novi proizvodni koncept posne ili vitke proizvodnje. Oba su naziva dobra jer je post uzrok, a vitkost posljedica tog postupka, a za samu je proizvodnju potrebno:

- manje djelatnika
- manje kapitala
- manje energije

- manje radne površine
- manje vremena, i to uz:
- manje zastoja
- manje grešaka.

Naravno, ta je koncepcija uspješno provedena u Japanu, posebno u automobilskoj industriji te zemlje.

Što je s drvnom industrijom, odnosno industrijom namještaja?

Drvna industrija u Europi nije proživljavala tako izrazitu krizu kao neke druge gospodarske grane, no pitanje hoće li se u njoj očitovati zakašnjela kriza. Put izlaska iz krize može biti primjena koncepta posne/vitke proizvodnje.

U časopisu HK 5/94. objavljen je članak Lean Production- Ein Denkanstoss auch für die Holzindustrie (Posna/vitka proizvodnja - poticaj na razmišljanje za drvnu industriju), a u časopisu HOB tiskan je napis LEAN Management - Chance oder Werbegang (Posna/vitka proizvodnja - šansa ili reklama).

Taj novi koncept ujedinjuje obrtničku (prema korisniku usmjerenu) i industrijsku (masovnu) proizvodnju, uz uklanjanje njihovih bitnih nedostataka - visoke cijene prve i neelastičnost druge proizvodnje.

Stjecajem okolnosti naša je drvna industrija u krizi i u traženju putova preživljavanja i izlaska iz krize te upravo poseže za konceptom posne/vitke proizvodnje.

Možda bi vrijedilo truda studiozno se pozabaviti tom novom koncepcijom i njezinim uvođenjem u pogone. Pri tome treba imati na umu da uvođenje lean productiona zahtijeva dosta vremena već i zato što treba promijeniti način razmišljanja.

Na temu lean productiona napisano je dosta knjiga i članaka. Nekoliko navoda donosimo na kraju ovog prikaza.

Evo i malo šale na kraju.

Mark Twain je jednom rekao: "Budite oprezni s knjigama o zdravlju. Mogli biste umrijeti zbog tiskarske greške." Preneseno na našu temu, mogli bismo reći: "Budite oprezni s knjigama o menadžmentu. Zbog tiskarske greške mogli biste bankrotirati."

B.Lj.

Obrt		Industrija	
Nedostaci	Prednosti	Prednosti	Nedostaci
- visoki troškovi	- usmjerenost prema korisniku	- niski troškovi po proizvodu	- neelastičnost proizvodnje
- malo dokumentacije	- fleksibilnost	- ponovljivost	- niska kvaliteta
- nema zamjenjivosti	- kvalificiranost suradnika	- opsežna dokumentacija	- škart
- malene količine proizvoda	- visoka osobna odgovornost	- velike količine proizvoda	veliki troškovi kontrole
- neponovljivost proizvoda	- jednostavni oblici plaća	- standardizacija	- odvojenost planiranja i izvedbe
- mnogo fizičkog rada	- svatko pozna svakog	- zamjenjivost	- poznavanje samo neposrednih suradnika
- unikatna proizvodnja	- kvaliteta	- malo fizičkog rada	
	- malo specijaliziranog rada		
	- niska hijerarhijska ljestvica		
	- nepostojanje podjele rada		
	Vitka proizvodnja		

Pri takvom se konceptu u drvnoj industriji zahtijeva novi način razmišljanja. Rezultat toga mora biti primjeren razvoj proizvoda, zadovoljavajuća proizvodnja i prodaja uz najvišu kakvoću i optimalni servis proizvoda, pri čemu bi novčana i kadrovska ulaganja trebala biti minimalna.

Osnova za sve to je aktiviranje "humanih resursa" odnosno veće zalaganje svih suradnika i niža hijerarhijska ljestvica.

Dosadašnje razmišljanje	Novo razmišljanje
- Viša kvaliteta znači i više troškove.	- Viša kvaliteta smanjuje troškove.
- Veće serije (nalozi) snizuju troškove.	- Manje serije (nalozi) rezultiraju nižim troškovima.
- Na suradnike se ne prenosi odgovornost i ne očekuje se njihovo zajedničko razmišljanje	- Suradnici su djelotvorniji jer je na njih prenesena odgovornost te razmišljaju o unapređenju proizvodnje.
- Planovi i zadaće dolaze "odozgo".	- Planovi i zadaće zajednički se donose.
- Prihvaća se "nedostatak osjećaja" za troškove.	- Svi se nepotrebni troškov izostavljaju.

LITERATURA

- [1] Dahlgaard, N., Lean Production, HK 1994, 5, str. 552-555.
- [2] Heeg, F.J., Projektmanagement, Carl Hanser Verlag, München, 1993.
- [3] Mählek, H., Herausforderung Lean Production, VDI Verlag, Düsseldorf, 1993.
- [4] Wiegmann, F., Lean Management - Chance oder Werbegang, HOB 1994, 4, str. 52-55.
- [5] ... Lean Production, RKV Forum, 1991.

## NOVI ZNANSTVENI RADNICI

Mr. sc. TOMISLAV SINKOVIĆ



Tomislav Sinković, dipl. ing. drvne industrije, obranio je 21. lipnja 1994. godine na Sumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred komisijom u sastavu izv. prof. dr. sc. Jurica Butković, prof. dr. sc. Božidar Petrić i prof. dr. sc. Vladimir Sertić, svi sa Sumarskog fakulteta u Zagrebu, svoj magistarski rad s naslovom Fizička i mehanička svojstva juvenilnog drva jele (*Abies alba*, Mill.) iz Gorskog kotara. Mentor radnje bio je prof. dr. sc. Božidar Petrić, a članovi povjerenstva za ocjenu radnje bili su isti oni znanstvenici pred kojima je kandidat i branio magistarski rad.

## BIOGRAFSKI PODACI

Tomislav Sinković rođen je 16. rujna 1960. godine u Zagrebu. Osnovnu i srednju školu završio je u Zagrebu. Diplomirao je 19. lipnja 1987. godine na Drvnotehničkom odjelu Sumarskog fakulteta u Zagrebu. Od 1. studenog 1987. zaposlen je na Sumarskom fakultetu u Zagrebu kao pripravnik Zavoda za istraživanja u drvnoj industriji, i to za predmet Osnovne tehnologije drva. Iste je godine upisao poslijediplomski studij tehnologije drva. U zvanje asistenta za predmet Osnovne tehnologije drva izabran je 1. studenog 1990. godine. Dobitnik je stipendije Pfeuk-Europa-Studienreissstipendium za 1993. godinu.

## PRIKAZ RADNJE.

Magistarski rad ing. Sinkovića obuhvaća 112 stranica teksta, u koji je uvršteno 28 tablica, 84 slika i jedna karta. Rad je podijeljen na dvanest poglavlja: 1. predgovor, 2. Uvod, 3. Dosadašnja istraživanja, 4. Cilj istraživanja, 5. Objekt istraživanja, 6. Materijal za istraživanje, 7. Metoda istraživanja, 8. Način obrade i prikazivanja rezultata istraživanja, 9. Rezultati istraživanja, 10. Analiza rezultata istraživanja, 11. Zaključna razmatranja, 12. Literatura.

**Predgovor.** U predgovoru autor obrazlaže važnost drva, koje se kao jedina obnovljiva sirovina, a zbog sve većih

potreba za drvom, primjenom novih postupaka gospodarenja šumama uz povećanje prirasta drvene mase, svojim svojstvima razlikuje od drva dobivenoga dosadašnjim klasičnim načinima gospodarenja. S obzirom na to da su svojstva drva kao sirovine jedan od glavnih činitelja kakvoće drvenih proizvoda, autor iskazuje potrebu istraživanja njegovih promijenjenih svojstava.

Autor u predgovoru zahvaljuje svima na pomoći u izradi svog rada.

**Uvod.** Uvodni je dio posvećen opisu jele, njezinu prirodnom arealu te uporabi i opisu nekih osnovnih fizičkih i mehaničkih svojstava jelova drva.

**Cilj istraživanja.** Zbog sveobilni je upotrebe tanke oblovine, uvjetovane intenzivnim otvranjem šuma, izgradnjom novih šumskih komunikacija i mogućnošću novih načina gospodarenja šumama uz veći prirast drvene mase autor ističe važnost juvenilnog drva, čiji se udio stoga neprestano povećava. S tim u vezi autor je postavio cilj: istražiti fizička i mehanička svojstva juvenilnog drva i usporediti ih sa svojstvima zrelog drva jelovine kao važne sirovine u našoj preradi drva četinjača.

**Objekt istraživanja.** U tom poglavlju autor objašnjava podrijetlo materijala za svoja istraživanja, opisuju izbor modelnih stabala, način uzimanja probnih trupčica i kolutova, izradu proba za istraživanja fizičkih i mehaničkih svojstava drva te obrazlaže razloge takvog postupka.

**Dosadašnja istraživanja.** Poglavlje o dosadašnjim istraživanjima autor je posvetio prikazu dosadašnjih spoznaja o juvenilnome, zrelog i prezrelog drvu, njihovim razlikama u submikroskopskoj i mikroskopskoj strukturi, kemizmu te fizičkim i mehaničkim svojstvima.

**Materijal za istraživanja.** U tom poglavlju opisane su geografske i klimatske karakteristike lokaliteta s kojih su odobrena modelna stabla, osnovne karakteristike modelnih stabala, sustav izrade i karakteristike probnih uzorka izrađenih iz tih stabala.

**Metoda istraživanja.** U tom tekstu autor prikazuje načine određivanja makroskopskih karakteristika drva: širine godova, širine zona, kasnog drva i njihova postotnog udjela u izgradnji godova, načine određivanja fizičkih svojstava drva, tj. nominalne gustoće, sadržaja vode u sirovom stanju, točke zasićenosti žice, linearnih utezanja i volumnog utezanja te načine određivanja mehaničkih svojstava drva: čvrstoće na savijanje, modula elastičnosti pri savijanju, čvrstoće na udarac, čvrstoće na tlak i tvrdoće.

**Način obrade i prikazivanja rezultata istraživanja.** To poglavlje sadrži prikaz načina statističke obrade dobivenih podataka, određivanja korelacije makroskopskih, fizičkih i mehaničkih svojstava te starosti godova pomoću elektroničkog računala.

**Rezultati istraživanja.** U ovom poglavlju autor tablično i grafički prikazuje rezultate svojih istraživanja. Iz dobivenih je rezultata vidljivo da se širina godova od srčike prema kori znatno smanjuje, a pad te širine u kasnog drva mnogo manji, što u istom smjeru rezultira porastom postotnog udjela kasnog drva u godovima. Posljedica toga je povećanje gustoće drva od srčike prema kori, a usporedno s tim i tvrdoća, volumno utezanje i svi parametri čvrstoće drva. Nadalje, iz rezultata istraživanja linearnih utezanja vidljivo je da

se od srčike prema kori longitudinalno utezanje smanjuje, a tangentno i radijalno se povećavaju. Sadržaj vode u sirovom drvu u posljednjih 30-40 godina uz koru pokazuje visoke vrijednosti od približno 140-160%, zatim se unutar zone 10-20 godina prema srčici naglo smanjuje, da bi u ostalim godovima uz srčiku poprimio niske vrijednosti od prosječno 40-50%. Pritom točka zasićenosti vlakancina od srčike prema kori blago raste.

**Analiza rezultata istraživanja.** Analizirajući rezultate dobivenih istraživanja, autor je uočio da se vrijednosti nominalne gustoće drva, gustoće drva u standardno suhom stanju, volumno i tangentno utezanje drva i svi činitelji čvrstoće drva naglo povećavaju od srčike do zone između 30 i 40 godina starosti, da bi te promjene u starijim godovima bile manje. Tu stohastičku vezu autor je predočio regresijskim krivuljama jednakosti trećeg stupnja. Pri tome širina godova, nominalna gustoća, gustoća u standardno suhom stanju, volumno i tangentno utezanje, čvrstoća na savijanje, čvrstoća na tlak u longitudinalnom smjeru i čvrstoća na tlak u tangentnom smjeru, prema Roemer-Orphalovoj tablici, uvelike koreliraju sa starošću godova, a ostala svojstva pokazuju srednju ili slabu stohastičku vezu. Na temelju akte analize autor zaključuje da između juvenilnoga i zrelog drva nema oštre granice i da se juvenilno jelovo drvo proteže od srčike do zone godova starosti između 30 i 40 godina.

**Zaključna razmatranja.** Uzevši u obzir tako postavljenu granicu između juvenilnoga i zrelog jelova drva, autor zaključuje da su u usporedbi sa zrelim drvom godovi juvenilnog drva u presjeku otprilike 45% širi, da su gustoća juvenilnog drva u standardno suhom stanju te volumno i tangentno utezanje prosječno 10% manji, čvrstoća na udarac oko 7% manja, čvrstoća na tlak u longitudinalnom smjeru prosječno 11% manja, a čvrstoća na tlak u tangentnom smjeru prosječno 21% manja od čvrstoće zrelog drva.

**Literatura.** U popisu literature autor navodi 30 abecedno poredanih naslova korištene domaće i strane stručne literature. Strana stručna literatura čini trećinu literature kojom se autor služio.

## Ocjena radnje

Rad Tomislava Sinkovića, dipl. ing. drvne industrije, obrađuje područje fizičkih i mehaničkih svojstava juvenilnog drva. Svojstva juvenilnog drva naše jelovine ovim su radom prvi put temeljito istražena i uspoređena sa svojstvima zrelog drva. Autor je za svoje istraživanje odabrao pravu vrstu drva jer je jelovina u nas najčešće korištena vrsta za izradu proizvoda od drva četinjača, napose u proizvodima za građevinarstvo. Odabir materijala za istraživanje i metodika rada dobro su provedeni, a statistička obrada podataka obavljena je uz primjenu računala. Rezultati rada, analiza rezultata i zaključna razmatranja predočena su preglednim grafikovima i tablicama, uz jasna i jezgrovita objašnjenja.

Rad je znatan znanstveni doprinos poznavanju svojstava drva i njihovih varijacija, a praktične primjene tih rezultata osobito su zanimljive za primarnu preradu drva, i to zbog mogućnosti smanjenja nadmjera, poglavito u tehnici piljenja trupaca metodom prizmiranja te u dimenzioniranju nosivih drvnih elemenata.

Prof. dr. sc. B. Petrić



# NOVI WEINIGOVI AUTOMATSKI STROJEVI UZROKUJU BESANE NOĆI VAŠOJ KONKURENCIJI

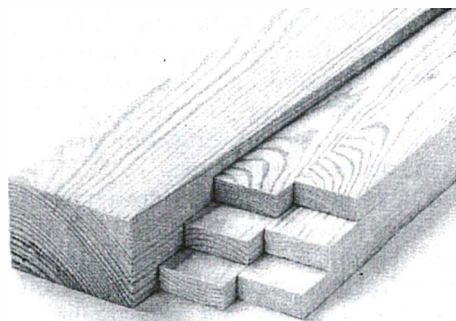


Weinig otvara nove putove kojima će vaši radovi biti obavljani brže, s višom kvalitetom površina i gospodarski uspješnije. Proizvodite umjesto jeftinih poluproizvoda, visokovrijedne pilanske proizvode.

Pripremite s Weinigom besane noći Vašoj konkurenciji prije nego to ona Vama učini.

Opširno opišite koji se automati razlikuju od strojeva s kojima ste ranije morali raditi.

Molimo zatražite od nas sve informacije.



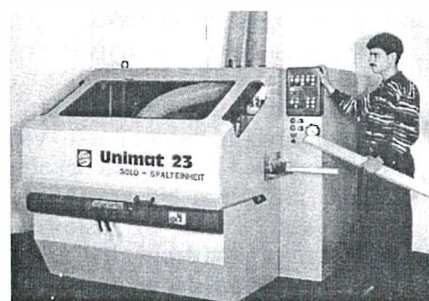
**Weinig**  
nudi više.

Michael Weinig AG, Postfach 1440, D-97934 Tauberbischofsheim  
Telefon (0) 9341/86-0, Telefax (0) 9341-7080

Molim pošaljite mi informacije za:

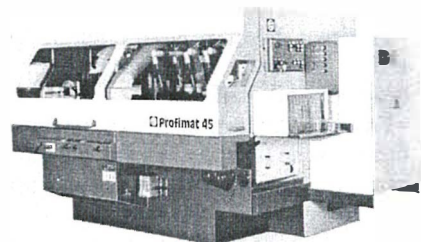
## ○ Profimat 23

koji blanja i profilira do 230 mm širine ili debljine obratka, brzog podešavanja pomaka, sigurnog kod posluživanja. To je potvrđeno ergonomskim oblikovanjem i cjelovitom gradnjom stroja



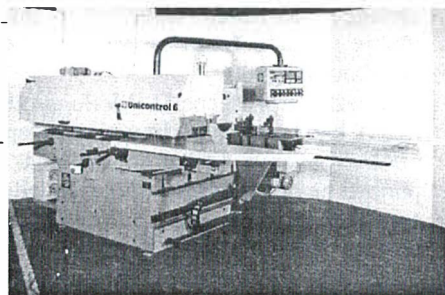
## ○ Profimat 45

moderni Weinigov univerzalni stroj za sve koji hoće svoje proizvode jasno vrednovati. Za pogone gdje se želi blanjati i profilirati od 25 - 450 mm. Za sve koji traže snažne strojeve i ugodno posluživanje pri blanjanju i profiliranju.



## ○ Unicontrol 6

Nenadmašivi automat za prozore s kojim u djeliću vremena u odnosu na dosadašnje možete i prikraćivati, podužno profilirati, urezivati, vaditi letvice za ustakljenje, izrađivati međuokvirmice. S njim povećavate svoje isporuke, također su korisni kod malih serija.



Poduzeće: .....

Ulica: .....

Grad: ..... Država: .....

Osoba za vezu: .....

Telefon: ..... Fax: .....

## UPUTE AUTORIMA

Prilikom pripreme rukopisa za tisak molimo autore da se pridržavaju slijedećeg:

- Rad treba biti napisan u trećem licu, koncizan i jasan, te metrološki i terminološki usklađen.

- Radove treba pisati uz pretpostavku da čitaoci poznaju područje o kojem se govori. U uvodu treba iznijeti samo što je prijeko potrebno za razumijevanje onoga što se opisuje, a u zaključku ono što proizlazi ili se predlaže.

- Tekst rada treba pisati strojem, samo s jedne strane papira formata A4 (ostaviti lijevi slobodni rub od namjanje 3 cm), s proredom (redak oko 60 slovnih mjesta, a stranicu oko 30 redaka), i s povećanim razmakom između odlomaka.

- Opseg teksta može biti najviše do 10 tipkanih stranica.

U iznimnim slučajevima može Urednički odbor časopisa prihvatiti radove i nešto većeg opsega, samo ukoliko sadržaj i kvaliteta tu opsežnost zahtijevaju.

- Naslov rada treba biti kratak i da dovoljno jasno izražava sadržaj rada. Uz naslov treba navesti i broj UDK (Univerzalna decimalna klasifikacija), odnosno ODK (Oxfordska decimalna klasifikacija). Ako je članak već tiskan ili se radi o prijevodu treba u bilješci na dnu stranice (fusnoti) navesti kada je i gdje je tiskan, odnosno s kojeg jezika je preveden i tko ga je preveo i eventualno obradio.

- Naslove, podnaslove u članku, opise slika i tablica treba napisati na hrvatskom i engleskom (ili njemačkom) jeziku.

- Fusnote glavnog naslova označavaju se npr. zvjezdicom, dok se fusnote u tekstu označavaju redoslijedom arapskim brojem kako se pojavljuju, a navode se na dnu stranice gdje se spominju. Fusnote u tablicama označavaju se malim slovima i navode se odmah iza tablice.

- Jednadžbe treba pisati jasno, kompaktno i bez mogućih dvosmislenosti. Za sve upotrijebljene oznake treba navesti nazive fizikalnih veličina, dok manje poznate fizikalne veličine treba i pojmovno posebno objasniti.

- Obvezna je primjena SI (Međunarodnih mjernih jedinica), kao i međunarodno preporučenih oznaka češće upotrebljivanih fizikalnih veličina. Ako se u potpunosti ne primjenjuju veličinske jednadžbe, s koherentnim mjernim jedinicama, prijeko je potrebno navesti mjerne jedinice fizikalnih veličina.

- Tablice treba redoslijedno obilježiti brojevima. Tablice i dijagrame treba sastaviti i opisati tako da budu razumljivi i bez čitanja teksta.

- Sve slike (crteže i fotografije) treba priložiti odvojeno od teksta, a na poledini - kod neprozirnih slika (ili sa strane kod prozirnih) olovkom napisati broj slike, ime autora i skraćeni naslov članka. U tekstu, na mjestu gdje bi autor želio da se slika uvrsti u slog, treba navesti samo radni broj slike (arapskim brojem). Slike trebaju biti veće nego što će biti na klišejima (najpogodniji je omjer 2:1).

- Crteže i dijagrame treba uredno nacrtati i izvući tušem na bijelom crtaćem papiru ili pauspapiru (širina najdeblje crte, za spomenuti najpogodniji omjer, treba biti 0,5 mm, a ostale širine crta 0,3 mm za crtkane i 0,2 mm za pomoćne crte). Najveći format crteža može biti 34 x 50 cm. Sav tekst i brojke (kote) trebaju biti upisani s uspravnim slovima, a oznake fizikalnih veličina kosim, vodeći računa o smanjenju slike (za navedeni najpovoljniji omjer 2:1 to su slova od 3 mm). Fotografije trebaju biti jasne i kontrastne.

- Odvojeno treba priložiti i kratak sadržaj članka (sažetak) na hrvatskom i engleskom (ili njemačkom) jeziku, iz kojeg se razabire svrha rada, važniji podaci i zaključak. Sažetak može imati najviše 500 slovnih mjesta (do 10 redova sa 50 slovnih mjesta) i ne treba sadržavati jednadžbe ni bibliografiju.

Sažetak na stranom jeziku može imati najviše 1000 slovnih mjesta.

- Radi kategorizacije članaka po kvaliteti, treba priložiti kratak opis "u čemu se sastoji originalnost članka" s kojim će se trebati suglasiti i recenzent.

- Obvezno je navesti literaturu, koja treba biti selektivna, osim ako se radi o pregledu literature. Literaturu treba svrstati abecednim redom. Kao primjer navođenja literature za knjige i časopise bio bi:

[1] KR PAN, J.: Sušenje i parenje drva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1965.

[2] ČIŽMEŠIJA, I.: Taljiva ljepliva u drvnoj industriji, DRVNA INDUSTRIJA, 28 (1977) 5-6, 145-147.

(Redoslijedni broj literature u uglatoj zagradi, prezime autora i inicijali imena, naziv članka, naziv časopisa, godina izlaska (godišta izdanja), broj časopisa, te stranice od...do...).

- Treba navesti podatke o autoru (autorima): pored punog imena i prezimena navesti zvanje i akademske titule (npr. prof., dr, mr, dipl. inž., dipl. teh., itd.), osnovne elemente za bibliografsku karticu (ključne riječi iz rada, službenu adresu), broj žiro- računa autora s adresom i općinom stanovanja.

- Samo potpuno završene i kompletne radove (tekst u dva primjerka) slati na adresu Uredništva.

- Primljeni rad Uredništvo dostavlja recenzentu odgovarajućeg područja na mišljenje. Nekompletni radovi, te radovi koji zahtijevaju veće preinake (skraćanje ili nadopune), vraćat će se autorima.

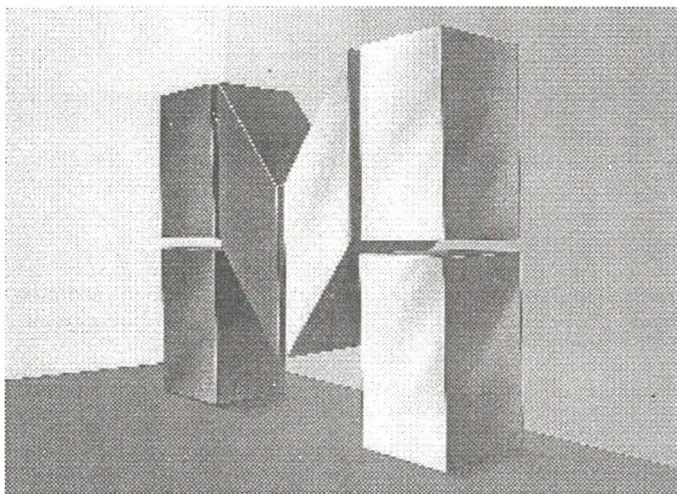
- Ako primljeni rad nije usklađen s ovim Uputama, svi troškovi usklađivanja ići će na trošak autora.

- Ukoliko autor želi separate, može ih naručiti prilikom dostave rukopisa uz posebnu naplatu.

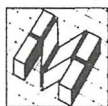
- Molimo autore (kao i urednike rubrika) da u roku od dva tjedna po izlasku časopisa iz tiska dostave Uredništvu bitnije tiskarske pogreške koje su se potkrale, kako bi se objavili ispravci u sljedećem broju.

UREDNIŠTVO

# Köln – Br. 1 za svijet namještaja



Kultura stanovanja se već 30 godina prezentira na najvažnijem specijaliziranom sajmu namještaja u svijetu. Ponuda je uvijek aktualna i inovativna, a posiovi plodonosni, jer u Kölnu se izlažu sve novosti u proizvodnji iz cijelog svijeta. Stručnjaci u Kölnu dobivaju poticaj za buduću poslovnu i proizvodnu strategiju svoje tvrtke. Trideseti Međunarodni sajam namještaja 1995. prikazat će kompletnu svjetsku ponudu: najnovije trendove uz standardni namještaj. Izložci su prezentirani kompaktno i logično po grupama proizvoda. Međunarodni sajam namještaja – IMM, Köln je br. 1 za trendove, kontakte i narudžbe. Veselimo se Vašem posjetu. Za stručnjake su rezervirani dani od 17. do 21. siječnja, a 22. siječnja je dan rezerviran za publiku – SVJETSKI DAN KULTURE STANOVANJA.



## MEĐUNARODNI SAJAM NAMJEŠTAJA

17.–22. siječanj 1995

INTERNATIONALE MÖBELMESSE  
INTERNATIONAL FURNITURE FAIR  
SALON INTERNATIONAL DU MEUBLE  
FERIA INTERNACIONAL DEL MUEBLE

ケルン国際家具見本市

 KölnMesse

Detaljne informacije – generalno predstavništvo KölnMesse za Hrvatsku, Sloveniju, Bosnu i Hercegovinu i Makedoniju

**BRANDT** d.o.o.  
MARKETING I USLUGE

Ulica Republike Austrije 36  
HR-41000 ZAGREB  
Tel: 0 41/170-333  
fax: 0 41/577-652

Grupna putovanja organiziraju:

- u Hrvatskoj: „PENTA“, Kralja Držislava 4, HR-41000 ZAGREB, tel. 0 41 417-985 fax: 0 41 412-723;  
„KOMPAS“, Gajeva 6, HR-41000 ZAGREB, tel. 0 41 4 23-545, fax: 0 41 4 26-895;  
„GLOBTOUR“, Zrnjevac 1, HR-41000 ZAGREB, tel. 0 41 434-444 fax: 0 41 420-793  
„GENERALTURIST“, Praška 5, HR-41000 ZAGREB, tel. 0 41 450-888, fax: 0 41 422633.
- u Sloveniji: „KOMPAS HOLIDAYS“, Slovenska c. 36, SL-61000 LJUBLJANA, tel. 0 61 212-960, fax: 0 61 219-111;  
„EMONA GLOBTOUR“, Strelanova 13a, SL-61000 LJUBLJANA, tel. 0 61 219-104, fax: 0 61 217-416,  
„EVROPA“, Svetozarevska 10IV, SL-62000 MARIBOR, tel. 0 62 211-532, fax: 0 62 2 62-754



# EXPORTDRVO



## EXPORTDRVO ODLUKA DOSTOJNA VAS! Pridružite nam se.

EXPORTDRVO d.d.  
MARULIČEV TRG 18  
TEL. (041) 440-222, FAX (041) 420-004

### VLASTITE FIRME, MJEŠOVITO VLASNIŠTVO I PREDSTAVNIŠTVA U INOZEMSTVU

#### VELIKA BRITANIJA Representatives of Exportdrvo Zagreb

London SW 19 1 RL  
Broadway House, second floor  
112-134 the Broadway, Wimbledon  
United Kingdom  
Tel: 9944/81/54 25 111  
Fax: 9944/81/54 03 297

#### FRANCUSKA Exportdrvo Bureau de representation

32 Bld de Picpus  
75012 Paris  
Tel: 99331/43/45-18-18  
Telex: 042/210-745  
Fax: 99331/43/46-16-26

#### NORDIJSKE ZEMLJE Exportdrvo

S-103-62 Stockholm 16  
Drottninggatan 80, 4. Tr, POB 3146  
Tel: 9946/8/790 09 83

Telex: 054/13380  
Fax: 9946/8/11 23 93

#### NIZOZEMSKA

**Exhol B. V.**  
1075 AL Amsterdam  
Oranje Nassaulaan 65  
Tel: 9931/20/717076  
Fax: 9931/206/717076

#### SAD European Wood Products Inc.

226 7th Street  
Garden City N. Y. 11530  
Tel: 991/516/294-9663  
991/516/294-9667  
Fax: 991/516/294-9675

#### NJEMAČKA

**Omnico G.m.b.H.**  
8300 Landshut (sjedište)  
Watzmannstrasse 65  
Tel: 9949/871/61055  
Fax: 9949/871/61050

4936 Augustdorf, (predstavništvo)  
Pivtsheider Strasse 2,  
Tel: 9949/5237/5909  
Telex: Omnic 041/935641  
Fax: 9949/5237/5693

#### ITALIJA

**Omnico Italiana s.r.l.**  
20122 Milano, Via Unione 2  
Tel: 9939/2/861-086  
Fax: 9939/2/874-986  
9939/2/26861134

33100 Udine (predstavništvo)  
Via Palmanova  
Tel: 9939/432/505 828  
Fax: 9939/432/510 677

#### RUSKA FEDERACIJA

**Intermebelj**  
Litvina-Sedogo 9/26  
123 317 Moskva  
Tel: 9970/952/596 933  
Fax: 9970/952/001 259