

UDK 630* 8 + 674

CODEN: DRINAT

ISSN 0012-6772



znanstveno-stručni
časopis za pitanja
drvne tehnologije

DRVNA INDUSTRIJA

Drvena industrija

Volumen 43.

Broj 3

Stranica 85-124

Zagreb, jesen 1992.

ZIDI

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI
41000 Zagreb, Svetošimunska 25, tel. 218-288, fax 218-616

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

Djelatnost Zavoda:

- 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 iz područja drvne tehnologije,
- Izdavanje stručnih edicija i publikacija,
- Permanentno obrazovanje uz rad za sve obrazovne profile u drvnj struci,
- Informatičke usluge, te usluge programiranja i obrade podataka.

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

DRVNA INDUSTRIJA

ZNANSTVENO-STRUČNI ČASOPIS ZA PITANJA DRVNE TEHNOLOGIJE

Drvna ind.

Vol. 43.

Br. 3.

Str. 85—124

Zagreb, jesen 1992.

Izdavač i suizdavači:

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU,
Zagreb, Svetošimunska c. 25

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO, Zagreb,
Trg Mažuranića 11

CROTIADRVO, d. d., Zagreb, Trg Mažuranića 6

EXPORTDRVO, p. o., Zagreb, Marulićev trg 18

Osnivač: Institut za drvo, Zagreb

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Svetošimunska c. 25, tel.: (041) 218-288,
telefax: 218-616

Izdavački savjet:

mr. Ferdo Laufer, dipl. ing. (Croatiadrvo d. d.), prof.
dr. Boris Ljuljka, dipl. ing. (predsjednik) (Šumarski
fakultet), Ivan Maričević, dipl. ing. (Hrvatsko šumar-
sko društvo), Josip Štimac, dipl. ing. i Marko Župan,
dipl. oec. (Exportdrvo) — svi iz Zagreba.

Urednički odbor:

prof. dr. Vladimir Bruči, dipl. ing., prof. dr. Jurica
Butković, dipl. ing., prof. dr. Mladen Figurić, dipl.
ing., prof. dr. Vladimir Goglia, dipl. ing., prof. dr. Vla-
dimir Hitrec, dipl. ing., prof. dr. Boris Ljuljka, dipl.
ing., prof. dr. Zdenko Pavlin, dipl. ing., prof. dr. Bo-
židar Petrić, dipl. ing., prof. dr. Rudolf Sabadi, dipl.
oec. i dipl. ing., prof. dr. Vladimir Sertić, dipl. ing.,
prof. dr. Stjepan Tkalec dipl. ing. — svi iz Zagreba.

Glavni i odgovorni urednik:

prof. dr. Božidar Petrić, dipl. ing. (Zagreb)

Urednik:

Mr Hrvoje Turkulin, dipl. ing. (Zagreb)

Tehnički urednik:

Zlatko Bihari (Zagreb)

Lektori:

Prof. Dinko Tusun (hrvatski) Zagreb
Prof. Marija Marušić (engleski) Zagreb

Pretplata:

godišnja za pojedince 800 HRD, za đake i studente
400 HRD, za poduzeća i ustanove 2000 HRD, za ino-
zemstvo 40 USD. Cijena pojedinog broja 600 HRD.
Žiro račun br. 30102-603-929 s naznakom:
za časopis »Drvna industrija«.

Rukopisi se ne vraćaju.

Izlazi kvartalno.

Časopis je oslobođen osnovnog poreza na promet na
temelju mišljenja Ministarstva prosvjete, kulture i
športa Republike Hrvatske br. 532-03-1/7-92-01 od
15. VI. 1992.

Tisak: TIP »A. G. Matoš«, Samobor

Naklada: 650 primjeraka

Naslovna stranica: Mr. Božidar Lapaine,
dipl. ing. arh.

Članci se referiraju u slijedećim sekundarnim publi-
kacijama:

Bulletin scientifique HAZU Zagreb
Forest Products Abstracts Oxford
Chemical Abstracts

OVAJ BROJ ČASOPISA SUFINANCIRA:



**HRVATSKO
ŠUMARSKO
DRUŠTVO**

ZAGREB, Trg Mažuranića 11

Telefoni: 444 206 i 449 686

Znanstveni radovi

Andrija Bogner, Vlatka Jirouš-Rajković, Vladimir Sertić, Hrvoje Turkulin	
LIJEPLJENJE JELOVINE LIGNINSKIM LJEPILOM PO KLASIČNOM I VF-POSTUPKU	87—91
Trajče Manev	
UTJECAJ BRUŠENJA NA HRAPAVOST MOĆENIH I LAKIRANIH POVRŠINA	92—99
Stjepan Petrović	
UTJECAJ NEKIH TEHNOLOŠKIH FAKTORA NA KAKVOĆU LIJEPLJENJA LAMELIRANIH PROZORSKIH PROFILA	100—104
Đurđica Trninić, Vladimir Jambreko <i>vi</i> ć, Damir Žuntar	
ODNOS IZMEĐU VRIJEDNOSTI EMISIJE FORMALDEHIDA IZ MDF PLOČA ODREĐENIH PERFORATORSKOM I WKI-24 METODOM	105—108

Stručni radovi

Stjepan Tkalec, Silvana Prekrat	
INTARZIJE — SUVREMENI KONSTRUKCIJSKI OBLICI SASTAVLJANJA FURNIRA	109—112
Marijan Brežnjak	
PROCESNA TEHNOLOGIJA U PILANI I KVALITETA PROIZVODA	113—114
Rudolf Sabadi	
PODUZEĆE I PODUZETNIŠTVO (nastavak)	115—119
Vesna Dalbelo	
MOŽE LI AUTOCAD ZAMIJENITI CRTAČU DASKU?	120—122
Sajmovi i izložbe	104
Novosti iz tehnike	99
Novi inženjeri drvne industrije	122—123

CONTENTS

Scientific papers

Andrija Bogner, Vlatka Jirouš-Rajković, Vladimir Sertić, Hrvoje Turkulin	
GLUING OF FIR WITH — BASED ADHESIVES USING THE CONVENTIONAL AND THE RF-METHOD	87—91
Trajče Manev	
THE EFFECT OF SANDING ON THE ROUGHNESS OF STAINED AND LIQUERED WOOD SURFACES	92—99
Stjepan Petrović	
EFFECT OF SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE GLUING QUALITY OF LAMINATED WINDOW PROFILES	100—104
Đurđica Trninić, Vladimir Jambreko <i>vi</i> ć, Damir Žuntar	
RELATION BETWEEN EMISSION FORMALDEHYD VALUE FROM MDF-BOARDS DETERMINATED BY PERFORATION AND DIFFUSION METHOD	105—108

Technical papers

Stjepan Tkalec, Silvana Prekrat	
MARQUETRY — MODERN CONSTRUCTIVE FORMS OF VENEER COMPOSITION	109—112
Marijan Brežnjak	
PRODUCT QUALITY AND THE CONTINUOUS PRODUCTION PROCESS IN THE SAWMILL	113—114
Rudolf Sabadi	
ENTERPRISE AND MANAGING (continued)	115—119
Vesna Dalbelo	
CAN AUTOCAD REPLACE THE DRAWING BOARD?	120—122
Fairs and exhibitions	104
Technical news	99
New masters and bachelors of wood industry engineering	122—123

Lijepljenje jelovine ligninskim ljepilom po klasičnom i VF-postupku

GLUING OF FIR WITH LIGNIN — BASED ADHESIVES USING THE CONVENTIONAL AND THE RF-METHOD

Mr. **Andrija Bogner**, dipl. ing.
Mr. **Vlatka Jirouš-Rajković**, dipl. ing.
Dr. **Vladimir Sertić**, dipl. ing.
Mr. **Hrvoje Turkulin**, dipl. ing.
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

UDK 630*824.8

Prispjelo: 26. studenog 1992.
Prihvaćeno: 04. prosinca 1992.

Izvorni znanstveni rad

S a ž e t a k

U radu je prikazan novi način lijepljenja jelovine aktiviranjem adhezijskih sila u drvu natrij-hidroksidom uz primjenu četiri vrste ljepila na bazi lignina. Pokus je proveden u klasičnom i VF-postupku stezanja (otvrdnjavanja). Uzorci su pokazali dobre početne čvrstoće i zadovoljavajuću vodootpornost.

Ključne riječi: lijepljenje jelovine — ljepila na bazi lignina — intenzifikacija otvrdnjavanja ljepila kondukcijom i pomoću VF-struje.

S u m m a r y

The study presents a new approach to the gluing of fir samples by the activation of adhesive forces in wood followed by the application of four types of lignin based adhesives. Conventional and RF curing methods were used in the experiment. The samples exhibited good initial strength and satisfactory water resistance.

Key words: Gluing of fir — lignin based adhesives — intensification of adhesive — curing by conduction and RF energy.

1. UVOD

Mnoga istraživanja u svijetu i kod nas usmjerena su u pronalaženje novih ljepila. Osnovne karakteristike novih ljepila trebale bi biti:

- niska cijena ljepila
- mogućnost jednostavnog postupka lijepljenja uz jeftinu opremu i mali utrošak energije
- da sirovska baza za proizvodnju bude jeftina, u dovoljnim količinama i po mogućnosti obnovljiva
- da imaju široku mogućnost primjene u drvenoj industriji
- da imaju dobra adhezivna svojstva
- da ne zagađuju okolinu.

Glavni razlog ovih istraživanja je bojazan od nestašice sintetičkih ljepila i njihova sva veća cijena. Od alternativnih ljepila koja se danas najviše istražuju možemo nabrojiti:

- ljepila na bazi tanina
- diizocijanatna ljepila
- ljepila na bazi lignina.

Tanin je polifenol i može se dobiti ekstrakcijom drva i kore nekih vrsta drveća. U novije vrijeme provode se istraživanja radi iznalaženja

mogućnosti njegove upotrebe kao ljepila ili sirovine za proizvodnju fenola, od kojeg bi se tada proizvodila fenolna ljepila. Problem je njegova niska reaktivnost, što se uglavnom rješava dodavanjem paraformaldehida i povišenjem temperature prešanja [4].

Diizocijanat se već industrijski upotrebljava kao vezivo za proizvodnju ploča. Prednosti ovog veziva su što ne zahtijeva skupu tehnologiju, što za otvrdnjavanje troši malo energije, dok su tehničke karakteristike ploča dobre. Negativne osobine, odnosno područja koja se istražuju, jesu problem prljanja ploča preše tijekom procesa prešanja, otvorenost cijanovih spojeva koji se razvijaju tijekom procesa, loše zapunjavanje sljubnica zbog niskog viskoziteta [4].

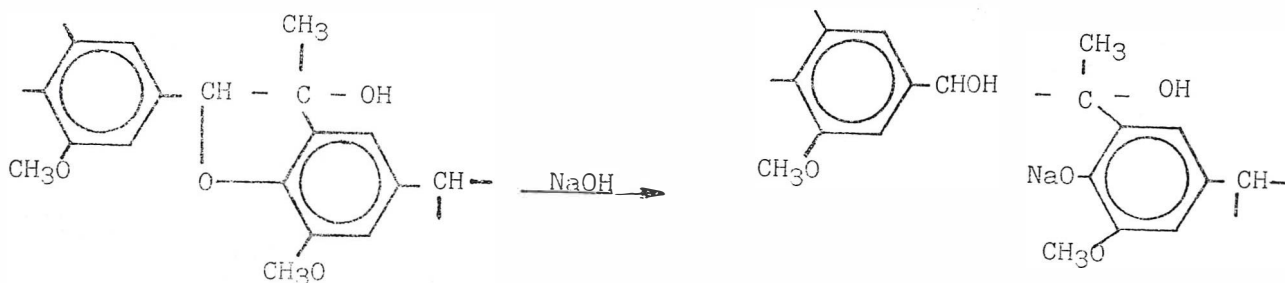
Lignin se dobiva kao nusprodukt u procesima proizvodnje celuloze. Na taj način u svijetu se danas proizvodi više od 50 milijuna tona lignina. Uporaba lignina može se podijeliti u četiri glavne skupine:

- lignin kao ostatak u drvenjači, polucelulozi i nebijeljenoj celulozi
- lignin kao gorivo
- lignin kao polimer
- lignin kao izvor nisko-molekularnih kemikalija.

Lignin se danas još uvijek uglavnom upotrebljava kao gorivo. Zbog toga istraživanja na području uporabe lignina široko su zastupljena, a ovim se istraživanjem također željelo pronaći novo upotrebno područje lignina i na taj način njegova korisnija upotreba [13].

2. KEMIZAM MODIFIKACIJE POVRŠINE DRVA NATRIJ-HIDROKSIDOM

U reakciji NaOH s drvom dolazi do procesa delignifikacije. Ovaj proces odvija se cijepanjem kisikovih mostova u molekuli lignina po slijedećoj reakciji:

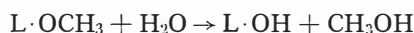


Slika 1. Reakcija delignifikacije pomoću NaOH

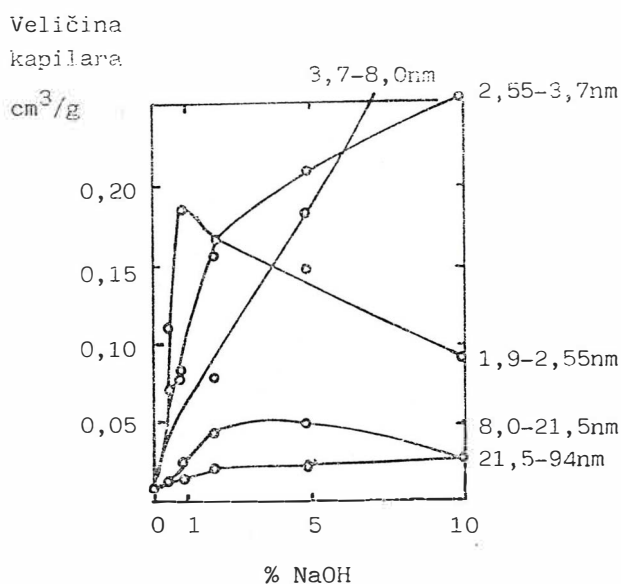
Fig. 1. Delignification of wood with NaOH

Na taj način iz lignina nastaju fenolati.

Nadalje se pod utjecajem hidrolize odcjepljuju metoksilne grupe iz lignina uz nastajanje fenolnih hidroksilnih grupa i metanola, kao što prikazuje reakcija:



Radi jednostavnosti s »L« je označen kompleks lignina.



Slika 2. Efekt vodene otopine NaOH na volumen submikroskopskih kapilara brezovine prema istraživanjima Erinsh-a i Odintsov-a

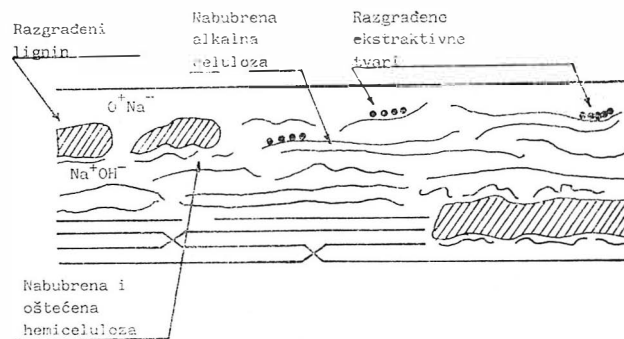
Fig. 2. Effect of aqueous sodium hydroxide on the volume of submicroscopic capillaries in birch according to Erinsh and Odintsov

Delignifikacija površine drva izaziva promjenu u submikroskopskoj strukturi sustava kapilara, jer je sada i micelarna struktura izložena alkalijskom djelovanju NaOH. Unutarnji volumen submikroskopskih kapilara doseže maksimalnu vrijednost od 0,8 cm³/g i površinu od 350—400 m²/g kod koncentracije NaOH od 10%. Ovo izaziva jako bubrenje površinskog sloja drva.

Povećanje volumena submikroskopskih kapilara raznih veličina pod utjecajem vodene otopine NaOH istraživali su prema [12] Erinsh i Odintsov 1967. i svoje rezultate su prikazali na dijagramu koji prikazujemo na slici 2.

Ovaj efekt važan je radi povećanja unutrašnje površine koja onda može sudjelovati u ad-

heziji. Drugi važan efekt je plastifikacija površinskog sloja drva, što omogućuje bolji kontakt sljubnica, dok je treći važan efekt modifikacije površine drva povećanje slobodne površinske energije stvaranjem alkalne celuloze i uklanjanjem lignina i ekstraktivnih tvari s površine. Spomenute promjene prikazane su na slici 3.

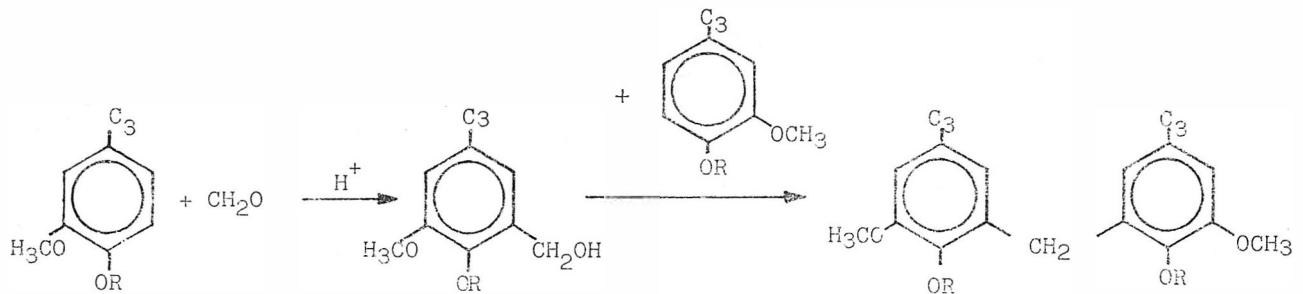


Slika 3. Shematski prikaz promjena na površini drva pod djelovanjem NaOH

Fig. 3. Schematic depiction of the effect of aqueous sodium hydroxide on the surface chemistry of wood

3. KEMIZAM LIJEPLJENJA DRVA LIGNINOM

Lignin je sastavljen od jedinica fenilpropana koje su međusobno povezane vezama ugljik — ugljik i ugljik — kisik. Kao glavni pratilac celuloze drva, prirodni lignin je higroskopian i nije topljiv u vodi, no kemijskom izolacijom lignina iz drva on postaje topljiv u vodi. Umrežavanjem



Slika 4. Reakcija umrežavanja lignina uz pomoć formaldehida

Fig. 4. Cross-linking of lignin by formaldehyde

molekula lignina preko ugljik — ugljik i eter veze smanjuje mu se sposobnost bubrenja i topljivost u vodi. Umrežavanje se postiže kondenzacijom ili u reakciji povezivanja radikala.

Formaldehid je dobro poznato sredstvo za umrežavanje, pa je radi toga i korišćen u ovom radu. Reakcija umrežavanja prikazana je na slici 4.

4. CILJ ISTRAŽIVANJA

Radi boljeg i racionalnijeg korišćenja drvne mase potrebno je istraživati nove procese lijepljenja koji će omogućiti nove i racionalnije procese prerade drva.

U finalnoj obradi drva povećava se udio lijepljenih elemenata i poluproizvoda zbog sve većeg pada kvalitete piljene građe, što je također jedan od razloga istraživanja novih tehnika lijepljenja koje će primjenjivati kvalitetna i jeftina ljepila, proizvedena od obnovljenih sirovina.

Cilj rada bio je istražiti neke mogućnosti lijepljenja jelovine ligninskim ljepilima uz prethodnu modifikaciju površine drva natrij-hidroksidom.

Istraživanje je provedeno na dva bitno različita postupka lijepljenja, ali s istim ligninskim ljepilima i sredstvima za modifikaciju sljubnica.

— U prvom postupku upotrijebljena je hidraulična preša sa zagrijanim pločama i prijenosom toplinske energije kondukcijom.

— U drugom postupku upotrijebljena je hidraulična protočna visokofrekventna preša za širinsko spajanje masiva.

5. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJA

Istraživanja prvog postupka, provedena su na jelovim pločicama poluradijalne teksture, dimenzija $100 \times 100 \times 10$ mm. Pločice su držane u eksikatoru iznad prezasićene otopine soli $\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$, kako bi se sadržaj vode u pločicama ujednačio na 8%. Sadržaj vode u pločicama kontroliran je električnim vlagomjerom RIZ-HGR-20, a vlaga zraka u eksikatoru psihrometrom.

Pločice upotrebljavane kod pokusa na VF-preši (drugi postupak) uzete su iz proizvodnje, dimenzija $400 \times 100 \times 22$ mm, a sadržaja vode 8%. Upotrijebljeno je po 5 pločica za svaku vrstu ligninskog ljepila.

Za modifikaciju površine drva koristili smo se 3 M vodenom otopinom NaOH. Svrha modifikacije površine drva bila je povećanje površinske energije kako bi ligninska ljepila mogla bolje kvasiti i time ostvariti bolji kontakt drvnih polimera, jer su pored ostalog na površini kemijski modificirane ekstraktivne tvari koje bi mogle smetati u procesu lijepljenja. Drugi važan efekt su promjene u submikroskopskoj strukturi drva.

Vodena otopina NaOH plastificira drvo, što omogućuje bolji kontakt među sljubnicama. Na površini ostaje nabubrena alkalna celuloza, dok su lignin i ekstraktivne tvari razgrađene. Na taj način stvorena je vrlo reaktivna površina, pogodna za lijepljenje.

Za lijepljenje smo se koristili s četiri ligninska ljepila, pripremljena od sulfatnog crnog luga:

1. Sulfatni crni lug gustoće 38 Bé (u daljem tekstu ima oznaku A)
2. Ljepila pripremljena od crnog luga osušenog do konstantne mase i zatim otopljenog u formalinu (u daljem tekstu ima oznaku B)
3. Ljepilo pripremljeno od luga i formalina zagrijavanjem na 80°C (u daljem tekstu ima oznaku C)
4. Ljepilo pripremljeno od lignina koji je izdvojen iz luga i zatim mu je dodan formalin (u daljem tekstu ima oznaku D)

U radu je rabljeno i resorcin-fenol-formaldehidno ljepilo, pripremljeno s dodatkom 5% katalizatora. Ovo ljepilo rabljeno je za komparaciju i u daljem tekstu ima oznaku RF, a proizvođač ljepila je CHROMOS — Zagreb.

6. METODA RADA

Od jelovih pločica dimenzija $100 \times 100 \times 10$ mm slijepljeno je u prvom procesu 35 uzoraka, iz kojih su kasnije izrađene probe za ispitivanje čvrstoće slijepljenog spoja na smik. Iz polovine uzo-

raka izrađena su, tri dana nakon lijepljenja, probe na kojima je zatim ispitana čvrstoća spoja na kidalici. Preostali dio uzoraka upotrijebljen je za ispitivanje vodootpornosti.

Uzorci su izrađeni na sljedeći način: Vodena otopina natrij-hidroksida nanosena je pomoću pipete od 2 ml po svakoj sljubnici, a nakon toga ravnomjerno je razmazana pomoću plastične lopatice. Reakcija NaOH na površini sljubnice trajala je 30 minuta. Odmah nakon toga na površinu sljubnice nanoseno je jedno od 4 preparata ligninskih ljepljiva u količini od 2 g. Ljepilo je ravnomjerno razmazano po površini drva, a nakon toga izvršeno je prešanje. Resorcin-fenolno ljepilo nanoseno je također u količini od 2 g po sljubnici.

Kompletan prikaz svih utjecajnih parametara dan je u tablici I.

Iz tablice I. vidljivo je da su uzorci s oznakama A, B, C i D imali modificiranu površinu s 3M vodenom otopinom NaOH, zatim je na površine sljubnica nanoseno ligninsko ljepilo, a prešanje je izvršeno pod nešto oštrijim režimom.

Uzorci s oznakom LA imali su modificiranu površinu prije nanošenja ligninskog ljepljiva tipa D, dok uzorci s oznakom L nisu imali modificiranu površinu, a rabljena je također ligninsko ljepilo tipa D.

Uzorci s oznakama LA, L i RF prešani su pod nešto blažim režimom, kao što je prikazano u tablici I. Uzorci s oznakom RF lijepljeni su resorcin-fenol-formaldehidnim ljepljivom i služili su za usporedbu.

Tri dana nakon lijepljenja od polovine uzoraka izrađene su probe za ispitivanje čvrstoće na

OZNAKE UZORAKA S PRIKAZOM STRAZIVANIH UTJECAJNIH PARAMETARA ZA PRVI PROCES LIJEPLJENJA

SPECIMEN GROUP IDENTIFICATION AND INVESTIGATED RELEVANT PARAMETERS FOR THE FIRST GLUING METHOD

Tablica I.

Table I.

Oznaka uzorka	Broj uzoraka	Vrsta drva	Vrsta ljepljiva	Modificirana površina s NaOH	Parametri prešanja		
					t (°C)	P _s (MPa)	(min)
A	5	JELOVINA	A	Da	150	2,0	30
B	5		B	Da	150	2,0	30
C	5		C	Da	150	2,0	30
D	5		D	Da	150	2,0	30
LA	5		D	Da	120	1,0	15
L	5		D	Ne	120	1,0	15
RF	5		RF	Ne	120	1,0	15

SREDNJE ČVRSTOĆE NA SMIK I NJIHOVE RAZLIKE

MEAN SHEAR STRENGTH VALUES AND THE SIGNIFICANCE OF THEIR DIFFERENCIES FOR VARIOUS SPECIMEN GROUPS

Tablica II.

Table II.

OZNAKA UZORKA	»SUHA« ČVRSTOĆA								»MOKRA« ČVRSTOĆA						SREDNJA ČVRSTOĆA (MPa)		
	A	B	C	D	LA	L	RF	A	B	C	D	LA	L	RF			
»SUHA« ČVRSTOĆA	A					+	+										4,06
	B					+	+			+		+	+				3,88
	C					+	+			+		+	+				4,07
	D					+	+		+	+			+	+	+		4,93
	LA	+	+	+	+						+	+	+	+			2,73
	L	+	+	+	+				+		+	+		+	+		2,18
	RF						+	+	+	+			+	+			4,80
»MOKRA« ČVRSTOĆA	A					+	+		+		+	+	+				3,29
	B	+	+	+	+				+		+	+		+	+		2,04
	C						+	+		+			+	+			4,27
	D		+				+	+	+	+			+	+	+		5,13
	LA	+	+	+	+	+			+		+	+		+	+		1,26
	L	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+		—
	RF						+	+	+	+		+	+	+			3,76

* razlika srednjih čvrstoća je signifikantna

Razlike su ocijenjene na bazi najmanje signifikantne razlike, koja uz vjerojatnost pogreške od 5% iznosi 1,103

smik. Iz svake grupe uzoraka izrađeno je deset proba na kojima je ispitana čvrstoća lijepljenja na kidalici. Preostali uzorci su radi ispitivanja vodootpornosti tretirani potapanjem u vodi temperature 67 °C u trajanju od 3 sata, a zatim potapanjem u vodi temperature 20 °C u trajanju od 2 sata. Uzorci su zatim 24 sata sušeni na sobnoj klimi. Iz ovako tretiranih uzoraka izrađene su probe za ispitivanje čvrstoće na smik koja je ispitana na kidalici.

Parametri prešanja koje smo primjenjivali prilikom rada na VF-preši bili su frekvencija 13,56 MHz, anodna struja 2,5 A, vrijeme trajanja prešanja 1,5 min i specifični pritisak 1 MPa. Svi ostali parametri koji se odnose na ligninske preparate i modifikaciju površine isti su kao i u prvom procesu.

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati dobivenih srednjih čvrstoća na smik za prvi proces lijepljenja prikazani su u tablici II. U tablici je dan prikaz srednjih čvrstoća i njihova razlika koje su ocijenjene na osnovi najmanje signifikantne razlike, koja uz vjerojatnost pogreške od 5% iznosi 1,03.

Srednja čvrstoća na smicanje masivne jelovine u smjeru vlakana i kod sadržaja vode od 15% iznosi oko 5 MPa, a srednja »suha« čvrstoća jelovine lijepljene RF-ljepilom u ovom istraživanju iznosi 4,80 MPa, dok je »mokra« čvrstoća za isto ljepilo nešto manja, ali ta razlika nije signifikantna. Najveću »suhu« i »mokru« čvrstoću postigli su uzorci s oznakom D, no i ostali uzorci, osim uzoraka s oznakama L i LA postigli su dobre »suhe« čvrstoće. Nakon testiranja vodom kod uzoraka s oznakama A i B došlo je do smanjenja čvrstoće spoja, a kod uzoraka C i D došlo je do manjeg povećanja čvrstoće (razlika nije signifikantna), što se može objasniti relaksacijom unutarnjih naprežanja nakon tretiranja vodom. Uzorci s oznakom L razlijepili su se u toku tretiranja vodom. Nakon procesa lijepljenja na uzorcima s oznakama A, B, C i D primijećeno je neznatno smanjenje debljine zbog primjene visoke temperature i pritiska.

Drugi istraživani proces lijepljenja ovim ljepilima uz primjenu VF-energije nije pokazao zadovoljavajuće rezultate, jer je u procesu lijepljenja dolazilo do probijanja i paljenja uzoraka električnom iskrom, a spojevi su imali slabu čvrstoću.

8. ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da se jelovina može dobro slijepiti aktiviranjem površine sljubnica vodenom otopinom NaOH i ligninskim ljepilima. Postignute su dobre »suhe« čvrstoće i zadovolja-

vajuća vodootpornost. Uzorci s oznakama C i D pokazali su veću »mokru« smičnu čvrstoću od uzoraka RF, koji su bili lijepljeni rezorcinfenolnim ljepilom, a kod uzoraka D ta je razlika signifikantna.

Iz rezultata istraživanja također je vidljivo da su uzorci kod kojih je ligninsko ljepilo bilo pripremljeno s formalinom pokazali veću vodootpornost. Za čvrstoću spoja važna je modifikacija površine s 3M vodenom otopinom NaOH, što se vidi po rezultatima čvrstoće uzoraka L kod kojih nije vršena modifikacija površina.

Primjena ovih ljepila zahtijeva i nešto oštrije režime lijepljenja, što dokazuje razlike u čvrstoći između uzoraka D i LA, jer je kod ovih uzoraka jedina razlika u parametrima prešanja, a veću čvrstoću ostvarili su uzorci D koji su prešani pod »oštrijim« režimima.

Istraživanja primjene VF-energije za lijepljenje jelovine ovim ljepilima nisu donijela zadovoljavajuće rezultate, jer je u procesu lijepljenja dolazilo do probijanja i paljenja, a spojevi su imali slabu čvrstoću. Ovakav rezultat može se objasniti činjenicom što su sredstva za aktiviranje površine sljubnica i ligninska ljepila proizvedena od sulfatnog crnog luga, te nisu dielektrikumi već naprotiv elektroliti koji dobro vode električnu struju, pa zbog toga vrlo brzo dostižu točku kritične jakosti električnog polja, nakon čega dolazi do probijanja električnom iskrom.

LITERATURA

- [1] Adler, E.: Lignin Chemistry — Past, Present and Future Wood Science and Technology (3) 169-250, 1977.
- [2] Christianesen, A. W.: A search for nondestructive acid catalyst for wood bonding Forest Products Journal Vol. 35, No. 9, 1985.
- [3] Erickson, J. R.: The Role of Adhesives in the Improved Use of Timber Resources J. Adhesion, 1985, Vol. 18 p. p. 273-280.
- [4] Harpole, G. B.: Comparison of Isocyanate and Phenol-Formaldehyde Bonding Costs, Wood Adhesives 1985.
- [5] Johns, W. E., June-kee, Woo: Surface Treatments for High-Density Fiberboard Forest Products Journal, May 1987, Vol 27, No. 2.
- [6] Johns, W. E., Thn Nguyen: Peroxyacetic Acid Bonding of Wood Forest Products Journal, Vol 27, No. 1, 1977.
- [7] Kelley, S. S., Young, R. A., Rammon, R. M., Gillespie, R. H.: Bond formation by wood surface reactions: Part III — Parameters affecting the bond strength of solid wood panels Forest Products Journal Vol. 33, No. 2, 1983.
- [8] Kelley, S. S., Young, R. A., Rammon, R. M., Gillespie, R. H.: Bond formation by wood surface reactions: Part IV — Analysis of furfuryl, alcohol, tannin and maleic acid bridging agents Journal of Wood Chemistry and Technology 2(3), 317-342 (1982).
- [9] Murmanis, L.: Microscopy of Acid — Activated Bonding in Wood Wood and Fiber Science, 15(3), 1983.
- [10] Rammon, R. M., Kelley, S. S., Young, R. A., Gillespie, R. H.: Bond Formation by Wood Surface Reactions: Part II Chemical Mechanisms of Nitric Acid Activation. J. Adhesion, 1982, Vol. 14, p. p. 257-282.
- [11] Raymond, A., Young, R. A., Rammon, R. M., Kelley, S. S., Gillespie, R. H.: Bond Formation by Wood Surface Reactions: Part I — Surface Analysis by ESCA Wood Science Vol. 14, No. 3, 1982.
- [12] Young, R. A., Fujita, M., River, B. H.: New approaches to wood bonding. A base-activated lignin adhesive system. Wood Science Technology 19, 363-381 (1985).
- [13] Sertić, V.: Integralno korišćenje drvene sirovine Bilten ZIDI br. 6, Zagreb 1985.

Utjecaj brušenja na hrapavost močenih i lakiranih površina

THE EFFECT OF SANDING ON THE ROUGHNESS OF STAINED AND LACQUERED WOOD SURFACES

Dr. Trajče Manev

Univerzitet »Kiril i Metodij«
Šumarski fakultet Skopje

Prispjelo: 24. 09. 1992.

Prihvaćeno: 04. 12. 1992.

UDK 630*829.1

Izvorni znanstveni rad

Sažetak

Istražena je hrapavost drvnih površina nakon brušenja, močenja i lakiranja.

Dosadašnja istraživanja bila su najčešće usmjerena na neposrednu analizu hrapavosti kao posljedicu brušenja različitim granulacijama i smjerovima brušenja i temeljena na spoznajama istraživanja iz obrade metala. Problemi preklapanja strukturnih neravnina drva i neravnina od obrade nisu dovoljno istraženi.

U ovom radu istražen je utjecaj granulacije, odnosno redosljeda granulacija i smjerova brušenja na hrapavost površine hrastovine, bukovine i borovine nakon brušenja, nakon močenja vodenim močilom, nitro-temeljnom bojom i uljnom-temeljnom bojom, te nakon lakiranja s tri sloja nitroceluloznog laka.

Mjerenjem hrapavosti vršeno je profilometrom profilografom TALYSURF 6 Rank Taylor-Hobson uz referentnu dužinu od 0,8 mm i M sistem, te parametre R_a , R_y i R_z . Redosljed granulacija i smjer $120 \perp + 150 \perp + 180 \parallel$ pokazao se povoljnijim od redosljeda i smjera $100 \perp + 150 \parallel$. Taj je utjecaj najizraženiji na borovini, a najmanji na bukovini. Strukturne neravnine hrastovine otežavaju donošenje zaključaka.

Nakon tretmana vodenim močilom, nitro-temeljnom bojom i uljnom temeljnom bojom dolazi do povećanja hrapavosti. Utjecaj je najizraženiji kod bukovine tretirane vodenim močilom. Podjednak i nešto manji efekt se vidi nakon tretmana nitro temeljnom i uljnom temeljnom bojom.

Nanošenjem laka s većim brojem slojeva smanjuje se hrapavost. Odnosi hrapavosti brušenih i močenih površina zadržavaju se i nakon lakiranja.

Ključne riječi: brušenje, granulacija, hrapavost površine.

Summary

The roughness of wood surfaces after each stage of surface treatment (sanding, staining and applying lacquer) has been investigated. Previous research work was in most cases focused on the direct study of the roughness as a result of sanding with various grit sizes of sandpaper and sanding directions. Those investigations were based on the earlier studies of metal surfaces. The problems of distinguishing structural surface irregularities of wood from roughness caused by processing have not been sufficiently investigated.

In this paper the effect of grit size, i. e. of the combination of grit sizes and directions in sanding treatment, on the roughness of wood surfaces has been investigated. The work was carried out on oak, beech and pine substrates after sanding, after staining (with water stain, nitro-based stain and oil-based stain), and after applying up to three coats of nitro cellulose lacquer.

The roughness measurement according to system M was performed using the profilograph — profilometer Rank Taylor Hobson (model Talysurf 6) over the sampling length of 0.8 mm. The values of roughness parameters R_a , R_y and R_z were recorded. The combination of grit sizes and sanding directions $120 \perp + 150 \perp + 180 \parallel$ proved more effective than the combination $100 \perp + 150 \parallel$, the best effect being achieved on pine, and the least on beech surfaces. The structural characteristics of oak make it difficult to reach definite conclusions about this substrate.

The roughness is increased after treating the wood with water stain, nitro-based stain and oil-based stain. The greatest roughness was found on beech samples treated with water stain, while nitro-based and oil-based stains caused equal roughness, through somewhat less expressed than water stain.

The application of subsequent lacquer coats reduces the roughness. The relationship between the roughness values of the sanded and stained surfaces remains similar after applying lacquer.

Key words: Sanding, grit size, surface roughness.

1. UVOD

Priprema površine veoma je važna za kvalitetu površinske obrade drvnih proizvoda. Zbog toga se velika važnost pridaje radnim fazama i operacijama kao što su brušenje i močenje površina zajedno s primijenjenim materijalima i postupcima površinske obrade.

Drvo kao podloga sa svojom anatomskom građom isto tako veoma mnogo utječe na kvalitetu površinske obrade. Mnogobrojne i različite osobine drva kao podloge pružaju velike mogućnosti za pravilan izbor i najracionalnije korišćenje u danim uvjetima površinske obrade.

Brusna sredstva kojima se brusi drvo također su veoma važna u površinskoj obradi. Različite granulacije brusnog papira omogućuju postizanje različitih stupnjeva glatkoće, koja je veoma važna u površinskoj obradi. S tim u vezi, brušenje kao operacija u fazi pripreme površine za površinsku obradu ima zadatak da dovede kvalitetu površine u odgovarajuće granice za kasniju površinsku obradu. Kvaliteta brušenja izražava se hrapavošću površina, a neki od faktora koji utječu na hrapavost su prije svega drvo kao podloga koja se brusi, granulacija brusnog papira, pravac brušenja, tlak pri brušenju, istrošenost brusnog papira, brzina brušenja itd.

Različite vrste i velik broj močila (bojila) pružaju bogat izbor za njihovu primjenu u pripremi za kasniju površinsku obradu. Močila su inače pogodan materijal za postizanje ujednačenosti boje drvnih površina i postizanje estetskog efekta finalnih proizvoda. Postoje različite vrste močila u pogledu njihova sastava i svojstava. Ona poboljšavaju izgled površine, ali i povećavaju njenu hrapavost.

Nakon močila na površinu nanosimo lakove, čija je osnovna namjena zaštita površine od raznih oštećenja, te postizanje estetskog efekta površine.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Radi pripreme površine drva za kasnije nanošenje površinskih materijala, potrebno je površinu dobro i kvalitetno zagladiti.

Zaglađivanje podloge neophodno je izvesti zbog toga što jedino glatka površina osigurava potpuno dobro kvašenje i razlijevanje površinskog materijala. Time se smanjuju neravnine na samom izolacijskom sloju, koji se u obliku tekućeg materijala — laka nanosi na površinu.

Na kvalitetu brušenih površina utječe niz različitih činilaca, a osnovni kriterij koji izražava njihov utjecaj jest hrapavost površina.

Kod tehničkih tijela, geometriju površine možemo podijeliti na makrogeometriju i mikrogeometriju.

Makrogeometrija obuhvaća oblik i stanje cjelovite pojedinačne površine, koja se bazira na idealnoj površini konkretnog tijela. Ona se određuje metodama i mjernim instrumentima za normalno mjerenje s točnošću uglavnom do 0,1 mm.

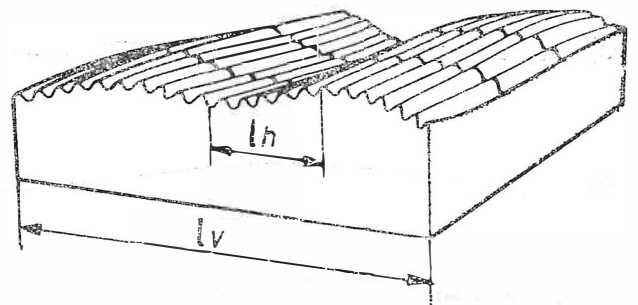
Mikrogeometrija obuhvaća oblik i stanje površine na reprezentativnim dijelovima — odsječcima površine, koja se bazira na idealnom odsječku odgovarajućeg tijela. Zbog malih dimenzija površine pri proučavanju mikrogeometrije koriste se specijalni instrumenti, uglavnom za očitovanje mikronskih vrijednosti.

Prema vrsti odstupanja stvarne veličine od idealne, DIN 4760 predviđa za preradu metala šest redova odstupanja. Neki standardi određuju geometrije površine tehničkih tijela na:

- odstupanje oblika,
- valovitost i
- hrapavost.

Po tim standardima, na dalje, odstupanja oblika i valovitost su svrstani u makrogeometriju površine, a hrapavost u mikrogeometriju.

Hrapavost predstavlja vrlo sitne neravnine na površini u obliku malih udubljenja i bregova prilično ujednačenog oblika i veličine. Uzroci nastajanja hrapavosti površina su u prvom redu oblik, vrsta i kvaliteta alata kojim se materijal obrađuje, režim obrade, te osobine materijala koji se obrađuje. To su odstupanja u mikronskim vrijednostima, čije su dimenzije u izabranom pravcu mnogostruko manje od odgovarajućih dimenzija promatranog odsječka površine (sl. 1).



Slika 1. Shematski prikaz valovitosti i hrapavosti površine: lv — valovitost, lh — hrapavost

Fig. 1. Graphic representation of surface roughness and waviness: lv — waviness, lh — roughness

Ove mikrogeometrijske nepravilnosti površina izuzetno su važne za površinsku obradu.

Naša razmatranja osnivaju se na literaturi i standardima za hrapavost u preradi metala, koristeći se pri tome svakako i dosad stečenim spoznajama u oblasti obrade drva.

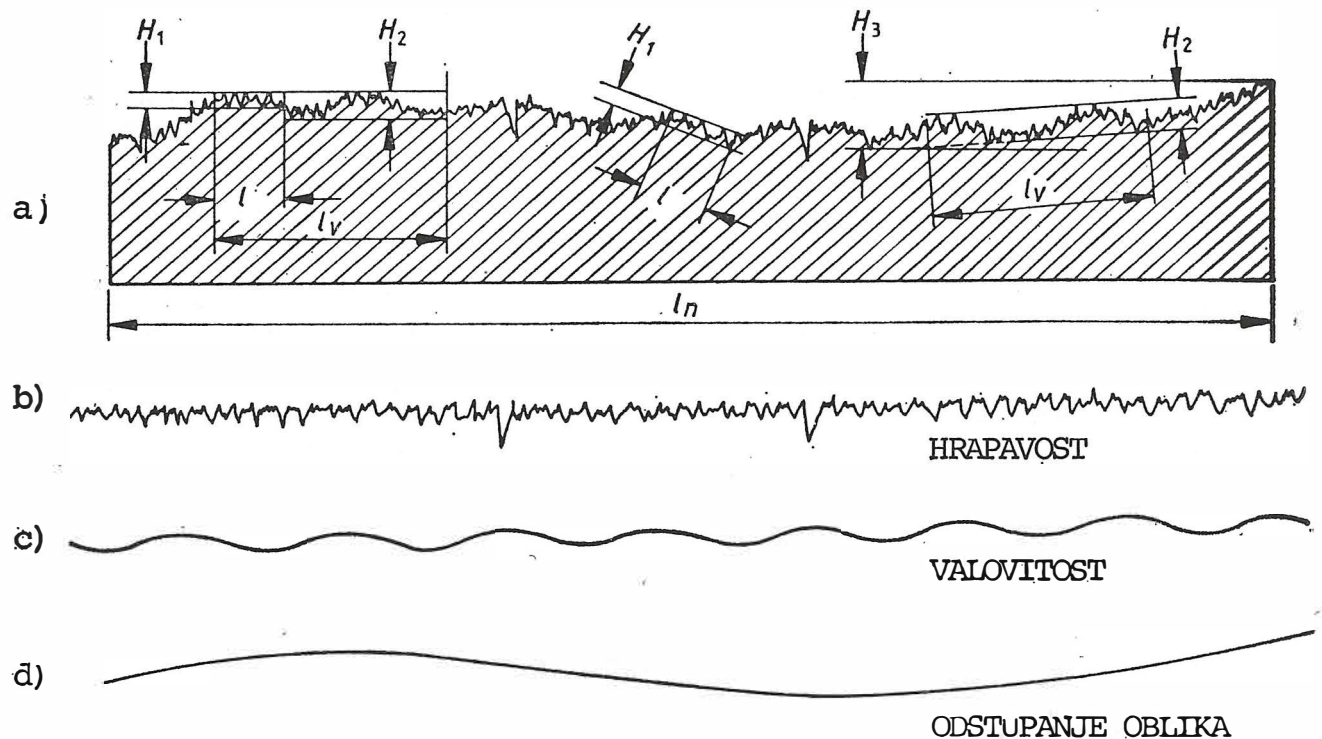
Radi definiranja hrapavosti i nastojanja da se hrapavost odijeli od ostalih vrsta odstupanja, a i kao posljedica permanentnog usavršavanja mjernih tehnika, razvijeni su posebni sustavi.

Prema raznim nacionalnim standardima, općenito se upotrebljavaju dva različita mjerna sustava:

- »M«-sustav ili sustav srednje linije (medium) i
- »E«-sustav ovojne linije (envelope).

Do sada se »M«-sustav primjenjuje u najvećem broju zemalja, a samo mali broj zemalja zasniva svoje standarde na »E«-sustavu.

Bit odvajanja pojedinih vidova odstupanja (hrapavosti od odstupanja oblika i valovitosti) u »M«-sustavu sastoji se u izboru dijela dužine profila površine na kome se izračunavaju parametri hrapavosti. Taj dio profila nazivamo »referentnom dužinom« (sl. 2).



Slika 2. Raščlanjivanje pojedinih vrsta odstupanja u »M«-sustavu, prema Aliću (1) a) složeni profil površine sa svim vrstama odstupanja, b) hrapavost predstavljena s usmjerenim i sastavljenim dijelovima profila (l), c) valovitost predstavljena s usmjerenim i sastavljenim dijelovima profila (l_v) i d) odstupanje oblika za ukupnu dužinu profila (l_n)

Fig. 2. Breakdown of the surface into different irregularities in sistem M (according to Alić, (1). a) complex surface profile with all types of irregularities b) roughness of the profile c) waviness of the profile d) error of form over overall profile length

Profil površine u sustavu »M« dijeli se na dužinske dijelove, tako da se pojedine vrste odstupanja karakteriziraju ovim dužinama.

Kod kontaktnog mjerenja hrapavosti po međunarodnom standardu ISO i standardima zemalja koje su prihvatile ovaj standard, utvrđene su sljedeće vrijednosti referentnih dužina: 0,08; 0,25; 0,80; 2,50 i 8,00 mm. Referentna dužina s jedne strane je dovoljno duga da bi sadržala statistički dovoljan broj točka koje označavaju hrapavost, a s druge je dovoljno kratka da isključi valovitost kada se kontrolira hrapavost.

2.1. Utjecajni činitelji na kvalitetu brušenih drvnih površina

Na kvalitetu brušenih drvnih površina utječe veliki broj činitelja, kao što su: vrsta drva, granulacija brusnog papira, brzina brušenja, kut godova, vrijeme brušenja, radni tlak, istrošenost brusne trake, oscilacije brusne trake, smjer brušenja itd. Svaki od ovih činitelja utječe na svoj način više ili manje na kvalitetu brušenih drvnih površina.

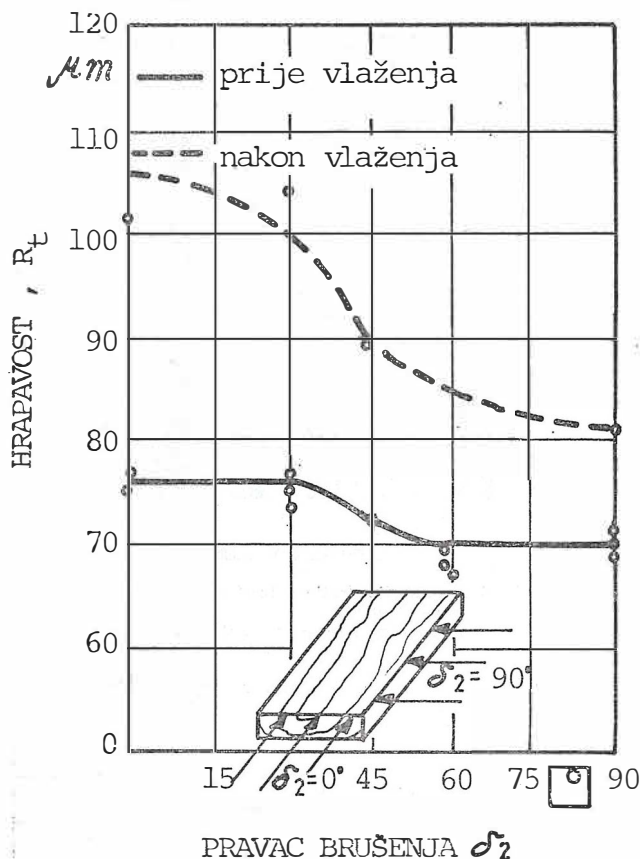
Značajke vrste drva spadaju među najutjecajnije činitelje koji određuju kvalitetu brušenih drvnih površina. Pored vrste drva na veličinu hrapavosti jako utječe i granulacija brusnog papira. Neki autori (Alić, po Buglaju /1/) navode da je utjecaj granulacije čak i izraženiji od utjecaja osobina vrsta drva.

Utjecaj granulacije brusnog papira na hrapavost površine drva Potrebić (19) je utvrdio brušenjem parene bukovine brusnim papirima granulacije 24 do 200. Ustanovio je da hiperbola najbolje prikazuje povećanje hrapavosti s povećanjem granulacije brusnog sredstva.

Smjer brušenja (okomito, poprečno ili pak koso na smjer vlaknaca) isto tako znatno utječe na hrapavost brušenih površina.

Pahlitzsch, G. i Dziobek, K., prema (1) su u svojim istraživanjima, pored utjecaja granulacije brusnog papira na veličinu hrapavosti brušene bukovine, ispitivali i utjecaj oscilacije brusne trake. Autori su došli do zaključka da se pri istoj granulaciji brusnog papira, postiže manja vrijednost hrapavosti (R_{max}) pri oscilatornom kretanju brusne trake. Ove zaključke potvrđuje i tablica I.

Isti autori, prema (23), istraživali su ovisnost hrapavosti bukovine o smjeru brusne trake pri brušenju brusnim papirom granulacije 60, a zatim i pri brušenju nakon vlaženja. Rezultati su prikazani na sl. 3.



Slika 3. Utjecaj smjera brušenja na hrapavost površina, prema (23)

Fig. 3. The effect of the sanding direction on surface roughness, according to (23)

Ustanovljeno je da pravac brušenja utječe na hrapavost brušenih površina. To se još bolje uočava nakon vlaženja površine.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA I METODA RADA

Da bi se istražio utjecaj brušenja na hrapavost močenih i lakiranih površina, potrebno je istražiti utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost brušenih, zatim močenih i na kraju lakiranih površina.

Istraživanja su provedena na pločama ivericama (dimenzija 300×200 mm) obostrano furniranim bukovim, hrastovim ili borovim furnirom. Smatra se da ovaj odabir furnira određuje specifične reprezentante u pogledu anatomsko-tehno-loških osobina komercijalnih vrsta drva.

Uzorci su brušeni ostrim abrazivom od elektrokorunda sa sljedećim kombinacijama granulacija i smjerova brušenja: 100 poprečno + 150 uzdužno i 120 poprečno + 150 poprečno + 180 uzdužno.

Močenje uzoraka izvršeno je vodenim močilom (VM), nitrotemeljnom (NTB) i uljnom temeljnom bojom (UTB).

Lakiranje uzoraka je izvedeno temeljnim i pokrivenim nitroceluloznim lakovima: 40 g/m² temeljnog laka valjčanjem, međubrušenje abrazivom od 320, zatim 80 g/m² temeljnog laka nalijevanjem i 120 g/m² završnog laka nalijevanjem.

Osnovne karakteristike ovih lakova su sljedeće:

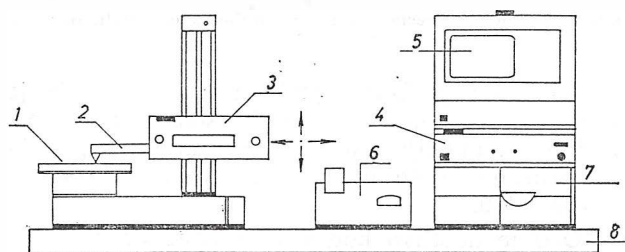
temeljni lak — osnovni

— viskoznost isporučenog laka	75 s/4
— suha tvar	24 %
— viskozitet za nanošenje	35 s/4

nitrolak polumat — završni

— viskoznost isporučenog laka	70 s/4
— suha tvar	30 %
— viskozitet za nanošenje	40 s/4

Mjerenje hrapavosti površine uzoraka vršeno je poslije svake faze obrade (brušenja, močenja, odnosno lakiranja) profilometrom — profilografom »Rank Taylor Hobson« model »Talysurf 6«, opremljenim elektroničkim računalom i pisacem (sl. 4).



Slika 4. Shematski prikaz profilometra — profilografa Talysurf 6 1 — uzorak, 2 — »Pick-up« (igla osjetila), 3 — nosač »Pick-upa« (osjetila), 4 — računalo, 5 — ekran, 6 — tastatura sa štampačem male (uske) trake, 7 — štampač široke trake i 8 — granitna ploča

Fig. 4. Configuration of the Talysurf 6 profilograph — profilometer: 1 — sample, 2 — Pick-up with stylus, 3 — Pick-up console, 4 — Computer, 5 — Monitor, 6 — keyboard with miniature dot matrix printer 7 — Dot matrix printer 8 — Granite stand

Da bi se osigurao ponavljanje mjerenja na istom mjestu na uzorku poslije različitih tretmana, označena su startna mjesta mjerenja ubodom igle. Izabrana referentna dužina iznosila je 0,8 mm. Kontaktna igla prolazila je pri mjerenju pet uzastopnih referentnih dužina na po tri mjerna mjesta na uzorku.

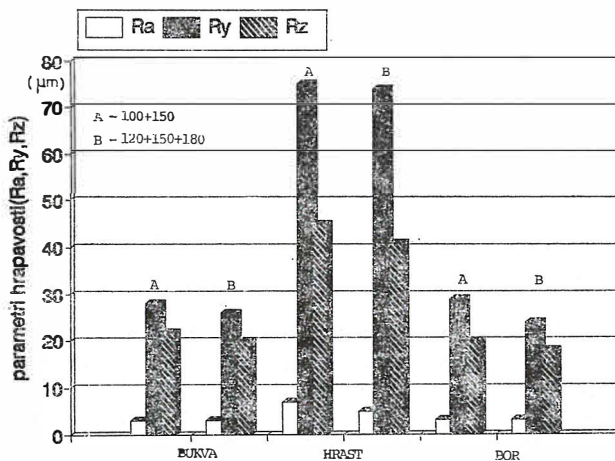
Hrapavost površina mjerena je po »M« sustavu. Za ocjenu hrapavosti korišćeni su parametri:

- R_a (aritmetička sredina apsolutnih vrijednosti odstupanja neravnina profila od srednje linije u granicama referentne dužine);
- R_y (razmak između najvišeg vrha i najnižeg doła na profilu u granicama referentne dužine);
- R_z (srednja vrijednost apsolutnih vrijednosti visina pet najviših vrhova i dubina pet najnižih dolova profila u granicama referentne dužine).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost brušenih površina

Iz podataka mjerenja srednje vrijednosti odabranih parametara hrapavosti brušenih drvenih površina prikazane su na sl. 5.



Slika 5. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost brušenih površina, kod bukvine, hrastovine i borovine

Fig. 5. The effect of the sanding treatment (combination of grit size and sanding direction) on the roughness of beech, oak and pine surfaces

Analizom grafičkog prikaza uočava se da je hrapavost veća kod površine brušene brusnim papirima granulacije 100 + 150, a manja kod površine brušene brusnim papirima granulacije 120 + 150 + 180.

Ovo je uočljivo kod sve tri vrste drva, pa to očito potvrđuje opće saznanje da režim brušenja finijim granulacijama brusnog papira povoljno utječe na hrapavost brušenih površina.

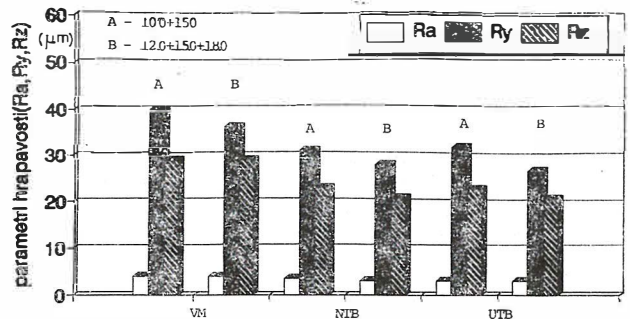
Usporedimo li parametre R_y i R_z , uočit ćemo da je najveći utjecaj granulacije (režima brušenja) na borovini, a najmanji na bukovini.

Također se jasno vidi da su parametri hrapavosti površine kod hrastovine veći u odnosu na one kod bukvine i borovine, što se obrazlaže karakterističnom strukturom te vrste drva.

4.2. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost močenih površina

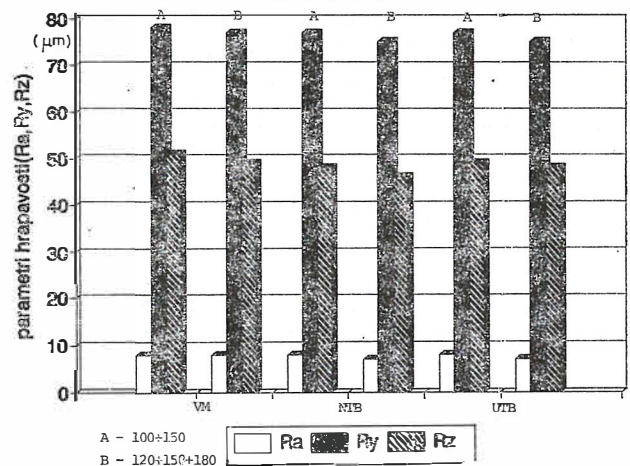
Za svaku vrstu drva i predobradbu odabranim vrstama močila izmjerena je hrapavost na tri mjerna mjesta močenih površina, nakon čega su izračunane srednje vrijednosti parametara hrapavosti.

Rezultati ovih istraživanja prikazani su na slikama 6, 7 i 8.



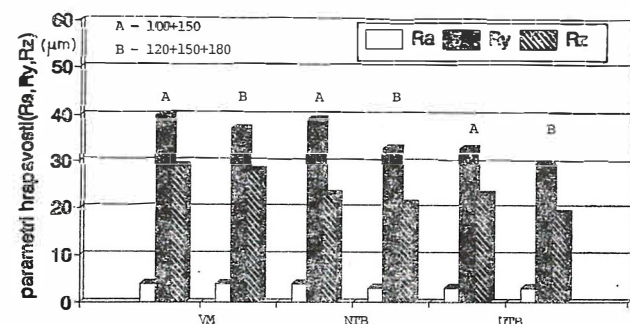
Slika 6. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost močenih površina, kod bukvine

Fig. 6. The effect of sanding treatment on the roughness of stained beech surfaces



Slika 7. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost močenih površina, kod hrastovine

Fig. 7. The effect of sanding treatment on the roughness of stained oak surfaces



Slika 8. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost močenih površina, kod borovine

Fig. 8. The effect of sanding treatment on the roughness of stained pine surfaces

Na slikama 6, 7 i 8 vidljivo je da je hrapavost moćenih površina (prema sva tri parametra, R_a , R_y i R_z) za sve tri vrste drva i za oba sustava brušenja znatno veća u odnosu na hrapavost brušenih površina.

Kod moćenih površina vrijednosti veličine hrapavosti veće su kod prvog režima brušenja (100 + 150) nego kod drugog režima (120 + 150 + 180).

Pojava veće hrapavosti kod moćenih nego kod samo brušenih površina mogla se očekivati, jer je hrapavost moćenih površina uvjetovana bubrenjem i izdizanjem elemenata strukture drva pri brušenju i nakon sušenja. U tom pogledu, najveća hrapavost opaža se kod bukovih i borovih površina moćenih vodenim močilom, a manja i skoro podjednaka kod površina moćenih nitrotemeljnomo i uljnom temeljnom bojom. Kod hrastovine, za sve tri vrste močila hrapavost je podjednaka. Ova se pojava na hrastovini može obrazložiti velikim utjecajem krupnih pora (strukturne neravnine) na rezultate mjerenja.

Relativno malene razlike hrapavosti između tretmana VM i NTB na borovini zahtijevaju dalja istraživanja.

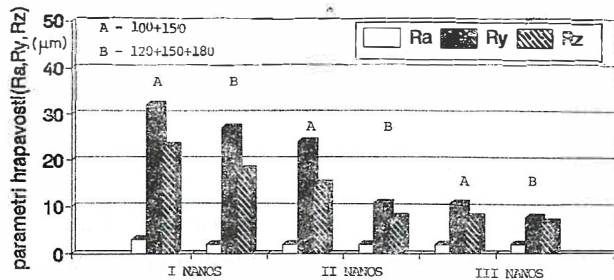
Na osnovi gore iznesenog može se reći da se hrapavost skoro podjednako prenosi s brušenih na moćene površine, odnosno hrapavost moćenih površina koje su prethodno brušene brusnim papirima granulacije 100 + 150 nešto je veća od hrapavosti moćenih površina koje su prethodno brušene brusnim papirima granulacije 120 + 150 + 180.

4.3. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina

Za svaku vrstu drva i svaki nanos laka kod oba sustava brušenja izmjerena je hrapavost na tri mjerna mjesta površine, nakon čega su izračunane srednje vrijednosti parametara hrapavosti.

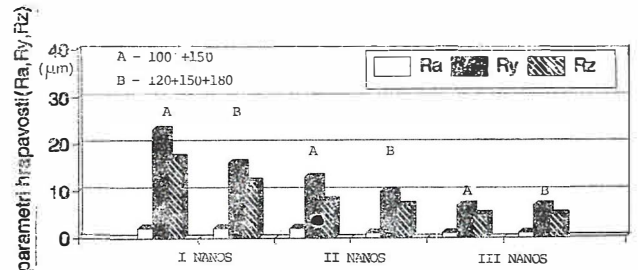
Rezultati hrapavosti (i izračunate srednje vrijednosti parametara hrapavosti) nakon nanošenja svakog sloja laka prikazane su na slikama 9 do 17.

Analizom dobivenih rezultata ustanovljeno je da je hrapavost lakiranih površina, kod sve tri



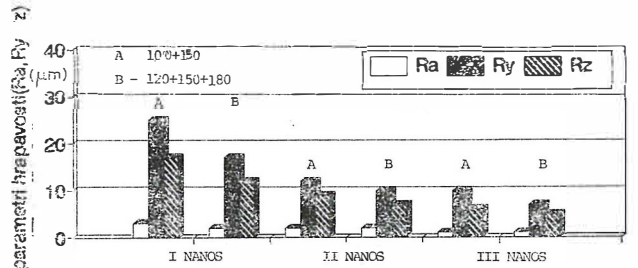
Slika 9. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod bukovine, moćene VM

Fig. 9. The effect of sanding treatment on the roughness of water stained and lacquered beech surfaces



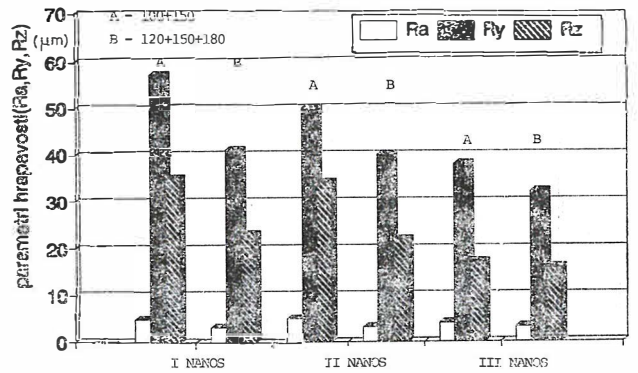
Slika 10. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod bukovine, moćene NTB

Fig. 10. The effect of sanding treatment on the roughness of ditro stained and lacquered beech surfaces



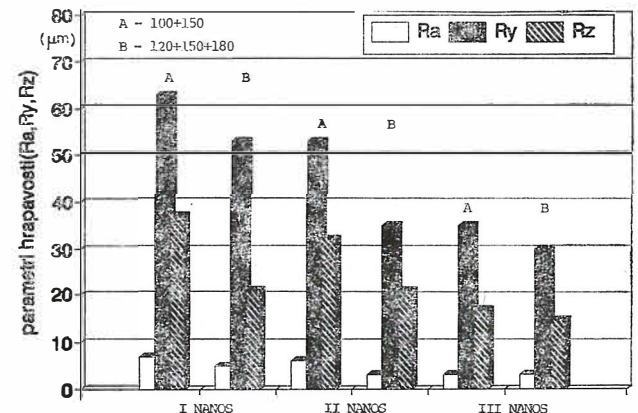
Slika 11. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod bukovine, moćene UTB

Fig. 11. The effect of sanding treatment on the roughness of oil-stained and lacquered beech surfaces



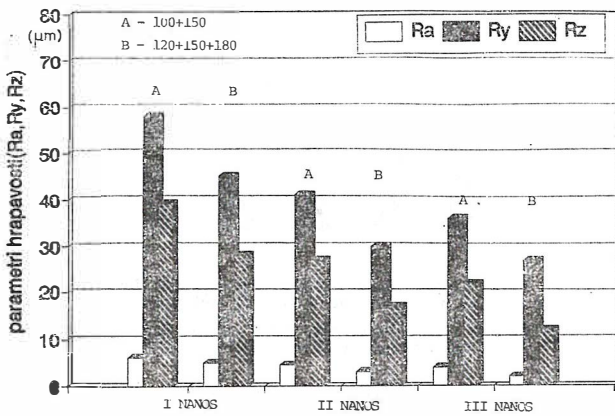
Slika 12. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod hrastovine, moćene VM

Fig. 12. The effect of sanding treatment on the roughness of water stained and lacquered oak surfaces



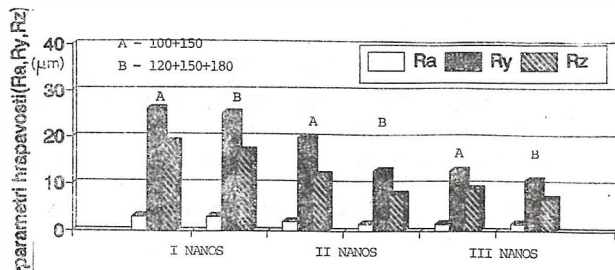
Slika 13. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod hrastovine, moćene NTB

Fig. 13. The effect of sanding treatment on the roughness of nitro stained and lacquered oak surfaces



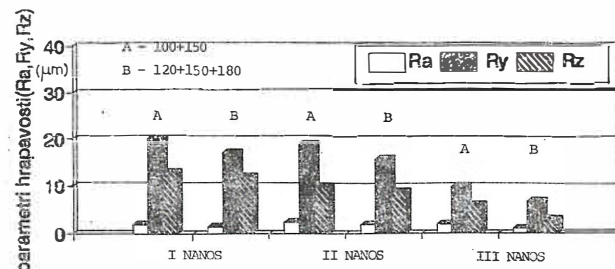
Slika 14. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod hrastovine, močene UTB

Fig. 14. The effect of sanding treatment on the roughness of oil-stained and lacquered oak surfaces



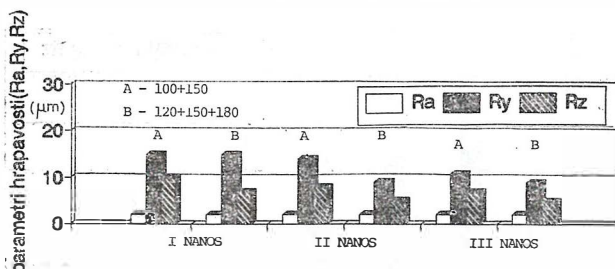
Slika 15. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod borovine, močene VM

Fig. 15. The effect of sanding treatment on the roughness of water stained and lacquered pine surfaces



Slika 16. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod borovine, močene NTB

Fig. 16. The effect of sanding treatment on the roughness of nitro stained and lacquered pine surfaces



Slika 17. Utjecaj granulacije (režima brušenja) na hrapavost lakiranih površina, kod borovine, močene UTB

Fig. 17. The effect of sanding treatment on the roughness of oil-stained and lacquered pine surfaces

vrste drva i kod sva tri nanosa laka, veća kod površina koje su prethodno bile brušene brusnim papirima granulacije 100 + 150, a manja kod površina koje su prethodno bile brušene brusnim papirima granulacije 120 + 150 + 180.

Zapaža se da je hrapavost lakiranih površina najveća nakon prvog nanosa laka, zatim nešto manja nakon drugog nanosa, a najmanja nakon trećeg — završnog nanosa laka. To znači da svaki slijedeći nanos laka smanjuje u stanovitoj mjeri hrapavost lakiranih površina.

Iz prethodnih grafikona općenito je vidljivo da se odnosi hrapavosti brušenih i močenih površina, kod sve tri vrste drva, u osnovi zadržavaju i nakon lakiranja.

5. ZAKLJUČAK

U ovom istraživačkom radu izneseni su podaci o izvršenim istraživanjima utjecaja brušenja na hrapavost močenih i lakiranih površina.

Provedena istraživanja i dobiveni rezultati u ovom radu omogućuju nam da iznesemo slijedeće osnovne zaključke:

- granulacija brusila (režim brušenja) i struktura drva bitno utječu na hrapavost površine;
- režim brušenja 120 + 150 + 180 pokazao se povoljnijim na sve tri vrste drva od režima 100 + 150 i to nakon brušenja, nakon močenja i nakon lakiranja;
- hrastovina je u provedenim istraživanjima pokazala najveću hrapavost, iako je tu teško odvojiti utjecaj strukturnih neravnina od utjecaja neravnina nastalih obradom;
- močenje vodenim močilom, kao što se i očekivalo, uzrokuje najveću hrapavost. U pogledu usporedbe nitrotemeljne boje i uljne temeljne boje, rezultati na borovini u bukovini nisu jednoznačni.

Povećanjem broja slojeva nanesenog NC-laka, smanjuje se hrapavost lakiranih površina.

Odnosi hrapavosti brušenih i močenih površina kod sve tri vrste drva u osnovi se zadržavaju i nakon lakiranja.

UTJECAJ OSCILACIJE BRUSNE TRAKE NA HRAPAVOST BUKOVINE, prema Aliću¹

Tablica I.

THE EFFECT OF BELT OSCILATIONS ON BEECH WOOD ROUGHNESS

Table I.

Granulacija	Hrapavost (R _{max}) μm	
	s oscilacijom	bez oscilacije
60	40	52
120	25	44
150	17	20

LITERATURA

[1] Alić, O.: Svršishodnost pokazatelja hrapavosti površine i njihovi odnosi kod brušenih drvenih furniranih ploha. Disertacija, Sarajevo, 1971.
 [2] Alić, O.: Hrapavost površine tehničkih — drvenih tijela. Institut za preradu drveta, Šumarskog fakulteta, Beograd, 1975.
 [3] Andronov, D. N.: Krašenie drevesiny sposobom glubokoj propitki. Derevoobrab. Prom., (1962), 10.
 [4] Brocker, W.: Holzbeizen und Holzbeizverfahren. Wuppertal-Barmen.

- [5] Buglaj, B. M.: K voprosu normalizaciji čistoty poverhnosti drevesiny v proizvodstve mebeli. Derevoobrab. Prom., (1957), 1. i (1957), 2.
- [6] Buglaj, B. M.: Nekatoryje voprosy podgotovki poverhnosti k otelke, Derevoobrab. Prom., (1957), 12.
- [7] Dieter, Z.: Holzbearbeitung in Übersichten. Leipzig. 1968.
- [8] Galijan, B.: Utjecaj brušenja na površinsku obradu namještaja. Bilten ZIDI, (1981), 4.
- [9] Hann, R. A.: Method of Quantitative Topographic Analysis of Wood Surfaces, Forest Products Journal, (1957), 12.
- [10] Jaić, M.: Svojstva ploča dobijenih kombinacijom iverja i vlakana sa posebnim osvrtom na kvalitet površine. Disertacija, Beograd, 1987.
- [11] Janković, A.: Površinska obrada drveta. Beograd, 1972. i 1975.
- [12] Janković, A.: Odnos hrapavosti i krupnoće brusnih zrna kod brušenja drveta. Šumarstvo, (1969), 9—10.
- [13] Janson, E. R.: Profilometr dlja izmerenija čistoty obrabotki drevesiny. Derevoobrab. Prom., (1955), 2.
- [14] Ljuljka, B. i suradnici: Površinska obrada drva. SIZ odgoja i usmjerenog obrazovanja šumarstva i drvne industrije. Zagreb, 1980.
- [15] Ljuljka, B.: Faktori kvalitete namještaja. Drvna ind. (1978), 11. i 12.
- [16] Pavlič, I.: Statistička teorija i primjena. Zagreb, 1965.
- [17] Pahlitzsch, G., Dziobek, K.: Einflüsse der Bearbeitungsbedingungen auf die Güte vorgeschliffener Holzoberflächen. Holz als Roh- u. Werkstoff, (1962), 4.
- [18] Potrebić, M.: Teorijske postavke i osnovni merni sistemi za merenje rapavosti površine. Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu, (1974), 46.
- [19] Potrebić, M.: Brušenje drveta — zavisnost između krupnoće brusnog zrna i rapavosti površine drveta. Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu, (1975), 48.
- [20] Potrebić, M.: Početna rapavost površine nekih glavnijih vrsta furnira. Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu, (1974), 46.
- [21] Rašić, M.: Vodena močila. Drvna ind., (1971), 9—10.
- [22] Rašić, M.: Močila za drvo. Drvna ind., (1964), 7.
- [23] Ridjić, T.: Utjecaj brušenja na kvalitetu površine i površinsku obradu nitroceluloznim lakovima. Magistarski rad, Zagreb, 1987.
- [24] Rinkefeil, R.: Die Bestimmung der Qualität von Holzoberflächen mit Profilschnitgeräten und ihre ökonomische Grenze. Holztechnologie, (1962), 1.
- [25] Stumbo, D. A.: Surface texture, measurement methods. Forest Products Journal, July 1963.
- [26] Ugrenović, A.: Tehnologija drveta, 1960.

NOVOSTI IZ TEHNIKE

PLASTIČNI MATERIJAL OJAČAVA ČELIK

Da plastični materijali mogu ojačavati i ukrucivati čak i čelične konstrukcije pokazuje Bayer AG na Sajmu plastike u Düsseldorfu. Bayer je za tu kombinaciju materijala razvio kako tehnike za konstrukciju tako i potreban know-how za preradu.

Nosive čelične strukture često se, zbog smanjenja težine proizvode od tankostijenih limenih profila. Slaba mjesta takvih konstrukcija su sklonost takovih struktura izbacivanju — jednom obliku otkazivanja koji je određen geometrijom konstrukcijskog elementa i sprečava potpuno iskorištenje svojstva konstrukcijskih materijala. Relativno malim silama čelična se konstrukcija ipak može zadržati u svom »obliku«. Od termoplastičnih se materijala npr. mogu injekcijskim prešanjem proizvoditi kompleksni konstrukcijski dijelovi male težine, koji su izvanredno prikladni za te zadatke. Na taj se način sprečava prijevremeno otkazivanje čelične strukture, a učinkovitost konstrukcije može se bitno poboljšati.

Spajanje čeličnih profila s plastičnim orebrenjem može se izvesti na dva načina:

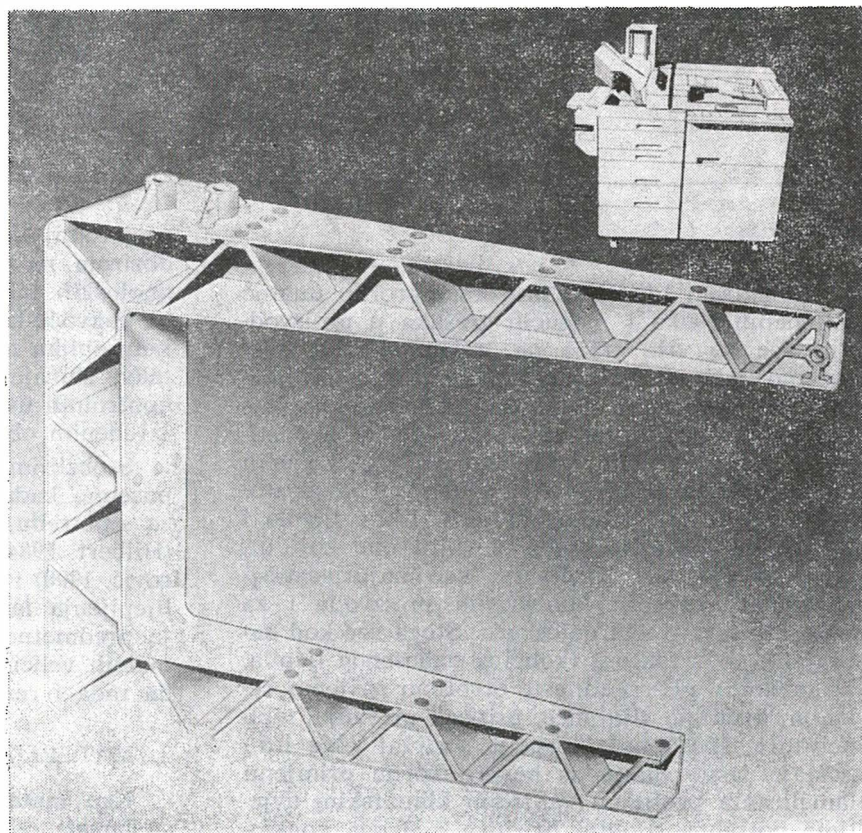
1. Polaganjem limenog profila u kalup za injekcijsko prešanje te »nabrizgavanjem« plastične strukture.
2. Zasebnom proizvodnjom obje strukture te njihovo spajanje vijcima, vrućim porubljanjem ili ljepljenjem.

Recikliranje kombinacije metal-plastika nije problematično. Oba se konstrukcijska materijala mogu jednostavno odvojiti jedan od drugog prema svojoj strukturi. Mehanička svojstva reciklata ostaju u području originalne robe.

Kombinacijom čelika i plastičnog materijala mogu se ekonomično proizvoditi elementi, koji se ponajprije odlikuju slijedećim karakteristikama: visoka krutost kao i visoka opteretivost te sigurnost zbog povoljnog ponašanja pri preopterećenju, složeni oblici i dekorativne površine. Pored primjene u indus-

triji motornih vozila kao što su vrata, nosači ploče s instrumentima, branici i sjedala, takvi elementi nalaze primjenu i u drugim područjima, npr. strukturni dijelovi strojeva za šivanje, strojeva za pranje rublja, u proizvodnji namještaja i izradi skija.

B. Lj.



Konzola za fotokopirni aparat

Utjecaj nekih tehnoloških faktora na kakvoću lijepljenja lameliranih prozorskih profila

EFFECT OF SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE GLUING QUALITY OF LAMINATED WINDOW PROFILES

Dr. Stjepan Petrović, dipl. ing.
Krems Chemie Krems

UDK 630*824.8:630*833

Prispjelo: 12. rujna 1992.

Prethodno priopćenje

Prihvaćeno: 4. prosinca 1992.

Sažetak

U radu je ispitan utjecaj nekih tehnoloških činitelja (količina nanosa ljepila, zatvoreno vrijeme, vrijeme prešanja) na kvalitetu lijepljenja lameliranih prozorskih profila od jelovine/smrekovine dvama dvokomponentnim ljepilima. Kakvoća lijepljenog spoja određivana je (na 50 mm dugim odrescima elemenata za izradu okvirnica) testom delaminacije nakon hidrotermičkog tretiranja. Sljubnice su na poprečnim presjecima bile razlijepljene na 0—90% ukupne duljine. Izbor kombinacije utjecajnih činitelja, te njihove vrijednosti, koji osiguravaju optimalne rezultate lijepljenja direktno su primjenjivi u praksi.

Ključne riječi: Lijepljenje, lamelirani prozori, delaminacija.

Summary

This paper investigates the influence of some technological parameters (quantity of glue spread, assembly period and pressing period) on the gluing quality of fir/spruce window profiles. Fir/spruce lamellae were glued together with two types of twocomponent adhesive. The quality of the glue bond was determined on 50 mm long blocks cut from window frame profiles. The delamination test was carried out following the application of soaking cycles at various temperatures.

The blocks exhibited delamination over 0—90% of the overall length of the glue line on the end-grain surfaces.

The combination of gluing parameters and their values which assures optimal gluing results is directly applicable in the manufacturing process.

Key words: Gluing, laminated windows, delamination.

1. UVOD

Lamelirani lijepljeni prozorski profili, unatoč određenih rizika i mogućih grešaka u proizvodnji, sve se više traže na tržištu. Razlog vjerojatno leži u značajnom poboljšanju svojstva, npr. povećanju stabilnosti i prigušenju mogućih deformacija gotovih elemenata, te u postizanju racionalizacije prerade drva. Od mogućih faktora rizika (izbor vrste, kakvoće i strukture drva, preciznost izrade sljubnica, izbor ljepila i lijepljenje) posebno treba izdvojiti one koji utječu na čvrstoću lijepljenja kao najutjecajniji parametar kakvoće lameliranih proizvoda i za sada uzrok najvećih poteškoća. Stoga već kod nabrajanja ovih faktora (količina nanosenog ljepila, viskozitet i pH-vrijednost, otvoreno vrijeme čekanja, kvaliteta sljubnice, pritisak prešanja, temperatura, sposobnost sorpcije, sadržaj vode itd.) postaje jasno da je za besprijekornu primjenu lameliranih profila u vanjskim klimatskim uvjetima potrebna osobito brižliiva i stroga kontrola kakvoće u svim fazama tehnološkog procesa

proizvodnje. Nepridržavanje tih uvjeta može, s obzirom na međusobne ovisnosti navedenih tehnoloških faktora, imati za posljedicu nedovoljnu kakvoću lameliranih profila, koja se u najgrubljem obliku manifestira kao delaminiranje. Da su takvi slučajevi mogući, potvrdila su ispitivanja kontrolnih ustanova, odnosno reklamacije na već izvedenim objektima.

S obzirom na kompleksnost ove problematike, posebno kada se radi o lijepljenim proizvodima za upotrebu u vanjskim klimatskim uvjetima (Hilbert, 1984; Neusser, Schall, 1972. i 1974; Petrović, 1990) i na potrebu da se faktori rizika kod lijepljenja lamela svedu na minimum, poduzeto je predmetno istraživanje radi utvrđivanja optimalnih veličina nekih tehnoloških faktora. Metoda rada i rezultati analizirani su u nastavku.

2. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJE

Kao materijal za istraživanje upotrijebljene su lamele od drva smreke/jele slijedećih dimenzija:

— dužina (ograničena formatom preše) 300 mm
 — širina 83 "
 — debljina 25 "

— vrste drva smreka/jela
 — temperatura prešanja 20—23 °C
 — sadržaj vode u drvu 10—11%
 — tlak prešanja 0,7 MPa

Za lijepljenje su upotrijebljena dva tipa dvo-komponentnog ljepila (B 4 prema DIN-u):

— DURO-LAK V 150 + otvrđivač K 101
 — DURO-LAK V 260 + otvrđivač K 101

PLAN POKUSA S PRIKAZOM TEHNOLOŠKIH PARAMETARA

Tablica I.

EXPERIMENT SCHEME WITH THE RELEVANT GLUING PARAMETERS

Table I.

Utjecajni faktor	Nivo djelovanja faktora		
	1	2	3
Nanos ljepila* A (g/m ²)	150 A ₁	175 A ₂	200 A ₃
Ukupno vrijeme čekanja B (min)	6 B ₁	15 B ₂	—
Vrijeme prešanja C (min)	20 C ₁	40 C ₂	—

* jednostrano

3. METODA RADA

3.1. Izrada lameliranih uzoraka

U skladu s postavljenim ciljem, istraživanje je provedeno prema slijedećem planu pokusa (tablica I).

Moguće kombinacije variranih faktora navedene su u tablici II.

Tijekom provedbe pokusa, na konstantnom nivou zadržani su slijedeći faktori:

MJERODAVNI TEHNOLOŠKI PARAMETRI I REZULTATI DELAMINACIJE ZA POJEDINE PROBE

TECHNOLOGICAL GLUING PARAMETERS AND DELAMINATION RESULTS FOR INDIVIDUAL SAMPLES

Tablica II.

Table II.

Oznaka kombinacije (otpreska)	Nanos ljepila g/cm ² (1)	Vrijeme čekanja min	Vrijeme prešanja min	Volumna masa kg/m ³	Sadržaj vode %	Oznaka epruvete	Delaminiranje %
1	150	6	20	409	10,8	1 2	0 0,3
1a	150	6	20	394	10,8	1 2	0 0
2	150	15	25	397	10,0	1 2	9,8 3,6
2a	150	6	25	415	10,0	1 2	0 0
3	150	15	30	429	10,0	1 2	3,3 3,9
4	150	15	40	386	11,0	1 2	4,6 3,6
5	175	13	20	444	10,0	1 2	0 0
6	175	6	25	412	10,0	1 2	0 0
7	175	6	30	404	10,0	1 2	5,3 7,1
8	175	6	40	447	11,0	1 2	5,4 7,1
9	200	6	20	436	10,7	1 2	0,5 5,1
10	200	6	25	408	10,5	1 2	5,9 8,9
11	200	6	30	374	10,8	1 2	0 2,1
12	200	6	40	422	10,7	1 2	0 0
13 ²	150	6	25	401	10,0	1 2	2,1 4,8
14 ²	175	6	25	397	10,7	1 2	0 0

¹ jednostrano² ljepila DURO-LAK V 260^a ponovljene kombinacije

Prije provedbe lijepljenja lamele su kondicionirane u uvjetima normalne klime (23 °C/50% r.vl.) u trajanju od 7 dana, a potom oblanjane radi egaliziranja debljine.

Priprema ljepljiva provedena je prema uputama proizvođača ljepljiva (Fa. Henelit), tj. na 100 težinskih dijelova ljepljiva dodano je 5 težinskih dijelova otvrdnjivača.

Na tako pripremljene lamele jednostrano je pomoću nazubljene plastične lopatice nanoseno pripremljeno ljepljivo u skladu s količinama navedenim u planu pokusa (tablica I). U procesu izrade lameliranih profila i ostali tehnološki parametri zadržani su u planiranim okvirima.

Nakon izrade lamelirani otpresci su uskladišteni u uvjetima standardne klime (23 °C/50% relativne vlage) u trajanju od 6 tjedana radi potpunog vezanja ljepljiva, a potom ispitani.

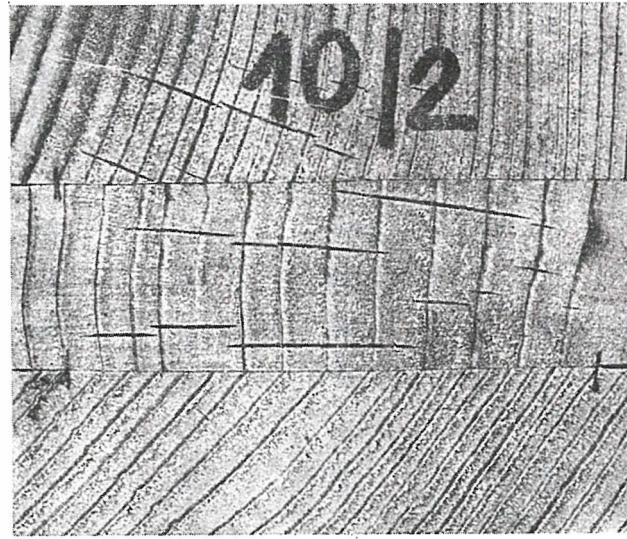
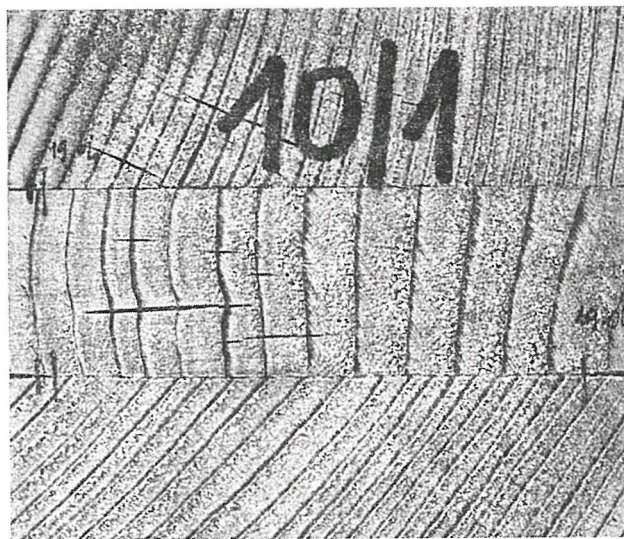
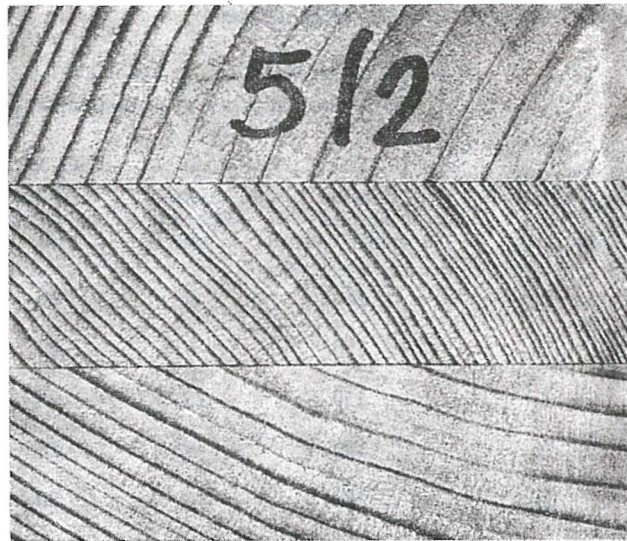
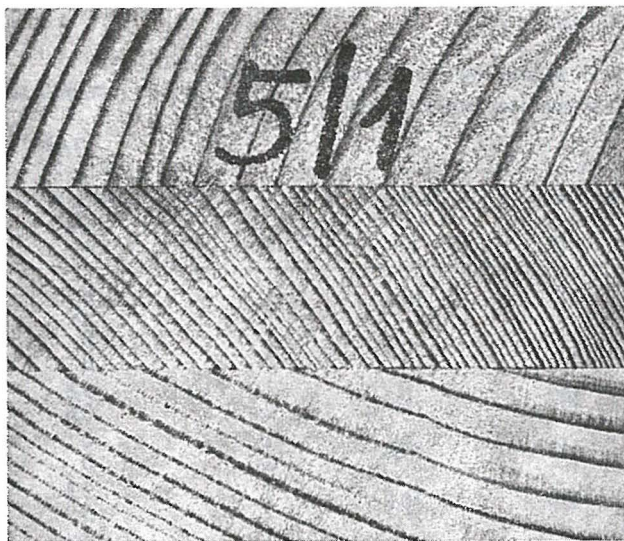
3.2. Ispitivanje kakvoće

Ispitivanje je provedeno na epruvetama dužine 50 mm, te širine i visine jednake onima gotovog otpreska. Od svakog otpreska (kombinacije) izrađene su po dvije epruvete.

Za ocjenu kakvoće lameliranih prozorskih profila primijenjena je metoda »delaminiranja« po austrijskim propisima o kakvoći lijepljenih prozorskih profila (ARGE QUALITÄTSARBEIT, drugo izdanje, Beč 1991).

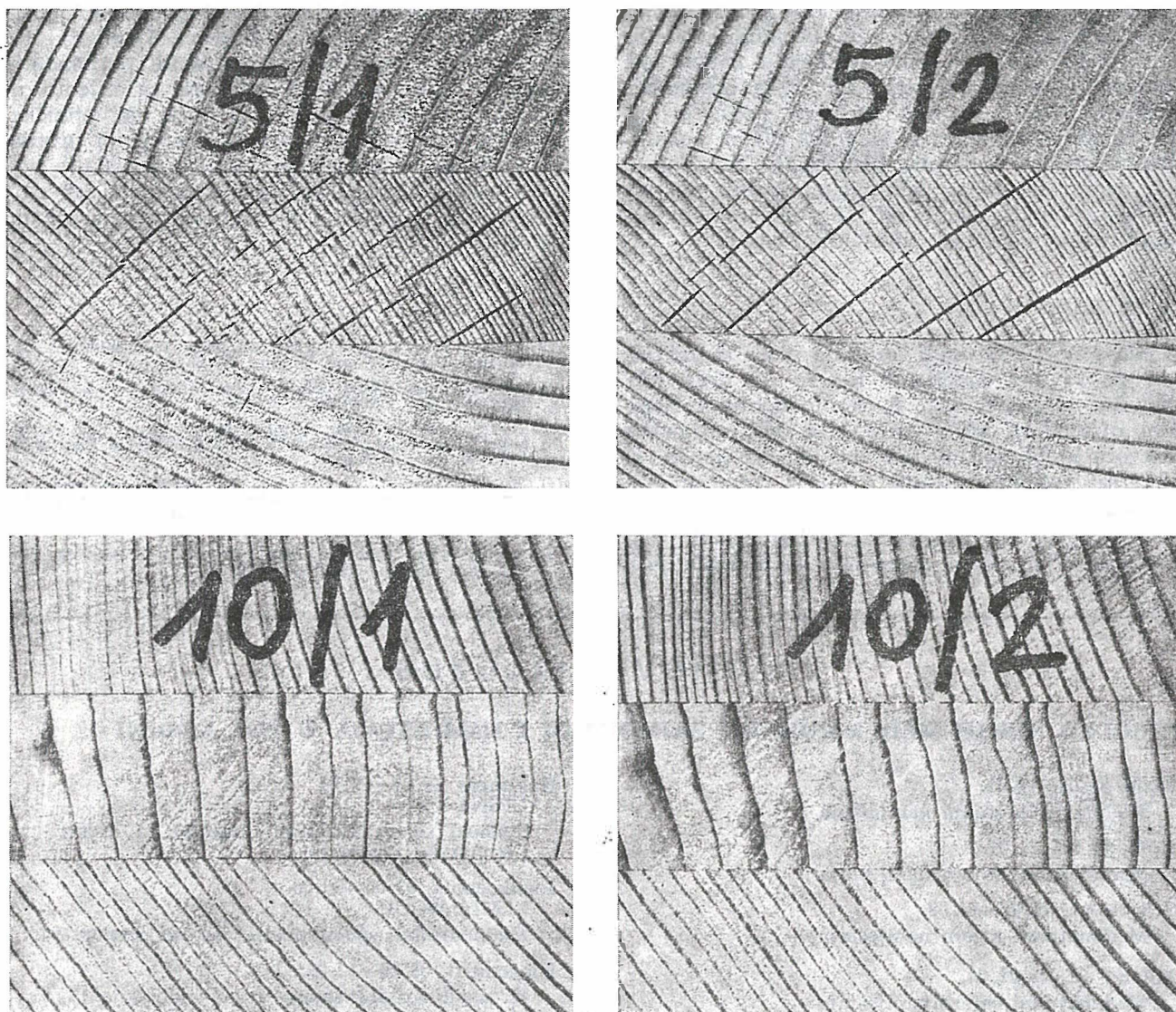
Metoda ispitivanja kakvoće lijepljenja (test delaminiranja) obuhvaća slijedeće uvjete ispitivanja:

— močenje u vodi	3 sata/20 °C
— močenje u vodi	3 sata/60 °C
— močenje u vodi	18 sati/20 °C
— normalna klima	72 sata/23 °C/50% r.vl.



Slika 1. Poprečni presjeci karakterističnih proba prije izlaganja (snimljeno na fotokopirnom stroju)

Fig. 1. Cross sections of characteristic samples before treatment (photocopy)



Slika 2. Poprečni presjeci karakterističnih proba poslije izlaganja (snimljeno na fotokopirnom stroju)

Fig. 2. Cross sections of characteristic samples after treatment (photocopy)

Ocjena kakvoće temelji se na određivanju relativnog udjela duljine otvorenih sljubnica u odnosu na ukupnu duljinu sljubnica na poprečnim presjecima. U skladu s navedenim propisima o kakvoći, ispitane epruvete dužine 50 mm ne smiju nakon završetka testa pokazivati znakove otvaranja sljubnica.

4. REZULTATI

Kakvoća lijepljenja lameliranih profila, u ovisnosti o nivou variranih faktora prikazana je u tablici II, a stanje sljubnica prije i nakon provedbe testa delaminiranja na slici 1 (početno stanje) i na slici 2 (konačno stanje).

Na osnovi prikazanih rezultata proizlazi da udjel delaminacije iznosi u prosjeku 0—9%, što upućuje na različite utjecaje u pojedinim kombi-

nacijama djelovanja faktora. Razlike su u većini slučajeva posljedica utjecaja nanosa ljepljiva, vremena prešanja i tzv. otvorenog vremena čekanja. Pritom i njihove međusobne interakcije imaju važnu ulogu, jer o njihovoj usklađenosti ovisi konačni rezultat, tj. kakvoća lijepljenja lamela. Naime, u procesu prešanja kemijska reakcija omrežavanja ljepljiva mora postići određeni nivo da sljubnica može preuzeti sva naprezanja oslobođena u otpresku nakon djelovanja vanjskog pritiska prešanja. Takvo stajne ljepljiva u sljubnici, uz pretpostavku da je temperatura i sadržaj vode u drvu u fazi prešanja konstantan, te da se radi o istoj vrsti drva, kako je to u ovom istraživanju provedeno, u najvećoj mjeri rezultat interakcije tri navedena faktora.

Iz tablice II. vidljivo je da se optimalni rezultati kod primjene ljepljiva DURO-LAK 150 postižu kod kombinacija s količinom nanosa od 150—

—175 g/m², vremenom čekanja 5—6 min i vremenom prešanja od 20—25 min, (kombinacije 1a, 2a, 5 i 6). Nasuprot tome, u slučaju nanosa od 200 g/m² i vremena čekanja od 5 min, optimalan rezultat postiže se kod vremena prešanja od 30—40 min, (kombinacije 11, i 12). Slična konstatacija vrijedi i za ljepilo DURO-LAK 260. Naime i u ovom slučaju se optimalan rezultat postiže u slučaju nanosa ljepila od 175 g/m², vremena čekanja 6 min i vremena prešanja 25 min.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovi dobivenih rezultata može se zaključiti da se kod lijepljenja lamela od drva jela /smreka vlažnosti 10% dvokomponentnim ljepilom DURO-LAK 150 i DURO-LAK 260, optimalna kakvoća lijepljenja postiže kod nanosa ljepila od 175 g/m², vremena čekanja 6 min i vremena prešanja od 25 min.

S obzirom da je predmetno istraživanje bilo potaknuto potrebom rješavanja konkretnih pro-

blema u proizvodnji lameliranih prozorskih profila i poboljšanja njihove kakvoće lijepljenja, to se navedene vrijednosti variranih parametara mogu u približno istim uvjetima primijeniti u praksi. Pritom treba uzeti u obzir da tehničke mogućnosti izrade lameliranih lijepljenih profila nisu svugdje u proizvodnji iste, što iziskuje potrebu prilagođivanja relevantnih faktora tim mogućnostima i stalnu kontrolu kakvoće izrađenih profila.

LITERATURA

- [1] Anonymus (1991): Schichtverleimte Rahmehölzer. Der deutsche Schreiner und Tischler 10, 57—60.
- [2] Böhme, Ch. (1988): Einfluss der Holzart auf die Verleimungsqualität. Adhäsion, 5, 27—30.
- [3] Petrović, S. (1990): Istraživanje lijepljenja drva vodootpornim sintetskim smolama za vanjsku upotrebu. Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
- [4] Turkulin, H., Ljuljka, B. (1989): Lamelirana građevinska stolarija. Studija izrađena u okviru projekta 01.05.03. »Optimizacija materijala, proizvoda i tehnologija u preradi drva«, Zagreb.
- [5] ÖHFI (1991): Gütevorschriften für verklebte Fensterkanteln aus Holz (Zweite, geänderte Auflage).

SAJMOVI I IZLOŽBE

PREGLED NEKIH MEĐUNARODNIH SAJMOVA DI I NAMJEŠTAJA U 1993. GODINI

Pariz, 08. 01—12. 01.

Međunarodni sajam namještaja

Köln, 19. 01—24. 01.

Međunarodni sajam namještaja

Stockholm, 11. 02—14. 02.

Međunarodni sajam namještaja

Milano, 16. 04—21. 04.

Međunarodni sajam namještaja

Graz, 01. 05—09. 05.

Specijalizirana izložba drvne industrije

Kopenhagen, 05. 05—09. 05.

Skandinavski sajam namještaja

Köln, 14. 05—18. 05.

INTERZUM

Međunarodni sajam industrije namještaja i opreme

Hannover, 19. 05—25. 05.

LIGNA

Svjetski sajam strojeva i opreme za drvenu i šumarsku industriju

Joensuu, 03. 06—06. 06.

ELMIA WOOD

Međunarodni specijalizirani sajam šumarstva

Klagenfurt, 08. 09—12. 09.

42. međunarodni sajam drvne industrije i 24. simpozij šumarstva i drvne industrije

Helsinki, 14. 09—19. 09.

HABITARE

Međunarodni sajam namještaja i unutarnjeg uređenja

Klagenfurt, 16. 09—19. 09.

Sajam drvne industrije

Bruxelles, 23. 11—29. 11.

Međunarodna izložba drvne industrije

Odnos između vrijednosti emisije formaldehida iz MDF ploča određenih perforatorskom i WKI-24 metodom

RELATION BETWEEN EMISSION FORMALDEHYD VALUE FROM MDF-BOARDS DETERMINED BY PERFORATION AND DIFFUSION METHOD

Trninić Đurđica, dipl. ing.

DI »ČESMA«, Bjelovar

Jambreković Vladimir, dipl.ing.

Šumarski fakultet Zagreb

Žuntar Damir, dipl. ing.

Šumarski fakultet Zagreb

Prispjelo: 28. listopada 1992.

Priljučeno: 04. prosinca 1992.

UDK 630*862.3

Izvorni znanstveni rad

Sažetak

MDF-ploče odraz su velikih mogućnosti razvoja ploča na bazi usitnjena drva, uzrokovanih pomanjkanjem kvalitetnih drvnih sirovina. Njihove tehničke i tehnološke vrijednosti dostižu kvalitetu masivnog drva, ali veliki nedostatak tih ploča i dalje ostaje problem emisije slobodnog formaldehida. Ovim radom se određuje vrijednost emisije slobodnog formaldehida, perforatorskom i WKI-24 metodom iz MDF-ploča E1 klase (malenog sadržaja slobodnog formaldehida), te iz dobivenih rezultata zaključuje postoji li mogućnost točnog određivanja slobodnog formaldehida difuzijskom metodom kao jednostavnijom i jeftinijom metodom u odnosu na ostale metode spitivanja u laboratorijima proizvođača namještaja.

Ključne riječi: MDF-ploče E1 klase, emisija slobodnog formaldehida, perforatorska i WKI-24 metoda

Summary

The application of MDF boards offers great possibilities for the development of boards made of wood particles, this development being particularly important because of the lack of quality raw wood material. MDF boards, owing to their technical and technological characteristics, have a quality similar to that of solid wood. Their main disadvantage, however, is free formaldehyde emission.

This work uses the perforator and WKI-24 method for determining the free formaldehyde values from E1 class MDF boards. The results obtained lead us to the conclusion that the precise determination of free formaldehyde emission is possible using diffusion method. This method is more simple and cheap in relation to the other testing methods and can be recommended for application in furniture manufacturers' laboratories.

Key words: MDF-boards E 1 class, free formaldehyde emission, perforator and WKI-24 method.

1. UVOD

MDF-ploče (Medium Density Fiberboard — srednje guste vlaknate), nazivaju se drvene ploče vlaknate čija je gustoća između 400 i 900 kg/m³. Prema (9), 1960—1961. g., Miller Hofft Inc. razvio je nekoliko postupaka za proizvodnju MDF-ploča. Danas instalirani kapaciteti u svijetu kreću se već preko 2.000.000 m³, s tendencijom daljeg razvoja i povećanja kapaciteta. Najveći potrošač MDF-ploča u svijetu je SAD, gdje se predviđa godišnje povećanje potrošnje od 8,7%, dok u Europi četiri zemlje (Španjolska, Njemačka i Velika Britanija), upotrebljavaju 90% ukupne proizvodnje MDF — ploča (4).

U bivšoj Jugoslaviji postojalo je nekoliko proizvođača MDF-ploča (Busovača, Ilirska Bistrica, Kraljevo), no raspadom tog tržišta Republika Hrvatska ostala je bez dostupnog proizvođača, što industriji namještaja (kao najvećem korisniku), stvara potrebu uvoza kvalitetnih i cijenom dostupnih MDF-ploča (trenutno ne postoje podaci o udjelu ovih ploča u potrošnji industrije namještaja u Hrvatskoj).

Srednje guste vlaknate specifičan su proizvod i predstavljaju značajan napredak u razvoju ploča. Njihove karakteristike djelomice dostižu kvalitete ploča izrađenih od masivnog drva, a nadmašuju ostale ploče izrađene na bazi drva.

MDF-ploča, posjeduje sljedeće pozitivne osobine:

1. mogućnost strojne obrade površina i rubova ploča (profiliranje, tokarenje, brušenje, blanjanje i dr.)
2. čvrstoća ploče
3. fina površina ploče
4. mogućnost površinske obrade ploča
5. homogenost i kompaktnost ploče

Uz gore nabrojene pozitivne osobine, srednje gusta vlaknatica dobiva se tehnološkim postupkom stvaranja vlakana, obljepljivanja vlakana, formiranja ćilima i prešanja formiranog ćilima poput ostalih ploča iz usitnjenog drva, iz čega proizlaze sljedeće negativne osobine ploča:

1. emisija slobodnog formaldehida
2. smanjena čvrstoća (u odnosu na ploče od masivnog drva)
3. povećano bubrenje i utezanje
MDF-ploča našla je široku primjenu u:
— industriji namještaja (85—90%)
— građevinarstvu i arhitekturi
— ostalim namjenama

Vidimo da se MDF-ploče rabe pretežito u industriji namještaja, gdje na mogućnost primjene najveći utjecaj ima *emisija slobodnog formaldehida* iz ploča u okolinu, što u današnje vrijeme povećanih normi zaštite čovjekova okoliša može negativno utjecati na budućnost MDF-ploča, te je jedan od najvažnijih zadataka, točno i pouzdano odrediti emisiju formaldehida iz ploča.

2. ZADATAK

Dosadašnja istraživanja na području emisije formaldehida iz MDF-ploča bila su vršena na domaćoj ploči, koja je u pravilu pripadala emisijskoj klasi E3, što nikako ne odgovara proizvođačima namještaja, čija osnovna filozofija mora biti (ako misle opstati na tržištu), kvalitetan namještaj izrađen po svim usvojenim normama (DIN, ISO i dr.), među kojima je određeno i drastično smanjenje emisije formaldehida, na E1 klasu ploča (pa čak i ispod E1), čime bi se omogućili osnovni uvjeti izvoza namještaja na konvertibilno tržište (Europa, SAD, Japan).

U ovom radu odredili smo emisiju slobodnog formaldehida iz MDF-ploča (stranog proizvođača), perforatorskom i WKI-24 metodom, te na temelju dobivenih rezultata odredili metodu kojom, s većom pouzdanošću i preciznijim rezultatima možemo odrediti količinu oslobođenog formaldehida na MDF-pločama ispod ili oko emisijske klase E1, što će zbog negativnog utjecaja formaldehida (ako je koncentracija formaldehida u zraku veća od 0,1 ppm, dolazi do štetnog utjecaja formaldehida na zdravlje čovjeka (1)), te smanjenja

dopuštenih vrijednosti emisije formaldehida, biti osnovni cilj daljih istraživanja ne samo MDF, nego i drugih ploča iz usitnjenog drva.

3. METODA RADA

Danas je poznato više metoda za određivanje formaldehida iz ploča na bazi usitnjenog drva:

- određivanje formaldehida prema Stögeru,
- postupak po Mohlu.
- mikrodifuzna metoda
- perforatorska metoda (jodometrijska i acetyl-acetonska metoda)
- kvantitativna plinska analiza
- metoda plastične vreće
- WKI metoda (4/24/48)

Smanjenjem vrijednosti emisije formaldehida s emisijskih klasa E3 i E2 na emisijsku klasu E1 (granične vrijednosti 0.1 ppm), te metode (kvantitativna plinska analiza, fotospektrometrijska metoda) razvijale su se do visokog stupnja točnosti, te je danas moguće odrediti koncentraciju formaldehida s točnošću od 0.001 ppm (vrlo skupe metode).

Priznata i vrlo točna metoda za određivanje formaldehida iz ploča je perforator-acetyl-acetonska metoda. To je modificirana perforatorska metoda, gdje se umjesto titracije jodom prešlo na fotospektrometrijsko određivanje formaldehida. Ovom metodom dobiveni rezultati imaju manja odstupanja nego rezultati dobiveni metodom titracije jodom. Nedostatak metode je skupa oprema i nemogućnost primjene u proizvodnim uvjetima, kada se traži brža metoda kojom je moguće pravodobno djelovati na proizvodni sustav.

Ovaj zahtjev pokušalo se riješiti skraćenom WKI-4 metodom, gdje bi ispitivanje trajalo oko 5 sati (modificirana WKI-24 metoda gdje uzorak izlažemo 4 sata na povišenoj temperaturi od 60°C) (3). Dobiveni rezultati imali su prilično veliko rasipanje te malu točnost pa se metoda predlaže samo za kontrolu u proizvodnji.

Istraživanje, će biti izvršeno dvjema metodama:

— *perforatorskom metodom* (prema prijedlogu za DIN/EN120, »Bestimmung von Formaldehyd in Spanplatten, Perforator Methode«, November 1979.) (2),

— *difuzijskom WKI-24 metodom* (prema internim propisima »Wilhelm Klauwitz« Institut für Holzforschung — WKI Methode).

3.1. Broj uzoraka i ispitivanja

Ispitivani su uzorci dviju debljina; 12 mm i 19 mm. Uzorci svake debljine podijeljeni su kako slijedi, na:

1. Uzorke za određivanje količine oslobođenog formaldehida perforatorskom metodom
2. Uzorke za određivanje količine oslobođenog formaldehida WKI-24 metodom

I unutar skupina uzorci su podijeljeni na:
 — uzorke za ispitivanje količine vlage
 — uzorke za ispitivanje količine oslobođenog formaldehida

Ispitivanja perforatorskom metodom vršena su u dvije paralelne serije, po jedna serija za svaku debljinu MDF-ploča, dok su WKI-24 metodom ispitivane tri serije uzorka (za svaku debljinu ploča), po tri mjerenja oslobođene količine formaldehida. Ovakav način uzimanja uzoraka bio je određen zbog znanih rezultata dosadašnjih istraživanja da perforatorskom metodom ne možemo dobiti precizne podatke za ploče od usitnjenog drva (iverice), emisijske klase E1 (11).

Dosadašnja ispitivanja oslobađanja formaldehida iz MDF-ploča, provodila su se u pravilu na uzorcima emisijskih klasa E3 (8), te je ovo ispitivanje jedno od prvih na MDF-pločama, klase E1 ili graničnih vrijednosti E1/2 klasa. Upravo

zbog toga, ispitivanja WKI-24 metodom bila su primarna jer smo željeli otkriti mogućnosti i pouzdanost ispitivanja i dobivene podatke usporediti s vrijednostima dobivenim perforatorskom metodom i rezultatima dosadašnjih istraživanja.

4. REZULTATI MJERENJA

4.1. Perforatorske vrijednosti

Perforatorske vrijednosti date su u tablici 1:

4.2. WKI-24 vrijednosti

Vrijednosti ispitivanja emisije formaldehida WKI-24 metodom, na uzorcima MDF-ploča prikazane su u sljedećoj tablici:

Rezultate oslobođenog formaldehida iz MDF-ploča, određenih WKI-24 metodom prikazat ćemo grafički za oba uzorka ploča.

PERFORATORSKA VRIJEDNOST EMISIJE FORMALDEHIDA
 PERFORATION VALUE OF FORMALDEHYDE EMISSION

Tablica I.
 Table I.

UZORAK	Postotak vlage %		Količina oslobođenog HCHO (mg/100 g)		Srednja vrijednost oslobođenog HCHO (mg/100 g)
	1	2	1	2	
A (12 mm)	5.54	4.85	13.65	14.01	13.87
B (19 mm)	6.95	7.30	14.87	14.01	14.44

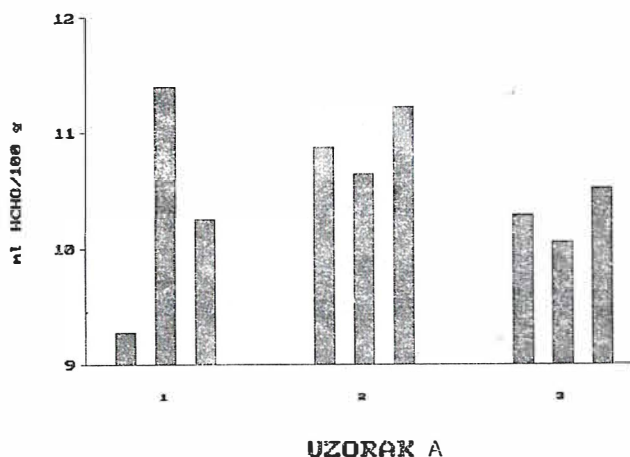
DIFUZIJSKE VRIJEDNOSTI EMISIJE FORMALDEHIDA UZORAK A (12 mm)
 DIFFUSION VALUE OF FORMALDEHYDE EMISSION SAMPLE A (12 mm)

Tablica II.
 Table II.

Uzorak broj	Redni broj mjerenja	Količina vode u uzorku %	Količina tiosulfata u ml		Kol. HCHO mgHCHO/100 g	Srednja vrijednost mgHCHO/100 g	Ukupna srednja vrijednost mgHCHO/100 g
			Slijepa proba	Uzorak			
1	1	5.91	49.18	47.56	9.28	10.31	
	2	5.91	49.18	47.19	11.40		
	3	5.91	49.18	47.39	10.25		
2	1	5.91	49.18	47.28	10.87	10.91	10.50
	2	5.91	49.18	47.32	10.64		
	3	5.91	49.18	47.22	11.22		
3	1	7.80	49.98	48.21	10.29	10.29	
	2	7.80	49.98	48.25	10.06		
	3	7.80	49.98	48.17	10.52		

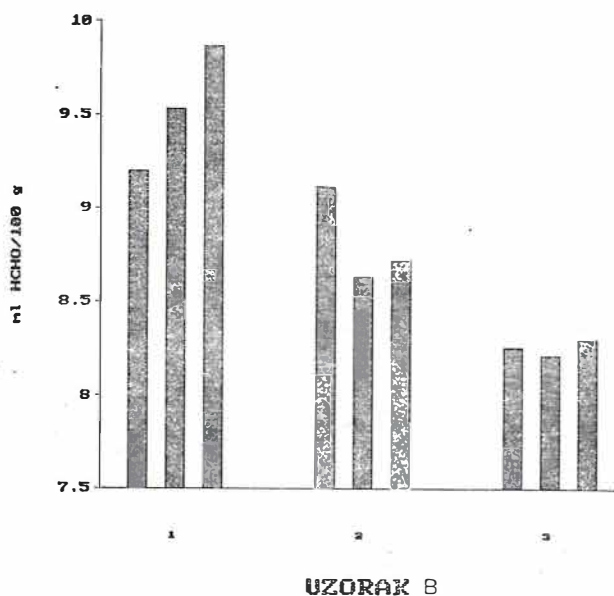
DIFUZIJSKE VRIJEDNOSTI EMISIJE FORMALDEHIDA UZORAK B (19 mm)
 DIFFUSION VALUE OF FORMALDEHYDE EMISSION SAMPLE B (19 mm)

Uzorak broj	Redni broj mjerenja	Količina vode u uzorku %	Količina tiosulfata u ml		Kol. HCHO mgHCHO/100 g	Srednja vrijednost mgHCHO/100 g	Ukupna srednja vrijednost mgHCHO/100 g
			Slijepa proba	Uzorak			
1	1	6.34	49.18	46.97	9.20	9.53	
	2	6.34	49.18	46.89	9.53		
	3	6.34	49.18	46.81	9.87		
2	1	6.90	49.98	47.91	9.11	8.82	8.87
	2	6.90	49.98	48.02	8.63		
	3	6.90	49.98	48.00	8.72		
3	1	6.90	49.98	48.03	8.26	8.26	
	2	6.90	49.98	48.04	8.22		
	3	6.90	49.98	48.02	8.30		



Slika 1. Vrijednosti emisije slobodnog formaldehida MDF ploča (uzorak A) po WKI-24 metodi

Fig. 1. Free formaldehyde emission value for sample A of MDF boards determined by the WKI-24 method



Slika 2. Vrijednosti emisije slobodnog formaldehida MDF ploča (uzorak B) po WKI-24 metodi

Fig. 2. Free formaldehyde emission value for sample B of MDF boards determined by the WKI-24 method

5. ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih rezultata ispitivanja donijeli smo sljedeće zaključke:

1. Srednje vrijednosti emisije formaldehida dobivene perforatorskom metodom, veće su od srednjih vrijednosti emisije formaldehida na istim uzorcima određenih WKI-24 metodom, u prosjeku 32% za uzorak A, odnosno 63% za uzorak B, što možemo objasniti vrlo burnom reakcijom kuhanja uzoraka, pri čemu se uz slobodni formaldehid oslobađa i stanovita količina vezanog formaldehida. Usto su dosadašnja istraživanja pokazala da se kod perforatorske metode oslobađa i stanovita količina formaldehida iz drva što također dovodi do povišenja vrijednosti emisije formaldehida.

2. Perforatorske vrijednosti uzorka B veće su od vrijednosti uzorka A 4%, što možemo objasniti burnim kuhanjem uzoraka i potpunim oslobađanjem formaldehida iz debljeg uzorka.

3. Rezultati dobiveni na uzorku A (tanjem uzorku) WKI-24 metodom, veći su 3—32% od rezultata dobivenih na uzorku B. Pretpostavljamo da je uzrok tome veća gustoća uzorka A, pri čemu je količina nanosa ljepljiva veća nego kod uzorka B (mogućnost izrade ploča u tehnološkom procesu uz različite tehnološke parametre), što dovodi do povećanog oslobađanja formaldehida iz tanjih ploča. Debljina ploče također utječe na brzinu izlaska i apsorpciju slobodnog formaldehida iz uzoraka.

4. Iz dobivenih rezultata primjećuje se da kod WKI-24 metode, vlaga nema utjecaja na dobivene rezultate, barem ne linearnog (kod perforatorske metode vlaga je presudna za točnost određivanja oslobođenog formaldehida iz uzoraka).

5. Rezultati određivanja emisije formaldehida WKI-24 metodom, na MDF-pločama, pokazuju da i tom metodom možemo dovoljno precizno i pouzdano odrediti količinu oslobođenog formaldehida što vrijedi za emisijsku klasu E1 i E2, a uzrok toga su uvjeti pri kojima se vrši emisija slobodnog formaldehida iz MDF-ploča u okolnu atmosferu, koji su mnogo bliže realnima:

- visoka relativna vlaga u bocama,
- niža temperatura na kojoj se odvijaju procesi apsorpcije i difuzije,
- duže vrijeme apsorpcije formaldehida u destiliranoj vodi.

6. Na temelju svega rečenoga, savjetuje se upotreba WKI-24 metode kao dovoljno precizne i pouzdane (u odnosu na perforatorsku metodu), za ispitivanje MDF-ploča niskih vrijednosti slobodnog formaldehida.

LITERATURA

- [1] Bruči, V., Opačić, I., Sertić, V.: Dinamika emisije formaldehida iz industrijski izrađene ploče iverice određene perforatorskom i difuznom metodom; *Drvna industrija*, 36 (1986) 11—12, 277—281.
- [2] Fesyp: Formaldehyd bestimmung bei Spanplatten: Perforatormethode, Gasanalysenmethode, Bestimmung von Formaldehyd in der Luft: Photometrischen Verfahren, Jodometrisches Verfahren. Giessen, Juli 1975.
- [3] Crnogorac, O., Miljković, J., Senić, R.: Korelacija metoda za određivanje slobodnog formaldehida u ivericama perforatorskom, WKI-24 i WKI-4 metodama; Prvo savjetovanje o ljepljima i lijepljenju drva, (1987), 149—155, Tuheljske Toplice.
- [4] * * * : MDF growth in capacity does not seriously affect mills; *XILON*, N. 51, May, 1992.
- [5] Bruči, V., Sertić, V., Barberić, M.: Određivanje količine formaldehida koji se oslobađa iz iverica; *Bilten ZIDI*, 6 (1979), 28—57.
- [6] Komac, M., Bruči, V., Tatalović, M.: Određivanje koncentracije oslobođenog formaldehida različitim metodama iz proizvoda na bazi drva; Prvo savjetovanje o ljepljima i lijepljenju drva, (1987), 116—128, Tuheljske Toplice.
- [7] Bruči, V., Sertić, V.: Određivanje formaldehida u pločama ivericama perforator i WKI metodom; *Bilten ZIDI*, 5 (1980), 38—46.
- [8] Jahić, J.: Problematika formaldehida u izradi i upotrebi ploča od usitnjenog drva sa područja Bosne i Hercegovine; Magistarski rad, Godina 1988.
- [9] Bijičić, J.: Svojstva i primjena MDF-ploča; *Bilten ZIDI*, 2 (1984).
- [10] Bikić, H.: Tehnologija i oprema za proizvodnju MDF-ploča; *Bilten ZIDI*, 2 (1984).
- [11] Tišler, V.: Uzroci za različite rezultate pri analizi prostega formaldehida u ivernih ploščah po perforator metodi; 3. Zvezno posvetovanje, Možnosti razvoja ivernih in vlaknenih plošč v Jugoslaviji, (1987), 192—200.

Intarzije — suvremeni konstrukcijski oblici sastavljanja furnira

Prof. dr. **Stjepan Tkalec** i **Silvana Prekrat**, dipl. ing.
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

UDK 630*836.1

Prispjelo: 16. studenog 1992.
Prihvaćeno: 4. prosinca 1992.

Stručni rad

Sažetak

Intarzija je pomalo zaboravljena tehnika likovnog izražavanja, često primjenjivana u umjetničkom obrtu i slikarstvu; danas se ponovo vraća u proizvodnju namještaja u novim industrijaliziranim oblicima. Mukotrpnu ručnu tehniku izrezivanja furnirskih listića zamjenjuju vrlo precizni i visokoučinski strojevi, čime je omogućeno da intarzija zauzme mjesto u industrijskoj proizvodnji i ispuni njene ključne zahtjeve, a to su točnost obrade i visoka produktivnost rada.

Ključne riječi: Intarzija — umjetničko pokucstvo — sastavljanje furnira.

vrhunske radove na stilskom namještaju. Od tzv. »boulle« stila u primjeni intarzije (A. Ch. Boulle) pa nadalje korištenje ovom tehnikom opada.

Hrvatsku umjetničku intarziju svijetu je predstavio Ante Župan, dipl. ing. arh. (1912—1983), koji je u svom ateljeu izrađivao intarzije koje su dosegle najviši stupanj izražajnosti tonskim komponiranjem raznovrsnih i raznobojnih vrsta drva, a osobito tehničkim opremanjem zidnih intarzija velikih dimenzija.

Ante Župan nesumnjivo je bio osnivač hrvatske moderne intarzije, koja je raširena i poznata u svijetu. Prvi puta je oduševio Europu svojim radovima na izložbi u Parizu 1937. godine, gdje je dobio zlatnu medalju za intarziju apliciranu na namještaj. Vrhunac postiže tzv. »pravim« ili modernim intarzijama, kao što je jedan od najpoznatijih njegovih radova »Svijet tišine« (1961), koji je predstavljen na slici 1.

Danas se može reći da je predstavljanjem Županovih intarzija svijetu, prije svega europskim zemljama, označen početak novog pravca u razvoju umjetničke intarzije za koji su Županova djela bila neprocjenjiv doprinos europskoj školi moderne intarzije.

Danas je intarzija kao tehnika likovnog izražavanja zapuštena, te se u obrtničkoj i industrijskoj izradi namještaja vrlo malo primjenjuje. Međutim, u svijetu se javlja trend njena oživljavanja, ali u posve novim okolnostima.

INTARZIJA KAO TEHNIKA LIKOVNOG IZRAŽAVANJA

Intarzija je jedna od likovnih tehnika izražavanja, a poznata je i kao slikarska tehnika uz drvorez. Osvremenjivanjem njene tehnike izrade, ona iz umjetničkog obrta prelazi u industriju.

Intarzije se promatrane s aspekta tehnologije izrade dijele na:

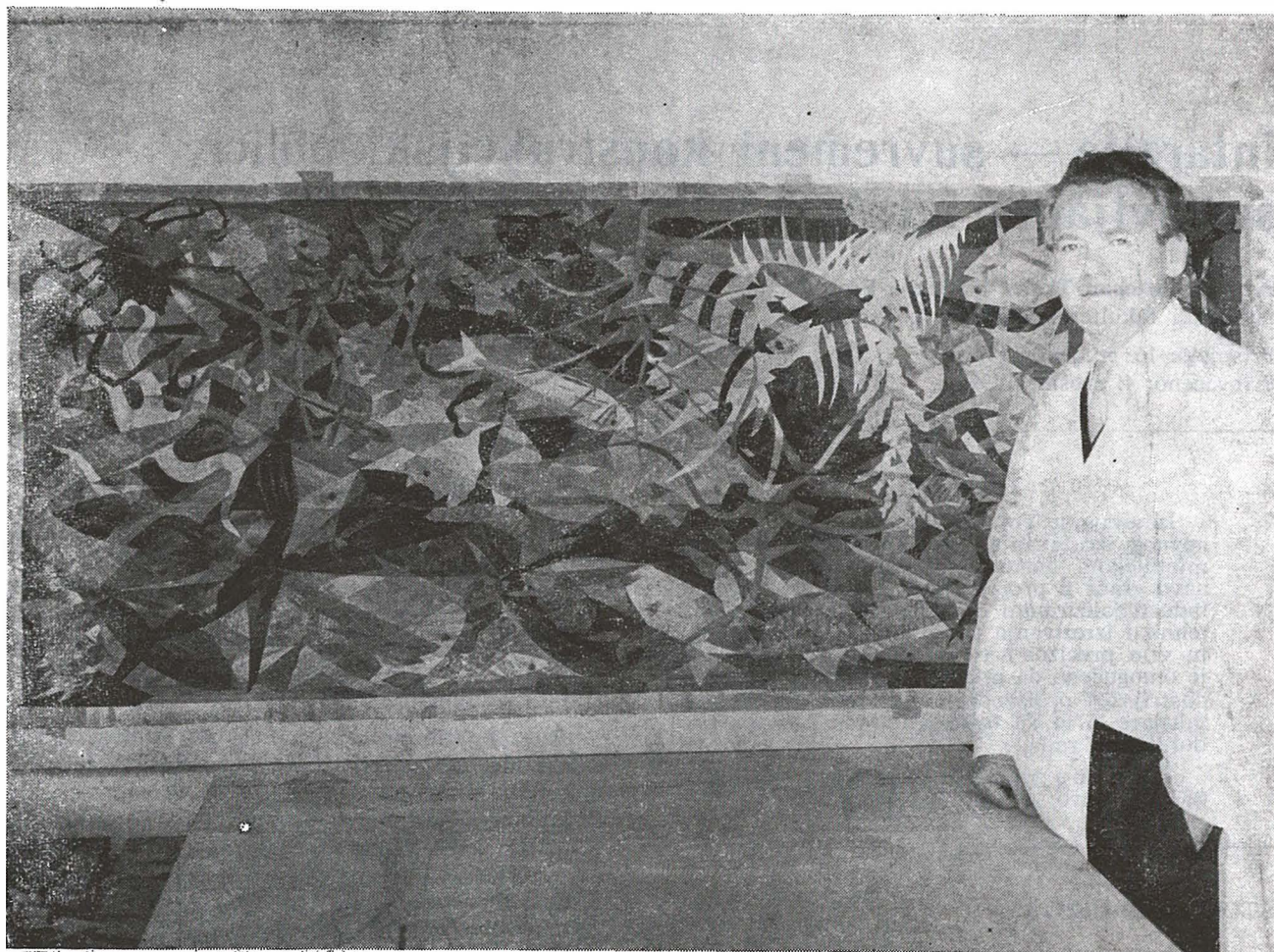
Intarzije u drvu, kada se na drvenoj podlozi izrezuju dlijetom ili drugom tehnikom odgovarajući upusti, u koje se umeću naječešće dijelovi druge vrste ili drugog materijala.

ŠTO JE INTARZIJA?

Intarzija (lat. intarsio = umetanje, ulaganje ili grčki tarsos = urez) način je ukrašavanja predmeta ulaganjem raznovrsnih dijelova drvnih ili nedrvnih materijala na drvenu podlogu. Poznata je u Antici i u Srednjem vijeku posebno je proširena u umjetničkom obrtu azijskih naroda, dok u ranoj talijanskoj renesansi postaje važna vrsta umjetničkog obrta. Konstrukcija intarzije sastojala se od ravne ili rezbarene drvene osnove ili upusta na koji su se umetali dijelovi drva različite teksture i boje, metala, bjelokosti, školjki i dr. Intarzijom su obrađivani skupocjeni proizvodi unutarnjeg uređenja zgrade (dovratnici, vrata u dvorcima i crkvama, zidne, stropne i podne oplata), a posebno su ukrašavane razne vrste pokucstva kao ormari, vitrine, komode, stolovi, zidni satovi, škrinje, naslonjači, te muzički instrumenti (lutnje, gitare, čembala, harfe) i dr.

Promjene tehničke izrade i novi pristup u komponiranju motiva, na pr. geometrijskih likova, iz biljnog i životinjskog svijeta, prikaza arhitekture ili pejzaža i drugih figurativnih motiva, nastaju proizvodnjom oplatica od drva — furnira. U 18. stoljeću francuski intarzysti stvorili su

Redakcija i autori članka zahvaljuju obitelji Župan na susretljivosti i ustupanju slika obiteljskog albuma, te ostalim podacima koji su korišteni u članku.



Slika 1. Autor Ante Zupan ispred svoje intarzije »Svijet tišine« (1961) koja je bila predmet posebnog zanimanja na mnogim izložbama u Svijetu.

Intarzije oplatica ili furnira nastaju sastavljanjem izrezanih ili drugom tehnikom iskrojenih dijelova oplatica po bočnim rubovima, tako da se susjedni dijelovi međusobno razlikuju po estetskim osobinama drva, a često i po položaju elemenata građe drva. Dijelovi se međusobno spajaju lijepljenjem lijepivom trakom izvan sljubnica ili se lijepe na podlogu.

Intarzije furnira često su omiljena tehnika slikara naivaca, koji uzimaju za predložak razne motive iz svakodnevnog života, te ih prezentiraju tzv. *običnom intarzijom*. Karakteristika je obične intarzije da je svaki omeđeni lik predstavljen jednim umetkom kojim se izražava lik, boja, efekt sjaja, osvijetljene i osjenčane površine i dr. Obična intarzija izrađuje se kao *organička*, ručnom ili strojnom izradom uz pomoć raznih alata za rezanje, te kao *geometrijska intarzija*, koja se više primjenjuje u industrijskoj preradi i finalizaciji furnirskih obloga, namijenjenih industriji namještaja i unutarnjeg uređenja.

Umjetnička intarzija, nazivana i »prava intarzija«, bez obzira na izbor predloška, razlikuje se u tehnici izrade po tome što se površina preklapanja dvaju likova, koji su izrađeni od dvije

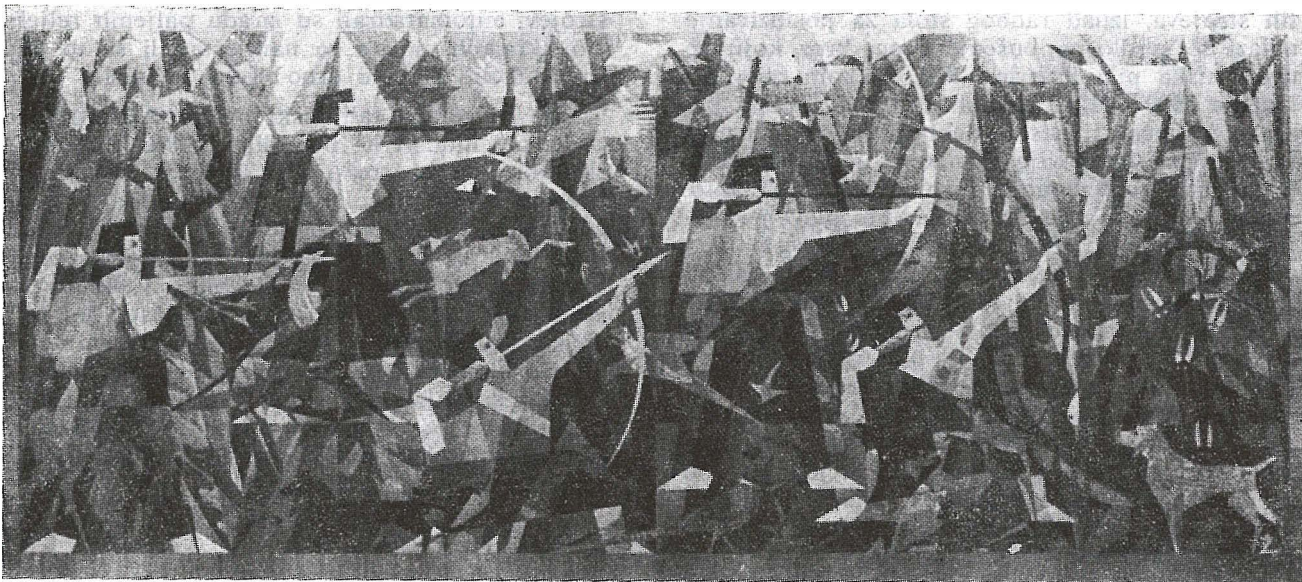
vrste, boje i teksture drva, izrađuje u trećem efektu koji se razlikuje od dva upotrijebljena furnira. Takvo »transparentno« prikazivanje daje posebne vizualne efekte, koji se mogu usporediti s kolažom bojanih transparentnih folija.

Dijelove oplatica ili složene podsklopove, načinjene od uslojeno slijepljenih furnira koji su sastavljeni u sklopove, nazivamo konstrukcijskim oblicima sastavljanja furnira.

Slaganjem oplatica — furnira iznad osnovne ravnine slike dobiva se specifičan trodimenzionalni oblik s različitim likovima i debljinama oplatica, odnosno *reljefna intarzija*. Bilo je pokušaja imitiranja intarzije bojanjem šablonama i mehaničkom obradom površine drva na pr. pjeskaranjem, ali dobiveni efekti nisu dali rezultate koji bi te metode zadržali u upotrebi.

Intarzije se razlikuju od običnih konstrukcijskih oblika sastavljanja furnira svojom složenošću, specifičnim motivima koji su umetnuti u osnovu u fragmentima ili cijelom njenom površinom.

Na slici 3. predstavljeni su primjeri suvremene industrijske intarzije, te obična i umjetnička intarzija.



Slika 2. Uz velik broj intarzija minijatura koje je izradio Ante Župan, najzapaženije su moderne intarzije većih dimenzija s temama pretežno iz povijesti ili prirode. U tu skupinu uvršten je i ovaj rad pod naslovom »Lov« (81×180 cm, 1975).

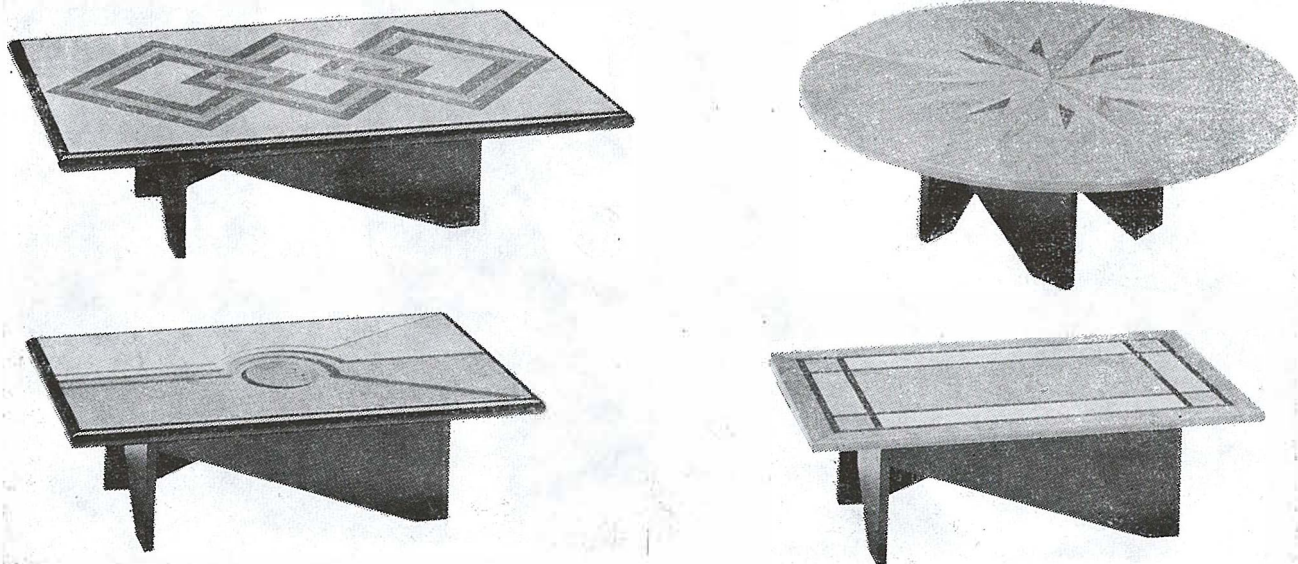
SUVREMENA TEHNOLOGIJA STVARA INDUSTRIJSKU INTARZIJU

U obrtničkoj izradi ili umjetničkoj tehnici dijelovi intarzije izrezivali su se iz furnira ručno noževima s kratkim usadom. Takva izrada zahtijeva složen i dugotrajan ručni rad, što industrijska proizvodnja, koja teži za visokom produktivnošću rada, ne podnosi. Danas kada su razvijeni CNC-automatski strojevi s laserskim glavama, koji jednostavnim programiranjem i energetski povoljno mogu izrađivati najsloženije likove od furnirskih listova, intarzija se vraća u industriju namještaja, može se reći, na novi industrijalizirani način. Tome je doprinijela i industrija plemenitog furnira, koja je tehnikama

lijepeljna raznovrsnih prirodnih i obojenih furnira započela eru transformacije prirodne teksture i boje u tzv. tehničku teksturu drva odnosno oplatica — furnira.

Oplatice debljine do 8 mm kroje se pilama za blanjani rez ili se kopirno glodaju, dok se furniri do 3 mm debljine režu ravnim ili zakrivljenim noževima. U industriji se ravne sljubnice obrađuju na furnirskom nožu (tzv. »furnirskim škarama«), a zakrivljene sljubnice se obrađuju na zakrivljenim noževima za zasijecanje (tzv. »furnirskim štancama«).

Klasični strojevi za izrezivanje furnirskih dijelova iz složajeva visine do 60 mm rade po načelu pila listarica (poznate pod nazivom ubodne pile), koje osciliraju u uspravnom smjeru. Kod



Slika 3. Praktična primjena intarzije nalazi svoje pravo mjesto pri ukrašavanju namještaja i elemenata unutrašnjeg uređenja, stoga talijanski proizvođači namještaja rabe intarzije za te namjene.

tih strojeva, iznad radnog stola za posluživanje nalazi se svrdlo za bušenje rupe, kroz koju se uvodi uska pila listarica. Pila tijekom rada ostvaruje 5000...1200 titraja u minuti. Brzina pomaka je ručna i ovisi o debljini svežnja furnira koji se pili. Najnovije tehnike koje su uvedene u industriju plemenitih furnira jesu CNC-automatski strojevi s laserskim radnim glavama, kojima se kroje najčešće složeni geometrijski likovi na osnovama i umetcima. Kod takvih listova furnira laserske zrake ne spaljuju sljubnice, te se ne javljaju inače poznate estetske greške kao kod primjene ove tehnologije na strojevima starijeg datuma. Također je moguća tehnika izrezivanja tehnikom preklapanja osnove umetkom, kada se sljubnica umetka i osnove kroje istovremeno. To je moguće kod određenih jednostrano ili dvostrano otvorenih likova, jer je potrebno uzeti u obzir nastalu širinu »propiljka« koju čini zraka, a ona iznosi do 0,2 mm.

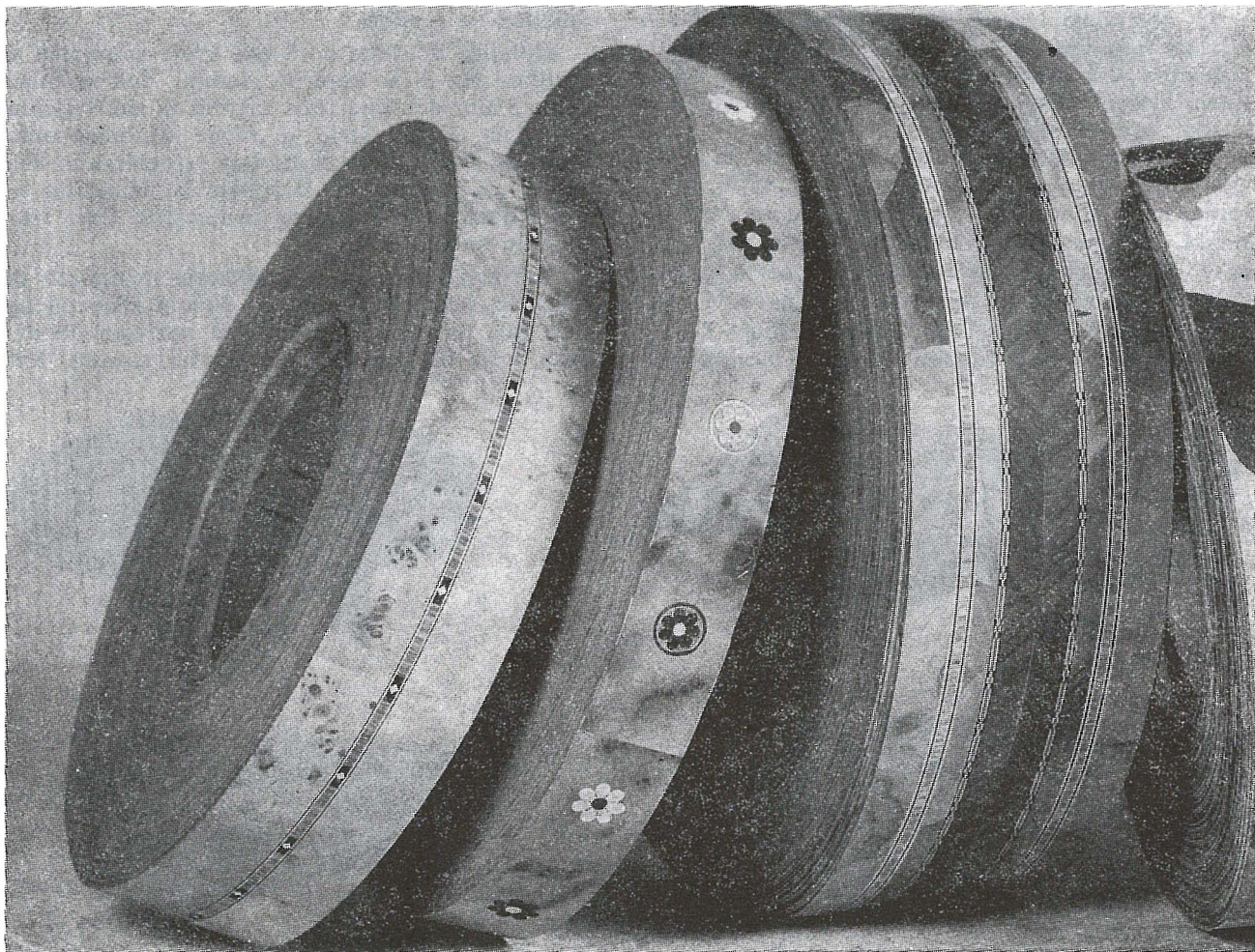
Od 1989. godine, kada su tržištu ponuđeni prvi strojevi za obradu drva primjenom laserske tehnike, pa do danas kada se za neke namjene laserska tehnika uspješno primjenjuje, započinje era industrijske intarzije. Prvi japanski CNC-

strojevi automatizirali su izradu paljenih reljefa kao ukrasnih motiva za namještaj ili su to bile reprodukcije slika u crno-bijeloj tehnici.

Ove su godine talijanski proizvođači strojeva za drvnu industriju ponudili tržištu usavršene CNC-obradne centre i CNC-sustave za obradu dijelova industrijske interzije. Najbolja potvrda uspješnosti nove tehnologije jesu proizvođači furnira, koji su uobičajene programe raznovrsnih furnira ponudili tržištu u nekoliko varijanti industrijske intarzije, u varijanti sastavljenih i »konfekcioniranih« dimenzija, te kao furnirane i površinski obrađene poluproizvode za pročelja sobnog, kuhinjskog i drugog namještaja. Tako započinje preporod gotovo napuštene tehnike intarzija uvođenjem novih ideja i suvremene CNC-tehnologije.

LITERATURA

- [1] *** Enciklopedija likovnih umjetnosti 3 JLZ, Zagreb 1964.
- [2] *** Šumarska enciklopedija 2 JLZ, Zagreb 1983.
- [3] *** Styles, Meubles, Decors, Tome 1 Pierre Verlet, Ed. Larousse, Paris 1972.
- [4] *** Note storiche sull'arte della tarsia a rolo Legnolegno, Comune di Rolo 1991.
- [5] *** Laser valfivve sorgenti e sistemi Sesto Fiorentino, 1992.



Slika 4. Suvremena tehnologija izrade i pripreme furnira omogućila je široku primjenu tzv. industrijske intarzije koja se sve više primjenjuje u proizvodnji skupocjenih finalnih proizvoda.

Procesna tehnologija u pilani i kvaliteta proizvoda

Prof. Dr. Marijan Brežnjak*

Stručni rad

U norveškim stručnim krugovima, kao i u stručnoj štampi, u posljednje se vrijeme mnogo pažnje posvećuje najnovijoj, posve automatiziranoj pilanskoj proizvodnoj liniji. Imali smo priliku razgledati, na jednoj izložbi u Oslu, veliku maketu jedne takve linije, te s prisutnim stručnjacima porazgovarati o njenim karakteristikama.

Radi se o najnovijoj proizvodnoj liniji koja, po svom poznatom proizvođaču, ima komercijalni naziv »ARI PROFILE«. Ta je linija izgrađena za preradu trupaca četinjača u okrajčenu građu, za skandinavske proizvodne uvjete. Proizvodnja se odvija potpuno kontinuirano, kao pravolinijski, posve automatizirani proces, koji kontrolira samo jedan »radnik«. Smatra se da je ovakvom proizvodnjom i u pilanskoj praksi dostignuta (barem što se tiče prerade u samoj pilanskoj hali) jedna procesna tehnologija.

Proizvodnja je bazirana na INDIVIDUALNOM raspiljivanju svakog pojedinog trupca (bez prethodnog sortiranja trupaca!), uz postizavanje: što bolje KVALITETE piljenica (točnost dimenzija, kvaliteta obrađene površine); maksimalnog ISKORIŠĆENJA trupaca (po želji bilo kvantitativnog, bilo vrijednosnog iskorišćenja, bilo prema nekoj prioritetnoj listi, odnosno ispunjenju željene specifikacije); velike PRODUKTIVNOSTI rada i odgovarajućeg KAPACITETA proizvodne linije.

Radi postizavanja postavljenih ciljeva proizvodnje, trupci, odnosno prizma i piljenice prerađuju se tehnikom iveranja i piljenja kružnim pilama sa stelitiziranim vrhovima zubaca. (Napomenimo ovom prilikom da je nekadašnja praksa stlačivanja zubaca praktično potpuno zamijenjena upotrebom zubaca s vrhovima od tvrdog metala, ili, sve češće, sa stelitiziranim vrhovima zubaca.) Oblik (zakrivljenost, pad promjera) trupca, njegove dimenzije, kao i oblik i odgovarajuće dimenzije prizme snimaju se i prate kontinuirano u toku prerade. Na temelju dobivenih podataka računalo odmah, u ON LINE sistemu, daje odgovarajućim strojevima naredbu o načinu prerade, imajući u vidu postavljene uvjete proizvodnje. Mislimo da se iz priloženih crteža radnog procesa (sl. 1) i proizvodne linije (sl. 2) mogu uočiti odgovarajući detalji proizvodnje.

Koliko nam je poznato, u Švedskoj već radi jedna ovakva pilanska procesna linija, čiji je in-

stalirani kapacitet 120.000 m³ trupaca godišnje uz rad u jednoj smjeni. Navodno se u stvari postiže momentalno učinak od svega 90.000 m³ zbog nekih uskih grla proizvodnje ispred i iza samo pilanske hale.

Smatramo korisnim ovom prilikom opet naglasiti da je u svojim vrhunskim tehničko-tehnološkim dostignućima, pilanska industrija usvojila metode kontinuiranog, automatskog »gledanja i snimanja« cijelog toka proizvodnje, kao i njegovo programirano kompjutorsko upravljanje. Pitanje proizvodnosti rada praktički se više ne postavlja kao problem, jer se ona danas može planirati na željenom nivou. Veliki napredak u razvoju pilanskih strojeva i uređaja vođenih kompjutorskom tehnologijom, doveli su i do znatnog poboljšanja kvalitete prerade, odnosno obrade trupaca i piljenica. To se posebno odnosi na izvanrednu kvalitetu površine piljenica, obrađenih najnovijim pločama iverača trupaca i piljenica ili zupcima listova kružnih te tračnih pila. Vrhovi tih zubaca danas se sve više obrađuju stelitiranjem, a egaliziraju brušenjem. Velik je napredak postignut i u primjeni novih načina vođenja listova pila. (Napomenimo samo usput da se u Skandinaviji sve manje rabe jarmače iz više razloga, o kojima ne bismo ovom prilikom raspravljali.)

Posebno smatramo važnim spomenuti da je u ovako visoko razvijenoj pilanskoj tehnici i tehnologiji najveća pažnja čovjeka posvećena baš praćenju kvalitete proizvoda. Tako smo u jednoj velikoj, modernoj pilani u Norveškoj, imali priliku vidjeti redovitu i sistematski organiziranu kontrolu točnosti dimenzija piljenica, baziranu na znanstvenim principima tehnologije drva (u najširem značenju) i statističkih metoda. Također se tako (u najširem značenju) i statističkih metoda. Također se tako prati i kvaliteta obrađene površine, te evidentiraju i drugi elementi važni za kvalitetu piljenica. Posebno je značajno da se na eventualno pogoršanje kvalitete proizvoda ODMAH, u toku proizvodnje (recimo opet »on line«), reagira. Proizvodnja se momentalno zaustavlja (što još nigdje na svijetu nismo ranije imali prilike vidjeti ili čuti — ne barem kao redovitu i sistematsku praksu), i traže se odmah uzroci u poremećaju proizvodnje! U pilani o kojoj je riječ zaustavlja se npr. proizvodnja ako debljina piljenica padne izpod 0.5 mm, odnosno poraste iznad 0.5 mm ili 1.0 mm od zadane debljine u sirovu stanju — koja je opet izračunana

* Gost-profesor na Sekciji za tehnologiju drva Poljoprivredne visoke škole, Aas, Norveška, 1992. god.

ŠKOLA POSLOVODSTVA

PODUZEĆE I PODUZETNIŠTVO

(Nastavak iz broja 1/92)

Prof. Dr. Rudolf Sabadi
Sumarski fakultet Zagreb

UDK 630*7
Stručni rad

TROŠAK KAPITALA

Trošak kapitala definiramo kao stopu dobitka (povratka) potrebnu da se održi tržišna vrijednost poduzeća (ili akcija poduzeća). Rukovodiocu poduzeća mora biti poznat trošak kapitala, koji često nazivamo i minimalno potrebnom stopom povratka da bi (1) donosio odluke o pribavljanju kapitala poduzeću, (2) pomogao uspostavljanju optimalne kapitalne strukture i (3) donosio odluke o leasingu (posudbi), amortizaciji obveznica i upravljanju obrtnim kapitalom. Trošak kapitala izračunava se kao vagan prosjek različitih kapitalnih sastavnih dijelova, koje su na desnoj strani (u pasivi) bilance stanja kao zaduženja, preferirane dionice i neraspodijeljen dobitak.

Svaki element kapitala ima komponentne troškove koje se identificiraju kako slijedi:

- k_i = troškovi duga prije oporezivanja
- k_d = $k_i(1-t)$ = troškovi duga nakon oporezivanja, gdje je t = stopa poreza
- k_p = troškovi preferiranih akcija
- k_s = trošak neraspoređenih dobitaka (ili interni akcijski kapital)
- k_e = troškovi eksternog akcijskog kapitala, tj. troškovi izdavanja novih običnih akcija
- k_o = opći trošak kapitala poduzeća, odnosno vagan prosjek troškova kapitala

Trošak duga prije oporezivanja možemo pronaći određivanjem interne stope povratka (ili prihod do dospijea) na tijek gotovine obveznica, o kojima smo ranije već govorili. Skraćen postupak može biti upotrijebljen da se aproksimira dobitak do dospijea obveznice:

$$k_i = \frac{I + (M - V)/n}{(M + V)/2}$$

- I = godišnje isplaćene kamate u novcu
- M = nominalna vrijednost dionice
- V = neto vrijedn. dionice (nomin. vrij. — troškovi plasiranja)
- n = vrijeme od izdavanja do dospijea obveznice

Budući da su kamate trošak koji se odbija od poreske osnovice, troškovi dugovanja moraju biti izraženi na temelju poslije oporezovanja. Dugovanje poslije oporezovanja je

$$k_d = k_i(1-t),$$

gdje je t stopa oporezivanja.

PRIMJER.

Poduzeće SYLVA izdaje obveznice na 15 godina, nominalna vrijednost 1.000 n. j. po jednoj obveznici, koje nose 9% p. a. kamate, a neto vrijednost obveznice (nominalna vrijednost — troškovi plasmana) jest 938 n. j. po obveznici.

Imamo:

- n = 15 godina
- V = 938 n. j.
- M = 1.000 n. j.
- I = 90 n. j.

Pretpostavimo da je $t = 35\%$

$$k_i = \frac{I + (M - V)/n}{(M + V)/2} = \frac{90 + (1000 - 938)/15}{(1000 + 938)/2} = \frac{121}{969} = 12,49\%$$

Prema tome, trošak duga poslije oporezivanja je:

$$k_d = k_i(1-t) = 12,49(1-0,35) = 8,12\%$$

Trošak preferiranih dionica k_p dobivamo tako da godišnje dividende na preferirane dionice d_p podijelimo neto vrijednošću dionice (preferirane, dakako) V_p :

$$k_p = \frac{d_p}{V_p}$$

Budući da dividende na preferirane dionice nisu oslobođene poreza, one se isplaćuju nakon plaćanja poreza. Adekvatno tome nije potrebno prilagođivati oporezivanju.

PRIMJER.

Poduzeće SYLVA ima preferirane dionice koje nose 130 n. j. po dionici dividende na nominalnu vrijednost 1.000 n. j. po dionici. Raspačavanje dionica iznosi 2,9%, ili 29 n. j. po dionici. Trošak preferiranih dionica je:

$$k_p = \frac{d_p}{V_p} = \frac{130}{971} = 13,4\%$$

Trošak dioničkog kapitala. Trošak običnih dionica, k_e , općenito se smatra stopom povratka ili dobitka koji investitori očekuju na obične dionice. Na raspolaganju su tri tehnike za mjerenje troškova na dionički kapital (obične dionice): Gordonov model rasta, vrednovanje modelom kapitalnog uloga (Capital asset pricing model — CAPM), i trošak dugoročnih dugovanja plus premija za rizik.

O Gordonovu modelu rasta već smo govorili u odsječku o riziku, dobitku i vrednovanju. Model je:

$$P_0 = \frac{D_1}{r - g}$$

- P_0 = vrijednost običnih dionica
 D_1 = dividende primljene u 1. godini
 r = investitorov priželjkivan dobitak
 g = stopa rasta (pretpostavljeno konstantna tijekom vremena)

Rješavajući model po r , dobiva se izraz za troškove običnih dionica:

$$r = \frac{D_1}{P_0} + g \text{ ili } k_e = \frac{D_1}{P_0} + g$$

Napominjemo da je simbol r promijenjen u k_e , pokazujući time da se upotrebljava za izračunavanje troškova kapitala.

PRIMJER.

Poduzeće SYLVA ima obične dionice koje se na tržištu prodaju po 1.040 n. j. za jednu dionicu, nominalne vrijednosti 1.000 n. j. Dividende koje će biti isplaćene na kraju poslovne godine su 56 n. j. po dionici, a očekuje se da će rasti 4,5% godišnje jednako mjereno. U tom slučaju, trošak običnih dionica je:

$$k_e = \frac{D_1}{P_0} + g = \frac{56}{1040} + 4,5\% = 9,88\%$$

Trošak novih običnih dionica, ili eksternog dioničkog kapitala, veći je od postojećih običnih dionica zbog troškova izdavanja i prodaje (flotacije) novih običnih dionica.

Ako su f troškovi izdavanja i prodaje (flotacije) u postotku, izraz za trošak novih običnih dionica je:

$$k_e = \frac{D_1}{P_0(1-f)} + g$$

PRIMJER.

Pretpostavimo iste podatke kao u prethodnom primjeru, osim što poduzeće SYLVA nastoji prodati nove dionice uz trošak 9,5%. Tada je:

$$k_e = \frac{D_1}{P_0(1-f)} + g = \frac{56}{1040(1-0,095)} + 4,5 = 5,95\% + 4,5\% = 10,45\%$$

Pristup CAPM alternativan je u mjerenju troškova običnih dionica, sastoji se od slijedećeg redoslijeda:

- (1) Izračunati stopu bez rizika r_f , koja obično odgovara eskontnoj stopi narodne banke.
- (2) Izračunati β -koeficijent dionice, što je u stvari indeks sistematičkog rizika (ili pak nediversificiran tržišni rizik).
- (3) Izračunati stopu dobitka na portfelj kao što je npr. kompozitni Dow Jonesov indeks za 30 industrija.
- (4) Izračunati poželjnu stopu dobitka na dionički kapital poduzeća upotrijebivši jednadžbu CAPM:

$$k_e = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

Valja opet voditi računa da je simbol r_j promijenjen u k_e .

PRIMJER

$$r_f = 8\%; \beta = 1,20; r_m = 11\%$$

$$k_e = 8\% + 1,2(11\% - 8\%) = 11,6\%$$

Izračunatih 11,6% troška običnih dionica može biti promatrano da se sastoji od 8% stope bez rizika plus 3,6% premije za rizik, što odražava da je cijena akcija poduzeća 0,5 puta više oscilirajuća od tržišnog portfelja, zbog činitelja koji utječu na nediversificiran ili sistematični rizik.

U određivanju troškova običnih dionica praktičan je pristup dodavanja premije za rizik dugoročnim dugovanjima poduzeća, koji se određuje kako slijedi:

$$k_e = \text{stopa na dugoročne kredite} + \text{premija za rizik} = k_i(1-t) + \text{premija za rizik}$$

U ovom pristupu obično se računa s premijom za rizik od 4%.

PRIMJER

Opet uzimamo iste podatke kao u prethodnim primjerima: $n = 15$, $V = 938$, $M = 1000$, $I = 90$, $t = 35\%$, uz pretpostavku da je premija za rizik 4%:

$$k_e = k_i(1-t) + \text{premija za rizik} = 12,49(1-0,35) + 4\% = 12,12\%$$

Troškovi neraspoređenih dobitaka usko su vezani s troškovima običnih dionica, budući da su troškovi dobiveni neraspoređenim dobitcima jednaki stopi dobitka koju investitori priželjkuju na obične dionice, tj.:

$$k_e = k_s$$

Mjerenje svih troškova kapitala. Svi troškovi kapitala poduzeća ponderirana su aritmetička sredina individualnih kapitalnih troškova, s tim da su ponderi proporcije svakog od tipova kapitala koji je upotrijebljen.

Uzimamo da je k_0 opći trošak kapitala, tada imamo:

$$k_0 = \sum \left(\begin{array}{l} \% \text{ od ukupne kapi-} \\ \text{talne strukture u ko-} \\ \text{jem sudjeluje svaki} \\ \text{od tipova kapitala} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{trošak kapitala} \\ \text{za svaki kapitalni} \\ \text{izvor} \end{array} \right) =$$

$$= w_d k_d + w_p k_p + w_e k_e + w_s k_s$$

$$w_d = \% \text{ od ukupnog kapitala iz zajmova}$$

$$w_p = \% \text{ od ukupnog kapitala iz izdavanja no-} \\ \text{vih preferiranih dionica}$$

$$w_e = \% \text{ od ukupnog kapitala iz izdavanja no-} \\ \text{vih običnih dionica}$$

$$w_s = \% \text{ od ukupnog kapitala iz internih izvora}$$

Ponderi mogu biti historijski, ciljni i granični.

Historijski ponderi temelje se na postojećoj kapitalnoj strukturi poduzeća. Upotreba tih pondera utemeljena je na pretpostavci da je postojeća kapitalna struktura poduzeća optimalna, pa je valja takvom održavati i u budućnosti. Za tu svrhu moguće je upotrijebiti dva tipa historijskih pondera: (a) Ponderi knjižne vrijednosti, temeljeni na pretpostavci da novo financiranje ima teći na način i metodom primijenjenom u postojećoj kapitalnoj strukturi, a za ishodne vrijednosti uzimaju se knjižne vrijednosti pojedinih tipova kapitala, prikazanog u pasivi kao dugoročni izvori.

PRIMJERI

Pretpostavimo da poduzeće SYLVA ima slijedeću strukturu dugoročne pasive:

Hipotekarne gbeznice	1,500.000
Preferirane dionice	200.000
Obične dionice	2,200.000
Neraspoređen dobitak	320.000
Ukupno:	4,220.000

Knjižni ponderi i ukupni troškovi postojeće kapitalne strukture računaju se tada ovako:

Izvor	Knjižna vrijedn.	Ponder	Trošak	Ponderir. trošak
Zajmovi	1,500.000	35,55%	8,12%	2,89%
Pref. dionice	200.000	4,74%	13,40%	,64%
Obične dionice	2,200.000	52,13%	10,45%	5,45%
Nerasp. dobitak	320.000	7,58%	13,40%	1,02%
Ukupno:	4,220.000	100,00%		10,01%

Prema tome, ukupan trošak kapitala $k_0 = 10,01\%$.

(b) Ponderi tržišnih vrijednosti određuju se dijeljenjem tržišne vrijednosti svakog izvora zbrojem tržišne vrijednosti svih izvora. Upotreba tržišne vrijednosti za izračunavanje ponderiranih prosječnih troškova kapitala teoretski je privlačnija, zbog toga

što je tržišna vrijednost vrijednosnica bliža stvarnoj novčanoj vrijednosti koju je moguće postići u slučaju njihove prodaje.

PRIMJER

Pretpostavimo da je tržišna vrijednost vrijednosnica iz prethodnog primjera slijedeća:

Hipotekarne obveznice	1.050 n. j. po 1 obveznici
Preferirane dionice	1.020 n. j. po 1 dionici
Obične dionice	960 n. j. po 1 dionici

Ponderi tržišne vrijednosti prema tome su:

Izvor	Broj vrijedn.	Cijena za 1 vrijed. n. j.	Tržišna vrijednost
Obveznice	1.500	1.050	1,575.000
Pref. dionice	200	1.020	204.000
Obične dionice	2.200	960	2,112.000
Ukupno			3,891.000

Na neraspoređen dobitak primjenjujemo isti postotak u odnosu na nominalnu vrijednost, kao pri običnim dionicama (96%), pa imamo u 000 n. j.:

Izvor	Tržiš. vrijed.	Ponder	Trošak	Ponderir. prosjek
Zajmovi	1.575	37,52%	8,12%	3,05%
Pref. d.	204	4,86%	13,40%	,65%
Ob. dion.	2.112	50,31%	10,45%	5,26%
Nerasp. dob.	307	7,31%	13,40%	,98%
	4.198	100,00%		9,94%

Ciljni ponderi. Ako je poduzeće odredilo kapitalnu strukturu koja najbolje odgovara postavljenim ciljevima, govorimo da je postignuta ciljna kapitalna struktura.

Granični ponderi. Upotreba graničnih pondera uključuje vaganje (ponderiranje) specifičnih troškova različitih tipova financiranja u postotcima ukupne strukture očekivanog financiranja. Upotrebom ciljnih pondera poduzeće nastoji ostvariti takvo financiranje za koje vjeruje da predstavlja optimalnu kapitalnu strukturu. Upotrebom graničnih pondera, poduzeće zanimaju stvarni novčani iznosi svakog tipa financiranja za specifičan investicijski projekt.

PRIMJER

Šumsko gospodarstvo »X« razmatra mogućnost kupnje pilane koja pripada Drvnoj industriji LIGNA, koja je pod stečajem. Poslovno rukovodstvo ŠG »X« smatra da će posjedovanjem pilane povećati mogućnosti zarade prerađujući šumske sortimente koje već proizvodi, ubirući dobitak na preradi i povećanjem vlastite likvidnosti i ušteda koje nastaju u smanjenim potrebama za obrtna sredstva.

Procjenjuje se da bi kompletnu pilanu bilo moguće kupiti uz cijenu (u 000 n. j.) od 12.500.

Kako je ŠG »X« neprofitno poduzeće, mogućnost da do novog kapitala dođe izdavanjem novih običnih dionica praktično ne postoji (budući da profitno poduzeće ne može isplaćivati dividende, već neto dobitak ima iskoristiti za proširenje djelatnosti zbog koje je osnovano). Ostaje da se kupovina financira različitim vrstama dugoročnih zajmova.

Analizom troškova i opće situacije na tržištu novca, dolazi se do zaključka da je kupovina pilane moguća na sljedeći način:

Vrsta zajma	Ponder	Trošak	Ponderiran trošak
Hipot. zajam	50%	12,5%	6,25%
Dohod. obveznice	15%	10,5%	1,58%
Garant. obveznice	8%	17,0%	1,36%
Subord. obveznice	12%	15,6%	1,87%
Kolat. trust obv.	15%	8,5%	1,28%
	100%		12,34%

Š. G. »X« očekuje da će, kupi li pilanu, ostvariti dodatni profit 2,020.000 n. j. godišnje. Kako je trošak kapitala za kupovinu pilane

$$12,500.000 \times 12,34\% = 1,542.000 \text{ n. j.}$$

To je iznos koji iz projekta mora biti minimalno generiran, da bi se vlastiti kapital zadržao na razini izvan opasnosti smanjenja. Moguć dodatni dobitak, kako smo istakli, veći je od projektiranog troška, pa poslovno rukovodstvo može upravnom odboru ŠG »X« podnijeti prijedlog za kupovinu pilane kao opravdan.

Visina financiranja i granični trošak kapitala. Zbog toga što eksterni dionički kapital ima više troškove od neraspoređenih dobitaka, zbog troškova flotacije, ponderirani troškovi kapitala rastu sa svakom novčanom jedinicom novog financiranja. Iz tog razloga poduzeće se prvo koristi izvorom s nižim troškovima. U stvari, troškovi kapitala poduzeća funkcija su veličine njegove ukupne investicije. Raspored ili grafički prikaz koji se odnosi na visinu novog financiranja zove se ponderirani (vagani) granični trošak kapitala.

Takav raspored upotrebljava se pri određivanju diskontne stope koja će biti upotrijebljena u procesu planiranja kapitala poduzeća. Redoslijed kojim teku granični troškovi kapitala poduzeća ide kako slijedi:

- (1) Odrediti troškove i postotak financiranja koji će se upotrijebiti za svaki od izvora kapitala (dugoročni zajmovi, preferiran dionički kapital i dionički kapital).
- (2) Izračunati prag rentabilnosti na krivulji graničnih troškova kapitala, odakle će ponderirani troškovi početi rasti. Obrazac za izračunavanje praga rentabilnosti je:

$$\text{Prag rentabilnosti} = \frac{\text{maksimum izvora kapitala niskih troškova}}{\text{postotak financiranja koji dolazi iz tog izvora}}$$

- (3) Izračunati ponderiran trošak kapitala za cjelokupno financiranje između točaka praga rentabilnosti.
- (4) Konstruirani grafikon rasporeda graničnih troškova kapitala koji prikazuje ponderiran trošak kapitala za svaku razinu financiranja. Taj će raspored biti upotrebljen u vezi s raspoloživim investicijskim mogućnostima novog financiranja poduzeća, da bi se odabrala vrela financiranja. Sve dok je interna stopa dobitka veća od graničnih troškova financiranja, projekt treba biti usvojen. Isto tako, točka u kojoj se interna stopa dobitka siječe s graničnim troškom kapitala, daje optimalan kapitalni sastav.

U slijedećem primjeru ilustriran je postupak određivanja ponderiranih troškova kapitala poduzeća, za svaku razinu financiranja, s redoslijedom financiranja investicija u odnosu na odgovarajuću diskontnu stopu.

PRIMJER

Poduzeće razmatra tri investicijska projekta A, B i C, za koje su inicijalni izdaci i interna stopa dobitka:

Projekt	Izdaci	Int. stopa dobitka
A	2,000.000	13%
B	2,000.000	15%
C	1,000.000	10%

Usvajajući te projekte, financiranje bi se sastojalo 50% od zajmova, a 50% od izdavanja novog dioničkog kapitala običnim dionicama. Poduzeće mora imati 1,8 milijuna n. j. dobitka raspoloživog za reinvestiranje (interno financiranje). Razmatraju se samo učinci povećanja u troškovima običnih dionica na vlastite granične troškove kapitala.

1. Izračunani su troškovi kapitala za svaki izvor:

Izvor	Troškovi
Zajam	5%
1,8 mil. obiĉ. dionice	15%
Novo obiĉne dionice	19%

Upotrijebi li poduzeće interno generiran dionički kapital, ponderirani trošak kapitala je:

$$k_0 = \sum \frac{\text{Postotak ukupne kapitalne strukture iz svakog izvora}}{\text{Trošak kapitala svakog izvora}}$$

U ovom slučaju, kapitalna struktura sastavljena je 50% od zajmova, a 50% od interno generiranog običnog dioničkog kapitala:

$$k_0 = (0,5) (5\%) + (0,5) (15\%) = 10\%$$

Upotrijebi li poduzeće umjesto interno generiranog nov obični dionički kapital, tada je:

$$k_0 = (0,5) (5\%) + (0,5) (19\%) = 12\%$$

Raspon ukupnog novog financ.	Tip kapitala	Proporcija	Trošak	Ponderiran trošak
0—3,6 mil. n. j.	Zajam	0,5	5%	2,5%
	Interni ob.	0,5	15%	7,5%
				10,0%
3,6 mil. n. j. i više	Zajam	0,5	5%	2,5%
	Nov. ekst.	0,5	19%	9,5%
				12,0%

2. Potom se izračunava prag rentabiliteta, a to je razina financiranja u kojoj ponderiran trošak kapitala raste.

Prema naprijed danom obrascu, za naš primjer imamo:

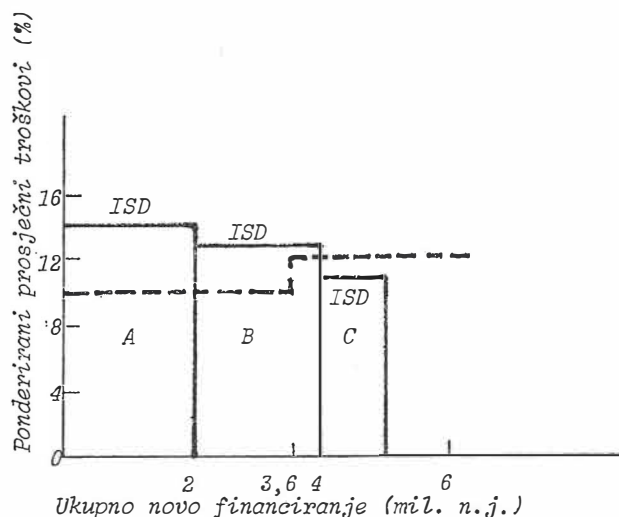
$$\text{Prag rentabiliteta} = 1,800.000/0,5 = 3,600.000 \text{ n. j.}$$

3. Izlazi da je poduzeće u stanju financirati 3,6 milijuna u novim investicijama iz internog akcijskog kapitala i zajmova, a da ne mijenja tekuću mješavinu 50% zaduživanja i 50% osnivačkog kapi-

tala (obični dionički kapital). To znači da pri financiranju do 3,6 mil. n. j. ili manje trošak kapitala poduzeća iznosi 10%.

4. Narisati raspored graničnog troška kapitala na grafikonu investicijskih mogućnosti, da bi se odredila diskontna stopa koja će se upotrijebiti pri odluci u koji projekt investirati i prikazati koji je optimalni sastav kapitala.

Iz našeg primjera, kako to pokazuje slika, proizlazi da poduzeće treba da investira do točke gdje interna stopa dobitka ne prelazi granični trošak kapitala. Poduzeće treba da odbaci projekt C budući da su njegovi troškovi kapitala veći od interne stope dobitka. Optimalan kapitalni sastav je 4 mil. n. j., budući da je to svota gotovinskih izdataka za projekte A i B.



Slika 1. Granična stopa kapitalnih troškova i interna stopa dobitka

MOŽE LI AUTOCAD ZAMIJENITI CRTAČU DASKU?

(iskustvo projektanata iz SAD)¹

Vesna Dalbello, dipl. ing. arh.

Bavite li se projektiranjem, designom ili izradom tehničke dokumentacije na bilo kojem području (arhitektura, građevinarstvo, strojarstvo, izrada namještaja...), dakle bilo čime gdje je bitno crtanje i kotiranje, i tražite odgovarajući posao u SAD? Nemojte niti pokušavati ako ne poznajete barem osnovne crtanja na računaru.

Danas se to ne smatra avanturom ili tehnološkim čudom, nego standardom. U svakom natječaju objavljenom u tisku uz ostale uvjete za zapošljavanje je i poznavanje

¹ Autor članka diplomirala je na Arhitektonskom fakultetu u Zagrebu 1986. godine. Radila je kod poznatog zagrebačkog arhitekta Zeljka Kovačića, zatim kao dizajner namještaja u tvornici JADRAN u Zagrebu, a posljednje tri godine radi na projektantskim poslovima na Johns Hopkins Univerzitetu u Baltimoru, SAD.

rada na računaru. Budući da još uvijek nema dovoljno stručnjaka koji su istodobno obučeni za rad (crtanje) na računaru, takvi su kadrovi traženi i, uza sve ekonomske probleme koji trenutno muče SAD, oni relativno brzo nalaze posao.

U većini projektantskih tvrtki, osobito s manjim brojem zaposlenih, radi se isključivo pomoću računala. To ima više nego opravdane razloge sa stanovišta preciznosti, produktivnosti i, dakako, zarade. Relativno veliki troškovi nabavke programske i sklopovske opreme, odnosno školovanja ljudi za rad na njima, brzo su amortizirani. Naime, projektiranje uz upotrebu računala eliminira niz koraka u izradi dokumentacije klasičnim načinom.

Designer koji je navikao na rad s računalom u stanju je i prve skice crtati na ekranu računala. Prednost je što se »skicirati« može jednostavno u tri dimenzije i tako brže uočiti sve probleme, kako tehničke, tako i oblikovne, bez skupe i mukotrpne izrade modela i prvih prototipova.

Posebno je pogodno dizajniranje namještaja u tri dimenzije pomoću računala (i AutoCAD-a) jer se iz trodimenzionalnog modela mogu lako dobiti presjeci prema kojima se mogu izrađivati prototipovi. Na taj se način izbjegava izrada nekoliko prvih pravih modela i time postiže ušteda u vremenu i novcu.

Dalje se projektiranje može odvijati u dva smjera:

- druga osoba razrađuje idejni projekt ili
- projektant osobno nastavlja razradu vlastitog projekta, odnosno izradu tehničke dokumentacije.

Drugi način rada je češći. Razrađujući vlastiti projekt, projektant





trenutno uočava probleme, rješava ih, pri tome ne gubeći vrijeme na skiciranje, već direktno izrađujući dokumentaciju.

Kada je projektant zadovoljan izgledom objekta, kompletna dokumentacija već je generirana i projekt je spreman za crtanje na plotteru, odnosno tiskanje. Prema dobivenim crtežima izrađuje se nulti prototip. Preciznost crteža izrađenog na računala je velika, a mogućnost greške gotovo je ravna nuli.

Manje promjene ili modifikacije u dokumentaciji obavljaju se brzo, nema više istanjenih transparentnih kopija niti grešaka u kotiranju, budući da se kote mijenjaju automatski.

Mnoge nezavisne tvrtke za proizvodnju programske opreme opskrbile su tržište nizom programa koji su nadogradnja na AutoCAD ili slične programe za projektiranje. Primjer toga su tzv. »Third party« programi, Render Man ili 3D-Studio.

Programima tipa »Third party« bitno se ubrzava rad pomoću velikog broja potprograma i boljom komunikacijom s korisnikom. Takvi programi također donose i datoteku gotovih crteža, simbola i karakterističnih detalja koji su, u pravilu, u stručnom pogledu previše općeniti, a oblikovno vrlo loše riješeni i stoga za projektanta neupotrebljivi, odnosno mogu služiti kao podloge koje treba modificirati.

Osim brzine i efikasnosti računalo je nezamjenljivo u trodimenzionalnim prikazima. Jednom uneseni u računalo, objekti se mogu rotirati, gledati iz svih kutova, a uz dodatne programe poput Render Mana-a ili 3D-Studio koji se koriste crtežima kreiranim u AutoCAD-u, vizualizacija objekta može se znatno unaprijediti.

Sam AutoCAD ima 256 boja, što se čini mnogo, no često se desi da nema baš one koja je projektantu potrebna, nema prozirnih objekata niti mogućnosti prikaza strukture

površine. Ima samo jedan izvor svjetla, i to paralelan (nema točkastog), koji je uvijek iza očista. Postoje samo vlastite sjene (nema bačenih). Spomenutim programima moguće je daleko prirodnije prikazati objekt ili prostor. Oni služe da bi se trodimenzionalnom crtežu dodale razne obrade, struktura površine i materijal (kamen, staklo, prozirno ili mliječno, tkanina, drvo raznih vrsta itd.). Objekt se može osvijetliti s raznih strana, s jednim ili više izvora svjetlosti različite boje i intenziteta. Postoji mogućnost animacije, šetnje kroz prostor i snimke svega toga na videotraku. To znači da prezentacija projekta praktički nema ograničenja.

No, da ne bi bilo zabune, računalo je samo **sredstvo** za crtanje, kao što su to bili grafosi ili rapidografi. Kreativnost projektanta ni u kojem slučaju ne može biti zamijenjena računalom.

Sve navedene pogodnosti neprofesionalcu stvaraju iluziju da može projektirati. Međutim nekreativ-

na i neprofesionalna osoba koja se dohvati tako »opskrbljenog« računala u stanju je slagati te elemente, nepromijenjene, bez potpunog razumijevanja.

Krajnji proizvod može izgledati vrlo efektivno i profesionalno, osobito nestručnoj osobi (a investitori najčešće nisu osobe iz struke), ali neće imati nikakve stručne niti estetske vrijednosti.

Zbog toga je računalo pravi alat jedino u rukama visoko obrazovanog profesionalca. On će sam riješavati detalje za svaki dani problem i jednostavno ih arhivirati na mag-

netske medije za buduće upotrebe i modifikacije. Na taj način stvorit će vlastiti stil i grafiku prikaza, baš kao što bi to bilo da je crtao klasičnim načinom na crtačoj dasci.

Cilj je svakog projekta prodaja, tj. izvedba. Zbog zorne prezentacije kakvu omogućava crtanje na računalo vjerojatnost da se projekt prodaje znatno je veća. Druga velika prednost u ekonomskom smislu je ta što za izradu dokumentacije treba znatno manje vremena i ljudi, što se vrlo složeni problem može riješiti uz znatno manje troškove u procesu projektiranja.

Zbog toga se u SAD računala sve više upotrebljavaju za crtanje i oblikovanje, bilo da se radi o oblikovanju proizvoda, grafičkom designu, arhitekturi, građevinarstvu, izradi namještaja ili sl.

Drugim riječima, sviđalo se to ljudima koji su odškolorani uz crtaču dasku ili ne, budućnost i odgovor na pitanje »Crtača daska ili računalo?« jest: RAČUNALO.

U prilogu je dan crtež student-skog dnevnog boravka izrađenog pomoću AutoCAD-a i prikazanog iz dva različita kuta gledanja.

NOVI DIPLOMIRANI INŽENJERI DRVNE INDUSTRIJE I INŽENJERI DRVNE INDUSTRIJE, SMJER PROIZVODNJE NAMJEŠTAJA U 1992. GODINI, NA ŠUMARSKOM FAKULTETU U ZAGREBU

I. DIPLOMIRANI INŽENJERI DRVNE INDUSTRIJE (VII/2 stupanj)

1. ŽUNTAR DAMIR
Mjerenje bočne stabilnosti lista uskolisne tračne pile (29. 1. 1992.)
2. BENAC DAMIR
Hrapavost površine drva (05. 03. 1992.)
3. RIBIČIĆ RENATA
Ispitivanje elastičnih karakteristika i trajnosti ležaja za dječji krevet (09. 03. 1992.)
4. OREMUS JELKA
Organizacija tehnološke pripreme u proizvodnji namještaja (17. 03. 1992.)
5. BOLIC BRACO
Tehnologija ljuštenja furnira uz upotrebu pritisknog valjka (18. 03. 1992.)
6. ŠARIĆ PREDRAG
Drvna industrija u Hrvatskoj danas (30. 03. 1992.)
7. TRBUHOVIĆ GORAN
Problematika formaldehida u proizvodnji ploča od usitnjenog drva (07. 04. 1992.)
8. BADROV INGRID
Proizvodnja plemenitog furnira od hrastovine (08. 05. 1992.)
9. MOTIK DARKO
Usporedba dviju metoda planiranja rokova proizvodnje (12. 05. 1992.)
10. ULE ALEKSANDRA
Određivanje vatrootpornosti furnirskih ploča pomoću indeksa kisika (13. 05. 1992.)
11. FRANČIĆ MLADEN
Fizička i mehanička svojstva furnirskih otpresaka od grabovine (22. 05. 1992.)
12. HOFER IGOR
Organizacija tehnološke pripreme u proizvodnji namještaja (25. 05. 1992.)
13. JANEŠ JOSIP
Upravljanje proizvodnjom u sustavu »Pilana-dorada« (28. 05. 1992.)
14. VADANJEL SAŠA
Problematika strukturne pretvorbe karakterističnog poduzeća proizvođača namještaja (03. 06. 1992.)
15. JAGORINEC BOJANA
Priprema proizvodnje u tvornici stolica (15. 06. 1992.)
16. SOKOLOVIĆ JANICA
Komparacija vodoodbojnosti lazura na bazi vode i organskih otapala (24. 06. 1992.)
17. BOLF ALEKS
Određivanje čvrstoće spojeva lameliranih prozora (29. 06. 1992.)
18. ŠISAK ZDENKO
Određivanje otpornosti na toplinu spojeva lameliranih prozora (01. 07. 1992.)
19. BILIĆ IVICA
Proizvodnja rezanih furnira od hrastovine na strojevima s ojničkim pogonom (03. 07. 1992.)
20. TERZIĆ MUHAREM
Postupci i metode za određivanje emisije slobodnog formaldehida iz furnirskih otpresaka (03. 07. 1992.)
21. ORLIĆ GORAN
Proizvodnja plemenitih furnira od hrasta kitnjaka (09. 07. 1992.)
22. KENJI NENAD
Organizacija kontrole i upravljanje kvalitetom u proizvodnji namještaja (16. 07. 1992.)
23. BOČKAJ MIROSLAV
Otvrdnjavanje KF ljepila (23. 07. 1992.)
24. JANEŠ GORAN
Tehnologija masivnog drva (31. 07. 1992.)
25. PERVAN STJEPAN
Varijabilitet debljine bukovih piljenica ispiljenih na jarmači i tračnoj pili trupčari (31. 07. 1992.)
26. BURIĆ TATJANA
Tehnološka priprema u proizvodnji namještaja (04. 09. 1992.)
27. BARIČEVIĆ DRAŽEN
Organizacija pripreme proizvodnje u DIK »Đurđenovcu« (19. 10. 1992.)
28. BREZOVIC MLADEN
Višeslojne furnirske ploče od bagremovine (*Robinia pseudoacacia* L.) strukturno zaštićene kemijskim vatrootpornim sredstvima (21. 10. 1992.)
29. HABJAN MARKO
Organizacija pripreme proizvodnje u DI GORAN-PRODUKT, Čabar (21. 10. 1992.)
30. SKOK RANKO
Komfor ležaja sa džepičastom opružnom jezgrom (26. 10. 1992.)

II. INŽENJERI DRVNE INDUSTRIJE, SMJER PROIZVODNJE NAMJEŠTAJA (VI stupanj)

1. VINCEK MIODRAG
Pokuštvo iz savijenog drva (03. 02. 1992.)
2. OSOJNIČKI MIRJANA
Površinska obrada namještaja u DI Delnice pogon Vrata (07. 02. 1992.)
3. GRČIĆ SNJEŽANA
Tehnologija proizvodnje sjedećih garnitura od masiva (20. 02. 1992.)
4. RANOGAJEC DARKO
Površinska obrada stolica (20. 02. 1992.)
5. JURIĆ MARA
Organizacija proizvodnje kuhinjskog namještaja (08. 05. 1992.)
6. JURIĆ MIRO
Greške kod sušenja jelovih piljenica (18. 05. 1992.)
7. STILINOVIĆ STJEPAN
Proizvodnja stolica u DI Perušić (25. 05. 1992.)
8. VOLARIĆ JASMINA
Kako industrijskim dizajnom osvojiti nova tržišta (29. 05. 1992.)
9. RAJKOVIĆ VALENTINO
Usporedba protočne i povratne metode kronometraže sa naglaskom na mogućnosti primjene u DI (19. 06. 1992.)
10. RUPČIĆ DARKO
Priprema proizvodnje u tvornici masivnog namještaja (06. 07. 1992.)
11. ZELENKA SLAVEN
Površinska obrada u DI »GAJ« Podravska Slatina (27. 07. 1992.)
12. RAĐA IVANA
Priprema proizvodnje u tvornici finalnih proizvoda (21. 09. 1992.)
13. GADŽA IVICA
Problematika normiranja rada u proizvodnji furnira (28. 09. 1992.)

B. DEVČIĆ

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 čitatelji 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 najmanje 3 cm), s proredom (redak oko 60 slovnih mjesta, a stranica 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 upotrebene 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 poleđini — 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 redni 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 crtačem 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 34×50 cm. Sav tekst i brojke (kote) trebaju biti upisane 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 ljepila 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 izlaženja (godište 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. tehn., 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 (skraćjenje ili dopune), 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 slijedećem broju.

UREDNIŠTVO

interzum '93
14. – 18. svibanj

interzum
köln



The classic among the trend shows

Najvažniji termin u Vašem kalendaru za 1993: 14. – 18. svibanj, jer tad se susreću stručnjaci na **interzum** u Kölnu, najvećem na svijetu sajmu za kooperante u industriji namještaja i unutarnjeg uređenja. Iz Kölna se daju smjernice za trendove u opremanju stanova i uređenja prostora. Ovdje ćete dobiti odlučujuće informacije o inovacijama, tehnologijama i trendovima za uređenje prostora za slijedeće razdoblje.

Sve informacije, kataloge i karte za sajam:

GENERALNO PREDSTAVNIŠTVO

BRANDT d.o.o.
MARKETING USLUGE
Ulica Republike
Austrije 36
Zagreb, Hrvatska

tel.: 0 41/170-333, fax: 0 41/577-6 52

Za grupna putovanja izvolite se obratiti:

PENTA – proizveće za turizam i trgovinu d.o.o. Poljana Z. Mikine 23
Zagreb, tel./fax: 0 41/333-7 69

i druge veće agencije u Hrvatskoj.

Ako već danas želite obavijesti o **interzum '93** – pošaljite kupon s podacima i Vašom vizitkartom – telefaxom ili poštom:

Ime i prezime _____

Ulica i broj _____

Pošt.br., grad, zemlja _____

DI/12 '93

 **Köln Messe**

EXPORTDRVO



EXPORTDRVO

DIONIČARSKO DRUŠTVO

TEL. (041) 460-222, FAX (041) 445-266; (041) 420-004

VLASTITE FIRME I PREDSTAVNIŠTVA U INOZEMSTVU

SAD

European Wood Products Inc.

226 7th Street Suite 107
Garden City N. Y. 11530
Tel: 991/516/294-9663
991/516/294-9667
Fax: 991/516/294-9675

NIZOZEMSKA

Exhol

B.V. 1075 AL Amsterdam Z
Oranje Nassaulaan 65
Tel: 9931/20/717076 (Fax)

NJEMAČKA

Omnico G.m.b.H.

8300 Landshut
Watzmannstrasse 65
Tel: 9949/871/61055
Telex: 041/58385
Fax: 9949/871/61050

4936 Augustdorf,
Pivitsheider Strasse 2,
Tel: 9949/5237/5909
Telex: Omnic 041/935641
Fax: 9949/5237/5693

FRANCUSKA

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

SKANDINAVIJA

Exportdrvo
S-103-62 Stockholm 16
Drottninggata 80, 4. Tr, POB 3146
Tel: 9946/8/7900983
Telex: 054/13380
Fax: 9946/8/112393

ITALIJA

Omnico Italiana s.r.

1. Milano,
Via Unione 2
Tel: 9939/2/861-086
9939/2/874-986 (fax)
33100 Udine
Via Manzini 8
Tel: 9939/432/505 828
Fax: 9939/432/510 677

VELIKA BRITANIJA

Exportdrvo
London SW 19 1 RL
Broadway House, second floor
112-134 the Broadway
Wimbledon
Tel: 9944/81/5425111
9944/81/5439043
Telex: 051/928389
Fax: 9944/81/5403297