

UDK 630\* 8 + 674

CODEN: DRINAT

ISSN 0012-6772



znanstveno-stručni  
časopis za pitanja  
drvne tehnologije

# DRVNA INDUSTRIJA

Drvena industrija

Volumen 44.

Broj 2

Stranica 45 - 79

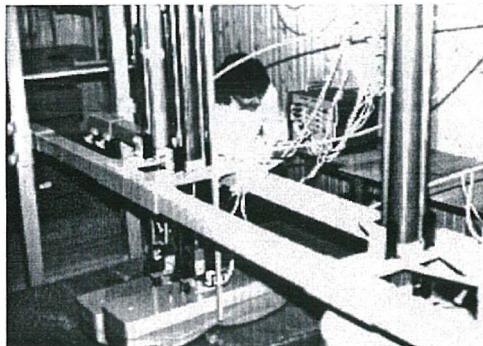
Zagreb, ljeto 1993.

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 drvnoj struci,
- Informatičke usluge, te usluge programiranja i obrade podataka.

Ispitivanje ojastučenog namještaja u laboratoriju Katedre za finalnu obradu drva



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

OVAJ BROJ ČASOPISA SUFINANCIRA:



# DRVNA INDUSTRIJA

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

Drvna ind. Godište (Volume) 44 Broj (Number) 2 Strane (Pages) 45-79 Ljeto ( Summer) 1993.

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

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

*Suizdavači (Co-Publishers):*

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

*Osnivač (Founder):*

Institut za drvo, Zagreb

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

Prof. dr Božidar Petrić

*Urednik (Assistant Editor):*

Hrvoje Turkulin, MSc

*Urednički odbor (Editorial Board):*

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

*Izdavački savjet (Publishing Council):*

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

*Tehnički urednik (Production Editor):*

Zlatko Bihar

*Lektori (Linguistic Advisers):*

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

*Drvna industrija* je časopis koji donosi znanstvene i stručne radove te ostale priloge iz cjelokupnog područja eksploatacije šuma, istraživanja osobina i primjene drva, mehaničke i kemijske prerade drva, svih aspekata proizvodnje te trgovine drvom i drvnim proizvodima.

Časopis izlazi četiri puta godišnje.

*Drvna industrija* is dealing with research contributions and reviews covering the entire field of forest exploitation, wood properties and application, mechanical and chemical conversion and modification of wood, and all aspects of manufacturing and trade of wood and wood products.

The journal is published quarterly

Naklada (Circulation): 450

Časopis je referiran u (Indexed in):

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

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

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

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

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

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

„MD” - kompjutorska obrada i prijelom teksta - ofset tisak  
Zagreb, tel. (041) 348-346

*Naslovna strana (Cover Design):*

Božidar Lapaine, MA

Vol. 44, 2	Znanstveni radovi	
str. 45 - 79	Vlatka Jirouš-Rajković	
ljeto 1993.	UTJECAJ ZATUPLJENOSTI BRUSNE TRAKE NA HRAPAVOST BRUŠENIH POVRŠINA.....	47-51
Zagreb	Vladimir Bruči, Vladimir Jambreko <i>vi</i> ć, Mladen Brezovič	
	FIZIČKA I MEHANIČKA SVOJSTVA OKAL-PLOČA I OKAL- SREDNJICA.....	52-56
	Denis Jelačić	
	IZBOR METODE PLANIRANJA ROKOVA PROIZVODNJE .....	57-61
	Stručni radovi	
	Božidar Lapaine	
	DIZAJNER U NEPOSREDNOJ SURADNJI NA RELACIJI NOVOGA PROIZVODNOG PROGRAMA .....	62-66
	Ivica Grbac	
	ZNANSTVENO-STRUČNO SAVJETOVANJE TVRTKE SEMBELLA .....	67
	Boris Ljuljka	
	PRIMJENA UGLJIK-DIOKSIDA ZA OTAPALO U LAKOVIMA .....	68-69
	Sajmovi i izložbe .....	70-71
	Novi znanstveni radnici .....	72-76
	Novosti iz tehnike .....	66, 69
	Nove knjige .....	77

**CONTENTS**

	Scientific papers	
	Vlatka Jirouš-Rajković	
	THE EFFECT OF BLUNTING OF THE SANDING BELT ON SANDED SURFACE ROUGHNESS.....	47-51
	Vladimir Bruči, Vladimir Jambreko <i>vi</i> ć, Mladen Brezovič	
	PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF EXTRUDED AND LAMINATED EXTRUDED PARTICLEBOARDS.....	52-56
	Denis Jelačić	
	SELECTION OF PRODUCTION TERMS PLANNING METHOD.....	57-61
	Technical papers	
	Božidar Lapaine	
	DESIGNERS' DIRECT INVOLVEMENT WITH THE REALIZATION OF A NEW PRODUCTION PROGRAM.....	62-66
	Ivica Grbac	
	THE „SEMBELLA” CONFERENCE .....	67
	Boris Ljuljka	
	APPLICATION OF CARBON DIOXIDE FOR VARNISH SOLVENTS ...	68-69
	Fairs and exhibitions .....	70-71
	New scientists.....	72-76
	Technical news .....	66, 69
	New books.....	77

# Utjecaj zatupljenosti brusne trake na hrapavost brušenih površina

## THE EFFECT OF BLUNTING OF THE SANDING BELT ON SANDED SURFACE ROUGHNESS

Mr. Vlatka Jirouš-Rajković, dipl. inž.  
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630 829.1

Primljeno: 9. 9. 1993.  
Prihvaćeno: 30. 9. 1993.

Izvorni znanstveni rad

### S a ž e t a k

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi koliko zatupljenost brusnih traka granulacija 100 i 120 utječe na hrapavost brušenih površina, te što se događa nakon vlaženja tih površina vodom. Hrapavost se mjerila kontaktnom metodom pomoću profilograf- profilometra Talysurf 10. Mjerenja su obavljena na uzorcima iverice furnirane bukovim furnirom. Uzorci su brušeni potpuno novom brusnom trakom (zatupljenost 0%), trakom koja je bila zatupljena (zatupljenost 100%) i trakom koja je prešla granicu zatupljenosti (zatupljenost 110%). Prije vlaženja hrapavost uzoraka brušenih oštrim brusnim trakama bila je veća nego hrapavost uzoraka brušenih zatupljenim brusnim trakama. Na uzorcima brušenim zatupljenim brusnim trakama nakon vlaženja došlo je do većeg povećanja hrapavosti (gledano u postocima) nego na uzorcima brušenim novim brusnim trakama, no to nije utjecalo na kakvoću brušene površine ako traka nije prešla granicu istrošenosti.

Ključne riječi: brušenje, granulacija, zatupljenost brusne trake, hrapavost površine.

### S u m m a r y

The main objective of this investigation was to determine the effect of the blunting of sanding belts (grit sizes 100 and 120) on sanded surface roughness before and after moisturing. The roughness measurement was performed using the profilograph- profilometer Rank Taylor Hobson (Talysurf 10). Beech veneered specimens were sanded with a new belt (blunting 0%), with a worn belt (blunting 100%) and with a rather worn out belt (blunting 110%). Before moisturing the roughness of the samples sanded with the new sanding belt was greater than the roughness of the samples sanded with the worn belt.

The increase in roughness after moisturing is more pronounced on the samples, sanded with the worn sanding belt than on the samples sanded with the new sanding belt, but that has no influence on the surface quality if the service life of the sanding belt has not expired.

Key words: sanding, grit size, blunting of the sanding belt, surface roughness.

### 1. UVOD

Istrošenost brusila, odnosno zatupljenost brusne trake samo je jedan od brojnih čimbenika koji utječu na hrapavost brušenih površina. Nekoliko autora istraživalo je utjecaj vremena rada brusne trake na hrapavost površine. Neki od dobivenih rezultata predočeni su na slici 1 (prema Pahlitzschu, 1970).

Pahlitzsch i Dziobek (4) vijek trajnosti brusne trake dijele na tri karakteristična područja:

- područje početne oštine ( $t = 0 \dots 150$  min) u kojemu se hrapavost površine smanjuje približno hiperboličkim trendom

- područje radne oštine ( $t = 150 \dots 600$  min), u kojemu se hrapavost smanjuje približno linearnim trendom

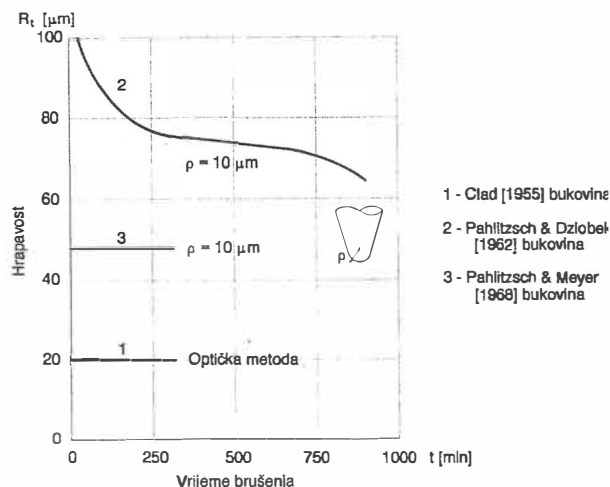
- područje zatupljivanja ( $t > 600$  min), u kojemu se hrapavost progresivno smanjuje prema približno paraboličnom trendu.

Navedena se područja mogu uočiti na slici 1. (kriulja 2).

Popov (1965) je prema Pahlitzschovu navodu (5) ustanovio da je utjecaj vremena rada brusne trake na hrapavost manji pri finijim granulacijama. To je u skladu s istraživanjima Pahlitzscha (1970) i Meyera (1968) te Clada (1955) prema Pahlitzschu (1970). Može se, dakle, zaključiti da vrijeme rada brusne trake nema znatnijeg utjecaja na hrapavost pri finijim granulacijama, a u grubljih je granulacija taj utjecaj zamjetan i veći je u području početne oštine te u području zatupljivanja.

### 2. CILJ ISTRAŽIVANJA, MATERIJAL I METODE

Autorica je istraživanjem pokušala ustanoviti koliko stupanj zatupljenosti brusne trake granulacije 100 i 120 utječe na hrapavost brušene površine te što se događa nakon vlaženja tih površina vodom.



Slika 1. Utjecaj zatupljenosti brusila na hrapavost površine.  
Zrnatosti : EK 60 (2), EK 80 (1), EK 120 (3);  
Tlak :  $p = 3,3-6,6$  kPa; Brzina rezanja :  $v = 15-26$  m/s  
Fig. 1. The effect of blunting of the sanding belt on surface roughness.  
Belt type: EK 60 (2), EK 80 (1), EK 120 (3);  
Pressure:  $p = 3,3-6,6$  kPa; belt velocity :  $v = 15-26$  m/s

### Mjerenje hrapavosti površine

Hrapavost površine mjerena je kontaktnom metodom pomoću profilograf-profilometra Talysurf 10 tvrtke Taylor-Hobson, koji radi prema M-sustavu mjerenja (2). Za mjerenje hrapavosti površina prije vlaženja primijenjen je standardni optoelektronički mjerni pretvarač (standard pick-up) s dijamantnom iglom promjera  $2,5 \mu\text{m}$  i silom od  $1,0$  mN, a za mjerenje hrapavosti nakon vlaženja površina vodom primijenjen je low-magnification pick-up, s promjerom kontaktne igle  $10 \mu\text{m}$  i silom kojom igla djeluje na površinu od  $2$  mN.

Za određivanje hrapavosti površine odabrani su parametri  $R_a$ ,  $R_z$  i  $R_{\text{maks}}$ . Parametar  $R_a$  srednje je aritmetičko odstupanje profila i odčitava se izravno sa skale instrumenata, a parametri  $R_z$  i  $R_{\text{maks}}$  daju podatke o srednjoj, odnosno maksimalnoj visini neravnina profila (2). Ti se parametri jednostavno izračunavaju iz dobivenih profilograma. Mjerenja su provedena na referentnoj dužini od  $8$  mm.

Pri mjerenju parametra  $R_a$  uz referentnu dužinu od  $8$  mm pick-up s kontaktnom iglom prelazi put od šest referentnih dužina (četiri za mjerenje i dvije za uključivanje i dizanje kontaktne igle) te se na skali instrumenata dobiva prosječna vrijednost parametra  $R_a$  za četiri uzastopne referentne dužine od  $8$  mm.

Parametri  $R_z$  i  $R_{\text{maks}}$  izračunavani su iz profilograma dobivenih uz vertikalno povećanje od tisuću i horizontalno povećanje od dvadeset puta. Na svakoj dužini ocjenjivanja izračunano je pet vrijednosti parametara  $R_z$  i  $R_{\text{maks}}$ , uz referentnu dužinu  $8$  m, odnosno na svakom je uzorku dobiveno ukupno 25 vrijednosti parametara  $R_z$  i  $R_{\text{maks}}$  te pet vrijednosti parametra  $R_a$  (jedna na svakoj dužini ocjenjivanja, ali već izračunana kao srednja vrijednost za četiri uzastopne referentne

dužine).

Hrapavost se mjerila u smjeru okomitome na smjer obrade.

### Uzorci za ispitivanje

Dimenzija uzoraka za ispitivanje bila je  $310 \times 310$  mm, a izrađeni su od iverice furnirane bukovim furnirom. Način izrade uzoraka detaljno je opisan u članku V. Jirouš-Rajković: Utjecaj granulacija i smjera..., Drvna ind. 43 (2) 47-53 (1992).

Način brušenja uzoraka prikazan je u tablici I.

Način brušenja uzoraka  
Sanding parameters

Tablica I.  
Table I.

Uzorak Sample	Granulacija Grit size		Zatupljenost trake (u %) Blunting of the sanding belt		Smjer brušenja Sanding direction	
1	100	120	0	0		
2	100	120	100	100		
3	100	120	110	110		
4	100	120	0	110		

Uzorci su brušeni na klasičnoj uskotračnoj brusilici Bratstvo, tipa UTB, sljedećih karakteristika:

- snaga električnog motora  $4$  kW;  $1435$  okr./min
- brzina rezanja:  $23$  m/s
- dimenzija pritisne papučice  $310 \times 120$  mm
- brzina pomaka koju radnik ostvaruje ručno  $11,53$  m/min (izmjerena)
- tlak brusne trake na obradak pri uporabi oštrog papira  $2,1$  kPa (izmjeren)
- tlak brusne trake na obradak pri uporabi zastupljenog papira  $2,6$  kPa (izmjeren).

Uzorke je brusila radnica s dvadesetogodišnjim iskustvom u brušenju furniranih elemenata.

Pri radu uskotračnim brusilicama, kojima se brušenje obavlja ručno, radnik odlučuje kada će promijeniti traku jer pritiskom na brusnu papuču osjeća da li papir brusi ili samo gladi površinu obratka.

Uzorak 1 (tbl. 1) brušen je papirom granulacije  $100$  i  $120$  i potpuno novim brusnim trakama, znači trakama čija je zatupljenost bila  $0\%$ . Nakon toga su tim brusnim trakama brušeni elementi iz redovite proizvodnje, sve dok radnica nije procijenila da trake više nisu dobre za brušenje i da ih je potrebno zamijeniti. To područje zatupljenosti brusnih traka označeno je u tablici sa  $100\%$ .

Traka granulacije  $100$  efektivno je radila do područja zatupljenosti  $100\%$  ukupno  $95$  minuta i za to je vrijeme njome obrušeno  $68,8$  m<sup>2</sup> iverice furnirane hrastovim furnirom, a traka granulacije  $120$  efektivno je radila  $72$  minute do područja zatupljenosti  $100\%$  i obrušila  $52$  m<sup>2</sup> iverice furnirane hrastovim furnirom. Brusnim trakama  $100\%$ -tne zatupljenosti brušen je uzorak 2.

Da bi se postigla još veća zatupljenost brusne trake,

nakon što je obrušen uzorak 2 trakom granulacije 100 brušena je iverica furnirana hrastovim furnirom dimenzija 800x800 mm sve do potpunog prebrušavanja furnira, odnosno do potpunog skidanja furnirskog sloja. To dodatno zatupljivanje brusne trake granulacije 100 trajalo je 9,5 minuta, a dodatno zatupljivanje brusne trake granulacije 120 postignuto je na jednak način tijekom 7,2 minute. na takav način zatupljene brusne trake označene su kao trake sa 110%-tnom zatupljenošću. Tim je brusnim trakama brušen uzorak 3.

Uzorak 4 brušen je novom brusnom trakom granulacije 100 i prezatupljenom (110%) brusnom trakom granulacije 120.

Uzorci su nakon brušenja zapakirani u polietilensku foliju i spremljeni za mjerenje hrapavosti. Nakon mjerenja hrapavosti uzorci su navlaženi vodom ( $\approx 75 \text{ g/m}^2$ ) i nakon sušenja od 24 sata ponovno im je izmjerena

hrapavost površine.

### 3. REZULTATI

Rezultati mjerenja hrapavosti uzoraka prije vlaženja vodom prikazani su u tablici II, a rezultati mjerenja hrapavosti nakon vlaženja dani su u tablici III.

Iz tablice II. može se vidjeti da se s povećanjem zatupljenosti brusne trake vrijednosti parametara hrapavosti smanjuju. Zanimljivo je usporediti uzorke 3 i 4, na kojima nema bitnih razlika u hrapavosti površine. Stoga možemo zaključiti da će hrapavost površine brušene najprije oštirim, a zatim zatupljenim brusnim papirom biti slična hrapavosti koju dobijemo nakon oba brušenja zatupljenim brusnim papirom. Budući da se brušenjem zatupljenim brusnim papirom postiže manja hrapavost

Rezultati mjerenja hrapavosti prije vlaženja vodom  
Results of surface roughness measurement before moisturing

Tablica II.  
Table II.

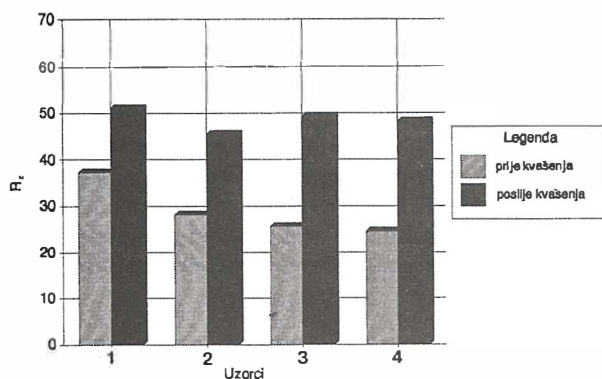
Uzorak Sample	Granulacija Grit size		Zatupljenost trake (u %) Blunting of the sanding belt		Statist. veličina Statistic value	Parametri hrapavosti Surface roughness parameters		
						R <sub>a</sub>	R <sub>z</sub>	R <sub>maks</sub>
1	100	120	0	0	sred. vr.	4,54	37,30	45,28
					stan. dev.	0,27	3,94	5,80
					koef. ver.	5,95	10,56	12,81
2	100	120	100	100	sred. vr.	3,16	28,2	37,64
					stan. dev.	0,24	3,26	6,95
					koef. var.	7,54	11,55	18,47
3	100	120	110	110	sred. vr.	2,38	25,71	33,32
					stan. dev.	0,31	3,68	6,28
					koef. var.	13,09	14,31	18,86
4	100	120	0	110	sred. vr.	2,41	24,67	31,6
					stan. dev.	0,15	2,85	4,69
					koef. var.	6,29	11,54	14,84

Rezultati mjerenja hrapavosti nakon vlaženja vodom  
Results of surface roughness measurement after moisturing

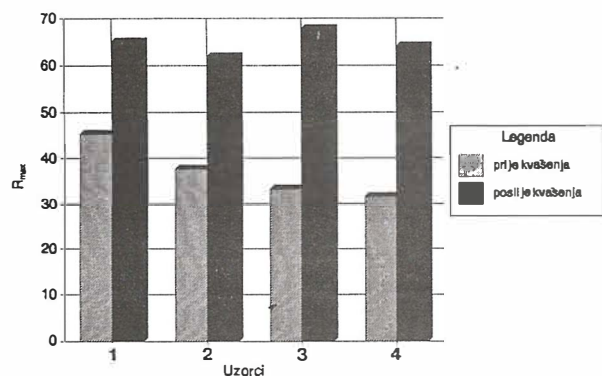
Tablica III.  
Table III.

Uzorak Sample	Granulacija Grit size		Zatupljenost trake (u %) Blunting of the sanding belt		Statist. veličina Statistic value	Parametri hrapavosti Surface roughness parameters		
						R <sub>a</sub>	R <sub>z</sub>	R <sub>maks</sub>
1	100	120	0	0	sred. vr.	6,4	51,05	65,08
					stan. dev.	0,58	5,60	11,21
					koef. var.	8,99	10,97	17,23
2	100	120	100	100	sred. vr.	6,14	45,46	61,92
					stan. dev.	0,95	4,68	12,13
					koef. var.	15,44	10,28	19,60
3	100	120	120	120	sred. vr.	6,1	49,32	67,8
					stan. dev.	0,38	4,77	13,08
					koef. var.	6,22	9,68	19,29
4	100	120	0	120	sred. vr.	6,45	48,31	64,04
					stan. dev.	0,48	6,24	0,48
					koef. var.	7,46	12,92	7,46

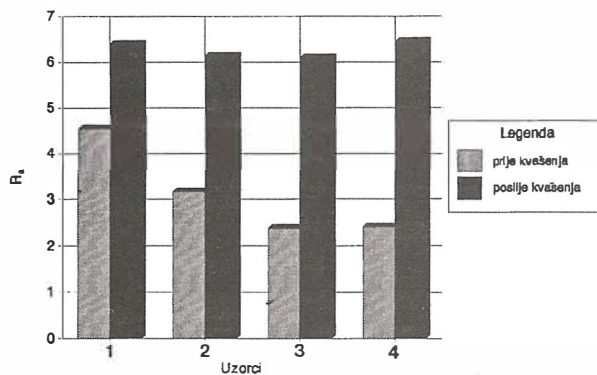
površine, nameće se pitanje je li povoljnije za završna brušenja upotrebljavati zatupljeni brusni papir. Mnogi će odgovoriti da nije jer će nakon vlaženja te površine biti hrapavije zbog odizanja vlaknaca koja su za vrijeme brušenja zatupljenim brusnim papirom bila pritisnuta i djelomično istrgnuta.



Slika 2. Srednje vrijednosti parametra Rz izmjerene na uzorcima grupe C prije i poslije vlaženja  
Fig. 2. The mean values of Rz before and after moisturing



Slika 3. Srednje vrijednosti parametra Rmax prije i poslije kvašenja  
Fig. 3. The mean values of Rmax before and after moisturing



Slika 4. Srednje vrijednosti parametra Ra prije i poslije kvašenja  
Fig. 4. The mean values of Ra before and after moisturing.

Srednje vrijednosti pojedinih parametara hrapavosti izmjerene na uzorcima 1, 2, 3 i 4 prije i poslije vlaženja

prikazane su u tablicama II. i III. te na slikama 2, 3 i 4. Analiziramo li vrijednosti parametra Rz prije i poslije vlaženja ustanovit ćemo da je hrapavost uzorka 1 nakon vlaženja 13,75  $\mu\text{m}$  ili za 36,86% veća od hrapavosti prije vlaženja; hrapavost uzorka 2 je nakon vlaženja 17,26  $\mu\text{m}$  ili za 61,2% veća; uzorka 3 veća je za 23,61  $\mu\text{m}$  ili za 91,83%, a hrapavost uzorka 4 veća je nakon vlaženja za 23,63  $\mu\text{m}$  ili 95,77%. Na temelju toga možemo zaključiti da je razlika u hrapavosti prije i poslije vlaženja vodom najmanja u uzorka brušenoga potpuno novim brusnim papirom i da je ta razlika to veća što se papir više zatupljuje. To potvrđuje navode mnogih autora prema kojima će se na površinama prethodno brušenima zatupljenim brusnim trakama jače odignuti vlaknaca, a time će i hrapavost više porasti nego na površinama brušenim novim brusnim trakama. No utječe li, taj porast i koliko, na smanjenje kakvoće površina brušenih zatupljenim brusnim trakama, ovisi o stupnju istrošenosti trake. Usporedimo li uzorak 1, koji je brušen potpuno novim brusnim papirima, s uzorkom brušenim papirima koje je radnica ocijenila zatupljenima (tu smo zatupljenost označili kao 100%-tnu), ustanovit ćemo da su vrijednosti svih parametara hrapavosti prije i poslije vlaženja veće na uzorku 1. No usporedimo li uzorak 1 s uzorkom 3, koji je brušen još istrošenijim brusnim papirima (zatupljenosti 110%), vidjet ćemo da parametar  $R_{\text{maks}}$  uzorka 3, koji je prije vlaženja imao manju hrapavost nego uzorak 1, nakon vlaženja ima čak veću vrijednost. Na temelju ovih rezultata mogli bismo zaključiti da povećanje zatupljenosti brusne trake do određene granice neće pogoršati kakvoću brušenih površina, no brušenje brusnim trakama koje su prešle granicu istrošenosti može smanjiti kakvoću brušenih površina koje se kasnije namaču i lakiraju. Dakle, postoji granica istrošenosti brusne trake koju radnici s dugogodišnjim iskustvom vrlo uspješno određuju.

#### 4. DISKUSIJA/ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da se hrapavost uzoraka brušenih zatupljenim brusnim trakama nakon vlaženja znatno povećava (gledano u postocima), znatnije nego na uzorcima brušenim nezatupljenim brusnim trakama, no to ne utječe na kakvoću površine ako brusna traka nije prešla granicu istrošenosti.

Postavlja se pitanje može li se jednoznačno odrediti granica istrošenosti brusne trake. Pahlitzsch (5) navodi da je vrijeme upotrebljivosti brusne trake isteklo kada porast bruševine po jedinici vremena postane tako malen da bi nastavak brušenja takvom brusnom trakom bio neekonomičan. Popov (6) smatra abraziv zatupljenim, odnosno vrijeme njegove upotrebljivosti završenim kada omjer maksimalnoga jediničnog izbruska ( $Z_r$  maks) i brzine rezanja ( $v$ ) tijekom brušenja padne na 50%, odnosno kada je:

$$\frac{Z_r}{v} \leq 0,5 \frac{Z_r}{v} \text{ maks.}$$



Prema Pahlitzschovim istraživanjima (4) vrijeme upotrebljivosti brusne trake završeno je kada se postigne jedinični izbrusak:

$$Z_r \leq 0,05 \frac{g}{cm^2 \cdot min} = 500 \frac{g}{m^2 \cdot min}$$

Ovim je ispitivanjem pokazano da radnica s dugogodišnjim iskustvom u brušenju može vrlo dobro odrediti granicu istrošenosti trake odnosno vrijeme njezine upotrebljivosti.

Treba naglasiti da je hrapavost samo jedan od pokazatelja kakvoće brušenih površina i da pri procjeni te kakvoće moramo uzeti u obzir cjelokupan izgled površine. Tako na površinama brušenim zatupljenim brusnim trakama često nastaju promjene boje i strukture drva ("paljenje drva"). Zatupljenom se brusnom trakom manje režu, a više trgaju vlakanca i utiskuju u pore, pri čemu je vrlo važan činitelj i toplina. Radnik jače pritišće brusnu traku kako bi količina bruševine ostala jednaka i pri tome temperatura raste. Istraživanjem Stamma i Harris (1) ustanovljeno je da na temperaturi 182,2 °C (360 °F) lignin počinje teći u mikrostanice na površini

drva, što stvara probleme kasnijemu močenju drva. Stoga bi temperatura koja se razvija pri brušenju trebala biti što ujednačenija, a u budućim bi istraživanjima utjecaja zatupljenosti brusne trake na kakvoću brušenih površina svakako trebalo proučiti i temperaturu kao utjecajni parametar.

#### LITERATURA:

- [1.] Connelly, H. H.: Wood burning at the sander, Furniture Manufacturer 57(682): 256-257, 1992.
- [2.] Jirouš-Rajković, V.: Ispitivanje kvalitete brušenih površina, Drvna ind. 42(1-2): 3-15, 1991.
- [3.] Jirouš-Rajković, V.: Utjecaj granulacija i smjera brušenja na hrapavost brušenih površina, Drvna ind. 43(2): 47-53, 1992.
- [4.] Pahlitzsch, G.: Internationaler Stand der Forschung auf dem Gebiet des Schleifens von Holz, Holz als Roh und Werkstoff 28(9): 329-343, 1970.
- [5.] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K.: Einflüsse der Bearbeitungsbedingungen auf die Güte vorgeschliffener Holzoberflächen, Holz als Roh und Werkstoff 20 (4):125-137, 1962.
- [6.] Popov, J. P.: Račun optimalnih režimov raboty šlifovaljnyh stankov, Derevoobr. Prom. 4:12-14, 1965.

#### ISPRAVAK

U broju 1/93 časopisa "Drvna industrija" objavljen je članak u rubrici "Novi znanstveni radnici...: Dr. Tomislav Grladinović", gdje je u naslovu pogrešno otisnuto prezime dr Tomislava Grladinovića. Molimo gospodina Grladinovića, autora priloga i čitateljstvo da uvažava naše isprike.

Uredništvo

# Fizička i mehanička svojstva okal-ploča i okal-srednjica

## PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF EXTRUDED AND LAMINATED EXTRUDED PARTICLEBOARDS

Prof. dr. Vladimir Bruči  
Vladimir Jambrečević, dipl. inž.  
Mladen Brezović, dipl. inž.  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

UDK 630\*862.2/3

Izvorni znanstveni rad

### Sažetak

U radu su prikazani rezultati ispitivanja srednjica i okal-ploča proizvedenih upotrebom karbamid formaldehidnog (KF) ljepila.

Ispitana su fizičko-mehanička svojstva i sadržaj formaldehida perforatorskom metodom s jodometrijskom titracijom.

Ispitivanja su provedena prema DIN normama.

Analizirani su rezultati fizičko-mehaničkih svojstava i perforatorskih vrijednosti, dobiveni ispitivanjem, uz poseban osvrt na upijanje vode i bubrenje srednjica.

Na osnovi prikazanih rezultata može se zaključiti da gustoća i debljina znatno utječu na upijanje vode i bubrenje srednjica.

Ključne riječi: srednjice, okal-ploče, fizičko-mehanička svojstva, perforatorska vrijednost, debljina, gustoća, upijanje vode, bubrenje.

### Summary

This study presents test results of extruded and laminated extruded particleboards.

Physical and mechanical properties and perforation value were tested in accordance with DIN standards.

The results relative to perforation value, physical and mechanical properties of extruded and laminated particleboards were analysed, and particular attention was paid to water absorption and swelling of extruded particleboards.

The perforation value of the examined samples refer our extruded and laminated extruded particleboards to the class E1.

The mechanical properties of the examined samples tally with DIN standards.

On the basis of the results obtained a considerable influence of density and thickness on water absorption and swelling of extruded particleboards has been established.

Key words: extruded particleboards, laminated extruded particleboards, physical and mechanical properties, perforation value, thickness, density, water absorption, swelling.

### 1. UVOD

Okal-ploče karakterizira pretežito vertikalni raspored ivera u odnosu prema površini ploče, zbog čega ta vrsta ploča iverica ima bitno drukčija svojstva od ploča iverica s horizontalnim rasporedom ivera.

Kao sirovina isključivo se upotrebljavaju drveni ostaci nastali pri preradi drva. Jedini zahtjev je da oni ne budu zahvaćeni s truleži. Koriste se meke vrste drva, kao kvalitetnije, i tvrde vrste drva, kao manje kvalitetne, u različitim omjerima.

Ploče s vertikalnim rasporedom ivera industrijski se najčešće proizvode Okal-Kreibaumovim ekstruzijskim postupkom. Osobitost tog postupka su specijalne ekstruzijske preše. Okal srednjica se oblikuje između vertikalnih vrućih ploča preše taktim doziranjem oblijepljenog iverja i prešanjem klipom što ga pokreće elektromotor preko ojničnog mehanizma. Ploče preše su

pomične, a klipovi zamjenjivi te je tako omogućena proizvodnja okal- srednjica u obliku neprekinute trake, debljine 8-120 mm i širine 1 250-1 850 mm [7].

Okal-Kreibaumovim postupkom proizvode se pune srednjice debljine 8-22 mm i gustoće 0,500-0,800 g/cm<sup>3</sup>, te srednjice sa šupljinama debljine od 23-120 mm. Za proizvodnju srednjica debljih od 23 mm između vertikalnih ploča preše postave se specijalni vertikalni cijevni grijači koji omogućuju dodatno grijanje unutrašnjosti srednjice. Stoga takve okal-srednjice imaju karakteristične šupljine po duljini, i to promjera 12-100 mm, ali i znatno smanjenu gustoću (0,300-0,400 g/cm<sup>3</sup>) [3].

Uspoređujući okal-srednjice s ivericama s horizontalnim rasporedom ivera uočavamo da okal-srednjice imaju:

- mala odstupanja debljine (oko  $\pm 0,1$  mm),
- malu čvrstoću na savijanje po duljini

- podjednaku čvrstoću po širini
- veliku čvrstoću na vlak okomito na ravninu ploče
- malu čvrstoću na vlak po duljini
- jednoličnu gustoću na cijelom presjeku
- veću stabilnost [6].

Zbog niskih vrijednosti mehaničkih osobina okal-srednjice se uglavnom furniraju ili oblažu drugim materijalima (tanke vlaknatice, laminati, furnirske ploče, folije). Obložni materijali znatno poboljšavaju mehanička svojstva te se tako dobivaju okal-ploče za uporabu u industriji namještaja i građevinarstvu. Posebno su pogodne za izgradnju montažnih drvenih kuća. Šuplje ploče dobra su zvučna i toplinska izolacija, a pogodne su i za provođenje instalacija. Velike se količine okal-ploča upotrebljavaju u proizvodnji vratnih krila. Za ispunjevanje pune tanke ploče koje se križaju kao furniri u furnirskim pločama i oblažu. U nekim izvedbama vratnih krila ispunjevanje su od šupljih ploča izrezanih na lamele, a zatim obloženih furnirskim pločama [4].

## 2. ZADAĆA ISTRAŽIVANJA

Zbog nedostupnosti rezultata istraživanja koja bi mogla dati podatke o fizičkim i mehaničkim svojstvima te emisijskim klasama okal-ploča i okal-srednjica proizvedenih u nas te zbog velike zainteresiranosti proizvođača za tim pokazateljima kvalitete potrebno je provesti određena ispitivanja i analizirati rezultate.

Dobiveni će rezultati biti važan pokazatelj ispravnosti primijenjenih tehnoloških parametara proizvodnje.

S obzirom na posebnost okal-srednjica i okal-ploča glede upijanja vode i bubrenja odnosno promjena dimenzija koje pri tome nastaju, potrebno je utvrditi ovisnost između upijanja vode i bubrenja te između debljine i gustoće ploča. Također je potrebno utvrditi ovisnost emisijske klase o sadržaju vode u pločama.

## 3. PARAMETRI PROIZVODNJE ISPITANIH SREDNJICA I OKAL-PLOČA

Ispitane srednjice i okal-ploče proizvedene su od ivera drvnih ostataka nastalih u pilanskoj preradi, tvornici ploča od masivnog drva i pripremi furnira, uz dodatak bruševine (dobivene brušenjem okal-ploča), piljevine i strugotine. Iverje je pripravljeno sa 53 %-tnim udjelom mekih vrsta drva (jelovine i borovine) i 47 %-tnim udjelom tvrdih vrsta drva (bukovine i hras-tovine). Duljina ivera je 5-15 mm, a širina 3-6 mm. Iverje je osušeno do 1-3% sadržaja vode.

Pune i šuplje okal-srednjice i okal-ploče proizvedene su upotrebom emulzije karbamid-formaldehidnog ljepila pripremljenog prema navedenoj recepturi:

KF-smola (67 %)	52,5 %
voda	44,0 %
otvrđivač (amonij-klorid)	3,5 %
	100,0 %

Iverju je dodano 6 % emulzije ljepila (suha tvar izračunana prema masi apsolutno suhog ivera).

Temperatura prešanja iznosila je 175 °C.

Srednjice su nakon formatiziranja i kondicioniranja obostrano furnirane bukovim furnirom debljine 1 mm, spajanim taljivim nitima sustavom "zik-zak". Pri slaganju "sendviča" niti su okrenute prema unutrašnjosti ploče. Furniranje je provedeno tako da smjer vlakana furnira bude paralelan s duljinom srednjice, okomit na širinu ploče. U suprotnome bi okal-ploče imale odličnu čvrstoću na savijanje po širini, ali vrlo lošu po duljini.

Za furniranje je upotrijebljeno KF-ljepilo u specifičnom nanosu 200 g/m<sup>2</sup> i pripravljeno prema recepturi:

KF-smola (67 %)	42,0 %
punilo (brašno, tip 850)	29,0 %
voda	27,4 %
otvrđivač (amonij-klorid)	1,6 %
	100,0 %

Temperatura prešanja iznosila je 135 °C, tlak prešanja očitavan na manometru bio je 0,588 MPa, a vrijeme prešanja 1,8 minuta.

## 4. MATERIJAL ZA ISPITIVANJE

Ispitivanja su provedena na ovim uzorcima:

- punim okal-srednjicama (SV) 10, 13, 16 mm
- punim okal-pločama (SV1) 12, 15, 18 mm
- okal-srednjicama sa šupljinama (SR) 34 mm.

Šuplje okal-srednjice imale su na širini od 1 250 mm 40 šupljina promjera 20 mm i dvije krajnje šupljine promjera 15 mm, te je stoga površina presjeka bez šupljina iznosila 70 % ukupne površine.

Ispitne epruvete izrezane su iz klimatiziranih uzoraka dimenzija 500x500 mm (po dva uzorka za svaku debljinu, a za SV od 13 mm napravljena su četiri uzorka).

## 5. METODE ISPITIVANJA

Ispitivanja su provedena na ukupno 699 epruveta prema DIN-u 68764. Za utvrđivanje stvarne debljine epruveta poslužili su mikrometri mjernog područja 0-25 mm i 25-50 mm. Ostale dimenzije potrebne za ispitivanje utvrđene su pomičnom mjerkom.

Masa uzoraka za određivanje gustoće i sadržaja vode mjerena je električnom vagom s točnošću na četiri decimale. Sadržaj vode određen je gravimetrijskom metodom.

Čvrstoća na savijanje i čvrstoća na vlak dobivene su pomoću ispitnog uređaja tipa Wolpert, a čvrstoća slijepljenog spoja srednjice i pokrovnog furnira izmjerena je pomoću ispitnog uređaja tipa Amsler.

Emisijska klasa utvrđena je prema vrijednostima dobivenim perforatorskom metodom s jodometrijskom

Fizičko-mehanička svojstva i perforatorske vrijednosti srednjica i okal-ploča  
Physical and mechanical properties and perforation values of extruded and laminated extruded particleboardsTablica 1.  
Table 1.

Ispitana svojstva Properties examined	Srednjice Extruded particleboards				Okal-ploče Extruded laminated particleboards			
	Debljina (mm) Thickness (mm)							
		10	13	16	34	12	15	18
Debljina Thickness (mm)	max. $\bar{d}$	10.24	12.98	16.17	34.10	12.48	15.02	18.38
	min.	10.10	12.89	16.10	34.04	12.43	14.97	18.27
		9.95	12.84	16.04	33.89	12.38	14.89	18.08
Gustoća Density (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho$	0.726	0.651	0.736	0.427	0.783	0.729	0.717
	std.	0.047	0.015	0.043	0.033	0.015	0.016	0.022
Sadržaj vode Water content (%)	$\bar{u}$	5.20	6.14	6.29	6.09	5.97	5.92	6.94
	std.	0.144	0.095	0.569	0.304	0.121	0.187	0.404
Čvrstoća na savijanje Bending strength (MPa)	$\delta_{s.I}$ std.	9.54	11.43	10.83	0.55	17.23	16.85	10.57
		0.635	2.703	0.533	0.076	0.897	2.580	0.830
	$\delta_{s.II}$ std.					49.02	40.15	32.41
						4.448	4.057	2.553
Čvrstoća na vlak Tensile strength (MPa)	$\delta_v$ std.	0.58	0.96	0.82	0.37	1.21	1.17	1.02
		0.063	0.213	0.031	0.074	0.067	0.108	0.054
Perf. vrijednost Perf. value (mg/100 g atro)	$\bar{x}$	10.17					9.48	10.12

Upijanje vode i bubrenje  
Water absorption and swellingTablica 2.  
Table 2.

Ispitana svojstva Properties examined	Srednjice Extruded particleboards				Tretman Treatment		
	Debljina (mm) Thickness (mm)						
		10	13	16		34	
Upijanje vode Water absorption	(%)	u	96.40	78.76	82.36	-	Q - 2
		std.	5.03	4.25	8.50	-	
	u	98.34	93.25	85.48	97.86		Q - 24
		std.	6.39	2.36	6.35	5.94	
Debljinsko bubrenje Swelling of thickness	(%)	d'	7.08	5.52	3.87	-	Q - 2
		std.	0.77	0.36	0.61	-	
	d'	7.46	6.01	4.86	1.91		Q - 24
		std.	0.86	0.78	0.94	0.46	
Bubrenje u duljinu Swelling lengthwise	(%)	l'	28.90	15.06	20.09	-	Q - 2
		std.	1.67	1.38	1.72	-	
	l'	33.20	17.15	26.98	24.98		Q - 24
		std.	3.26	1.00	2.11	0.89	
Bubrenje u širinu Swelling widthwise	(%)	b'	2.06	3.85	2.48	-	Q - 2
		std.	0.67	1.63	0.77	-	
	b'	1.23	0.64	1.02	1.30		Q - 24
		std.	0.43	0.10	0.20	0.31	

Upijanje vode i bubrenje srednjice nazivne debljine 13 mm  
Water absorption and swelling of extruded particleboards, nominal thickness 13 mmTablica 3.  
Table 3.

Debljina Thickness (mm)	Gustoća Density (g/cm <sup>3</sup> )	Upijanje vode Water absorption (%)		Bubrenje Swelling			Tretman Treatment
				Debljinsko Thickness (%)	Duljinsko Length (%)	Širinsko Width (%)	
12.51	0.816	$\bar{x}$	92.13	7.57	44.97	1.84	Q - 2
			2.74	1.01	1.55	0.52	
		$\bar{x}$	103.84	7.02	55.74	2.40	Q - 24
			8.18	1.25	2.72	0.29	

titracijom (prema DIN-u EN 120). Perforatorske vrijednosti dobivene su kao srednja vrijednost iz tri titracije za svaki uzorak.

Upijanje vode i bubrenje ispitano je potapanjem u vodi:

- 2 sata (epruvete 25x25 mm)
- 24 sata (epruvete 100x100 mm)

## 6. REZULTATI I ANALIZA

U tablici 1. prikazana su fizičko-mehanička svojstva i perforatorske vrijednosti ispitanih uzoraka.

Iz rezultata u tablici 1. uočljivo je da se srednjice i okal-ploče vrlo malo razlikuju u debljini. Maksimalno je odstupanje 0,29 mm, srednje 0,17 mm, uz standardnu devijaciju (std.) 0,06.

Gustoća okal-ploča (0,704 g/cm<sup>3</sup>) mnogo je ujednačenija (std.= 0,018) u odnosu na srednjice čija je gustoća 0,743 g/cm<sup>3</sup> sa std.= 0,035. Šuplje okal-srednjice imaju malu gustoću (0,427 g/cm<sup>3</sup>) zbog šupljina, ali i zbog slabijeg nabijanja iverja pri njihovoj izradi. Da nemaju šupljine, gustoća bi im iznosila 0,610 g/cm<sup>3</sup>.

Rezultati mjerenja čvrstoće pokazuju da se obostranim furniranjem srednjica bukovim furnirom debljine 1 mm znatno povećavaju njihova mehanička svojstva.

Čvrstoća na savijanje ovisi o debljini srednjice. Povećanjem debljine smanjuje se čvrstoća na savijanje u oba smjera (po duljini za 38,65 %, a po širini za 33,88 %). Čvrstoća se smanjuje zbog smanjenja udjela bukova furnira na ukupnoj površini presjeka, a ona je bitna za čvrstoću na savijanje.

Zbog vertikalnog rasporeda ivera čvrstoća srednjica na vlak po duljini vrlo je malena, i to osobito u srednjica sa šupljinama, u kojih šupljine čine 30,8 % presjeka epruvete (za ispitivanje čvrstoće na savijanje), odnosno 26,4 % (za ispitivanje čvrstoće na vlak).

Čvrstoća okal-ploča na vlak pokazuje čvrstoću slijepljenog spoja srednjica i pokrovnih furnira.

Perforatorske vrijednosti svrstavaju srednjice i okal ploče u emisijsku klasu E1, ali s obzirom da je riječ o graničnim vrijednostima i da je sadržaj vode vrlo nizak, ne isključuje se mogućnost povećanja emisije slobodnog formaldehida povećanjem sadržaja vode, a time i prijelaz u emisijsku klasu E2.

U tablici 2. dani su rezultati upijanja vode i bubrenja

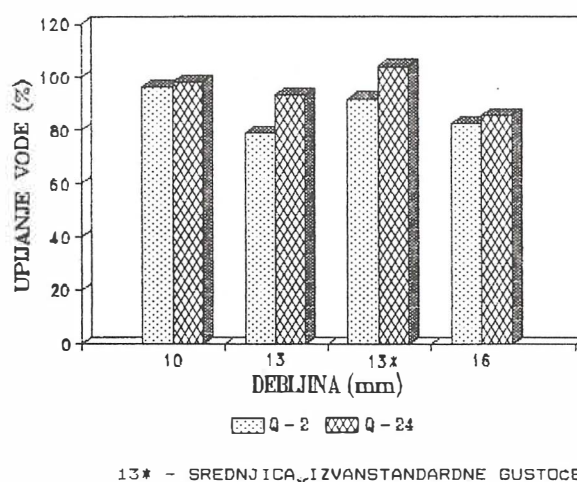
uzoraka dimenzija 25x25 mm potopljenih u vodi dva sata (Q-2) i uzoraka dimenzija 100x100 mm potopljenih u vodi 24 sata (Q-24).

Gustoće srednjica od 10 i 16 mm podjednake su, a gustoća srednjice od 13 mm mnogo je niža. Radi usporedbe rezultata, u tablici 3. navedeni su i rezultati ispitivanja upijanja vode i bubrenja srednjica od 13 mm, gustoće 0,816 g/cm<sup>3</sup>.

Ti uzorci izvanstandardni su s obzirom na debljinu i gustoću pa se ne mogu izravno usporediti, ali se na temelju tih podataka može utvrditi zakonitost upijanja vode i bubrenja.

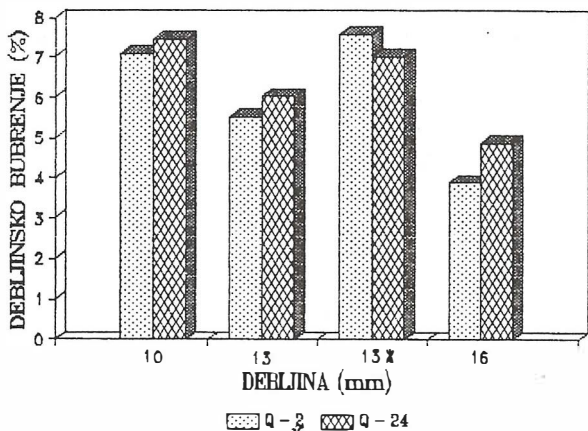
Izvanstandardni uzorci proizvedeni su zbog premalog raspona vertikalnih ploča preše, čime je smanjen i obujam prostora u koji se nasipa iverje prije udarca klipa preše, a dozirana je količina iverja uvijek jednaka. Posljedica toga je izvanstandardna debljina ploča (12,51 mm) i veći stupanj ugušćenosti ivera, a veća gustoća pridonosi boljem upijanju vode i jačem bubrenju.

Na slici 1. grafički su predloženi rezultati iz tablica 2. i 3. Iz njih je vidljivo da upijanje vode ovisi o debljini i gustoći srednjica.



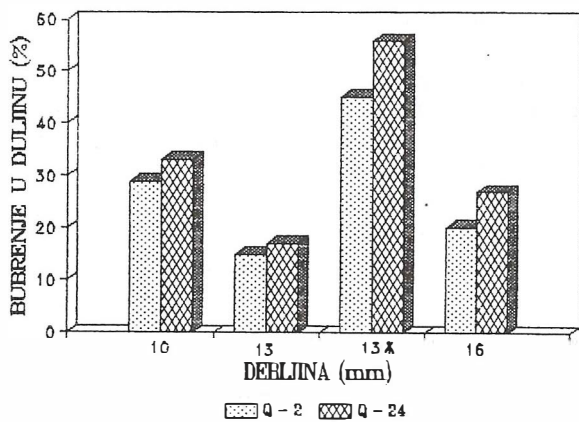
Slika 1. Utjecaj debljine uzorka na upijanje vode  
Fig. 1. Influence of sample thickness on water absorption

Na slici 1. vidljivo je da se sposobnost upijanja vode smanjuje s povećanjem debljine srednjice i da su vrijednosti za Q-24 malo veće nego za Q-2.



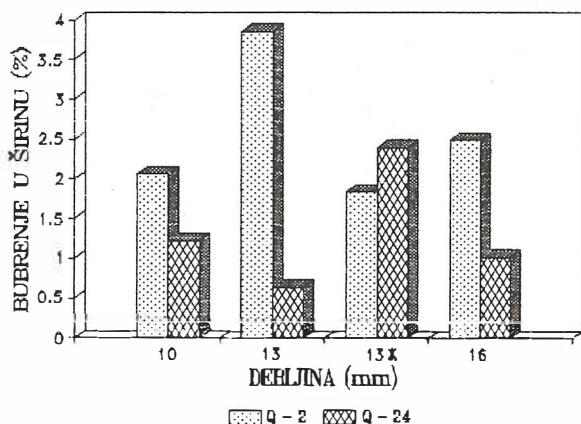
13\* - SREDNJICA IZVANSTANDARDNE GUSTOĆE

Slika 2. Utjecaj debljine uzorka na debljinsko bubrenje  
Fig. 2. Influence of sample thickness on thickness swelling



13\* - SREDNJICA IZVANSTANDARDNE GUSTOĆE

Slika 3. Utjecaj debljine uzorka na bubrenje u duljinu  
Fig. 3. Influence of sample thickness on lengthwise swelling



13\* - SREDNJICA IZVANSTANDARDNE GUSTOĆE

Slika 4. Utjecaj debljine uzorka na bubrenje u širinu  
Fig. 4. Influence of sample thickness on widthwise swelling

Iz slike 2. očito je da se bubrenje po debljini smanjuje s povećanjem debljine srednjice zato što srednjice manje debljine imaju položeni iver u odnosu prema površini

(osobito iver većih dimenzija), a iver jače bubri u širinu nego u duljinu. I pri debljinskom bubrenju vrijednosti Q-24 malo su veće od onih za Q-2.

Iz slike 3. vidi se da bubrenje u duljinu, usporedimo li vrijednosti uzorka debljine 13 mm, također opada s povećanjem debljine srednjice. Bubrenje je također malo veće pri Q-24 nego pri Q-2.

Iz slike 4. očito je da su pri bubrenju u širinu sve vrijednosti Q-2 mnogo veće od vrijednosti Q-24.

## 7. ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenih ispitivanja može se zaključiti:

- srednjice i okal-ploče imaju mala odstupanja debljine

- furniranjem srednjice postiže se znatno poboljšanje mehaničkih svojstava srednjice, a ona pak ovise o smjeru vlakancima furnira i najveća su u smjeru paralelnom s vlakancima

- povećanjem debljine srednjice slabe mehanička svojstva okal-ploča

- pune i šuplje okal-srednjice imaju malu čvrstoću na vlak

- porast sadržaja vode može utjecati na povećanje emisijske klase ploče s obzirom na to da su vrijednosti na samoj granici, a sadržaj vode nizak

- bubrenje u duljinu je vrlo veliko, a bubrenje u širinu gotovo neznatno

- gustoća znatno utječe na upijanje vode i bubrenje, a s porastom gustoće povećava se upijanje vode i bubrenje

- debljina srednjica ima velik utjecaj na upijanje vode te debljinsko i duljinsko bubrenje (s povećanjem debljine srednjice smanjuje se upijanje vode, te debljinsko i duljinsko bubrenje)

- upijanje vode, debljinsko i duljinsko bubrenje malo je veće pri Q-24

- bubrenje u širinu bitno je veće pri Q-2.

## 8. LITERATURA

- [1.] Bruči, V., Opačić, I., Sertić, V.: Dinamika emisije formaldehida iz industrijski izrađene ploče iverice određena perforatorskom i difuzionom metodom. Drvna industrija, 36 (1986) 11-12. 277-281.
- [2.] May, H. A.: Herstellung vor Holzspanplatten mit orientierten Spanen und unterschiedlicher Formgebung. Holz als Roh und Werkstoff, 32 (1974) 5, 169-176. Springer-Verlag. Berlin (Heidelberg) New York.
- [3.] Kollmann, F.: Holzspanwerkstoffe, Springer-Verlag. Berlin (Heidelberg) New York (1966).
- [4.] Bruči, V.: Iverice - osobine i upotreba, Šumarska enciklopedija II, (1984) 714-716. Zagreb.
- [5.] \*\*\*\*\*: Normen fuer Holzfaserplatten, Spanplatten, Sperholz. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Koeln 1979.
- [6.] Kollmann, F., Kuenzi, E., Stamm, A.: Principles of Wood, Science and Technology. Springer-Verlag. Berlin (Heidelberg) New York 1975.
- [7.] Krpan, J.: Tehnologija furnira i ploča, Tehnička knjiga. Zagreb 1971.

# Izbor metode planiranja rokova proizvodnje

## SELECTION OF PRODUCTION TERMS PLANNING METHOD

Denis Jelačić, dipl. inž.  
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Katedra za organizaciju proizvodnje u drвноj industriji  
Svetošimunska 25, Zagreb

UDK 658.512

Znanstveni rad

### Sažetak

Zbog čekanja radnih naloga u repovima pred radnim mjestima, što je posljedica velike konkurencije, produkuje se trajanje proizvodnog ciklusa, a time smanjuje mogućnost da se proizvod na vrijeme isporuči kupcima. Određivanjem prioriteta i raspoređivanjem radnih naloga prema određenim kriterijima trajanje proizvodnog ciklusa može se skratiti. Istraživanje u ovom radu obavljeno je na temelju stvarnih podataka. Istraženo je devet poznatih metoda određivanja prioriteta. Za kvantificiranje pojedine metode upotrijebljen je novo uvedeni koeficijent protoka metode  $f_m$ . Najbolje rezultate pokazala je SOT (Shortest Operation Time) metoda za dvije faze obradbe, a LOT (Longest Operation Time) za tri. Tim je metoda moguća znatno skratiti trajanje ciklusa i smanjiti troškove proizvodnje.

**Ključne riječi:** radni nalog, terminiranje, koeficijent protoka metode

### Summary

The paper is a study of the methods of planning, managing and scheduling production by making priorities among work orders in production. The aim of the research has been to establish the way in which the differences between the individual regulations are manifested, and to find out which rule is the most acceptable in practice. As a result of the research, relevant factors for the choice of the method in priority determination have been established. By analysing all the relevant factors and establishing their values by special data processing procedure, we have created the conditions for the application of the methods in wood industry's daily practice. The quality of the individual methods and factors influencing the scheduling method choice have thus also been established. In absence of a parameter which expresses the quality of each method, a new coefficient has been devised in. That is the method flow coefficient  $f_m$ , and it is the proportion between the method cycle duration and the gradual production cycle duration. Thus, the best method for priority determination in two processing phases is the SOT method whereby the highest priority is given to the work orders with shortest duration. For three processing phases this will be the LOT method, whereby the highest priority is given to the work orders with the longest duration. The paper thus proves that the methods in question may be applied to the planning process in wood-technological manufacture, with certain limitations in application. The presented methods are based on rationalization of the planning process and the production management. In the research Samsung AT 286 PC has been used.

**Key words:** work order, scheduling, method flow coefficient

## 1. UVOD

Prelaskom na tržišni način privređivanja, pred gospodarstvo se, postavljaju novi i veći zahtjevi. Planiranje i vođenje proizvodnje usmjerava se prema bržoj promjeni asortimana proizvoda, organiziranju proizvodnje u manjim i promjenjivim serijama, poboljšanju kvalitete proizvoda, radu s vrlo niskim zalihama materijala i gotovih proizvoda, smanjenju troškova proizvodnje i, što je vrlo važno, strogim poštovanjem rokova isporuke.

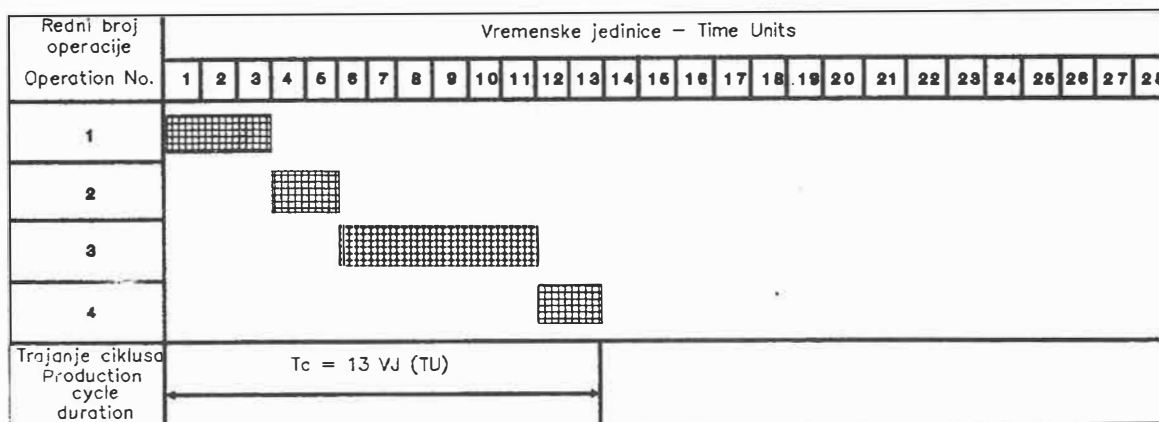
Jedan od najvećih problema vezanih za poštovanje rokova isporuke, koji se javljaju pri terminiranju proizvodnje jest čekanje radnih naloga u repovima pred radnim mjestima zbog velike konkurencije. Na taj se način

produkuje proizvodni ciklus, ne poštuju rokovi isporuke i povećavaju troškovi.

U drвноj se industriji vrlo često proizvodnja odvija prema postupnom načinu izvođenja operacija, pri čemu sljedeća operacija ne može započeti prije negoli prethodna potpuno završi (za cijeli radni nalog). Takav način vođenja proizvodnje prikazan je na slici 1.

Iz slike je uočljivo da je trajanje proizvodnog ciklusa prema tom načinu provođenja operacija jednako zbroju vremena trajanja pojedinih operacija:

$$T_c = \sum_{i=1}^n t_i$$



Slika 1. Postupni način izvođenja operacija  
Figure 1. Gradual production cycle duration

Na području operacijskih istraživanja nekolicina se znanstvenika [4, 5, 6, 7] bavila problematikom skraćanja ciklusa proizvodnje koja se izvodi na taj način. Istražujući to područje, ustanovili su određeni broj metoda određivanja prioriteta pri lansiranju radnih naloga u proizvodnju pomoću kojih je moguće skratiti trajanje proizvodnog ciklusa.

Ciljevi ovog rada podudaraju se s tim postavkama, a one su

1. određivanje metoda koje je zbog njihovih ograničenja moguće primijeniti u realnom slučaju u pogonu drvne industrije,
2. određivanje njihova utjecaja na trajanje proizvodnog ciklusa,
3. predlaganje najpovoljnijih rješenja u konkretnim uvjetima.

## 2. METODE PLANIRANJA ROKOVA PROIZVODNJE

Istraživači su tijekom vremena predložili nekoliko različitih metoda za skraćanje proizvodnog ciklusa.

Blanchard i Alford [3] predložili su da se operacija s najkraćim trajanjem provodi prva.

Slično su razmišljali Vila i Horvatec [3], smatrajući da se operacija najkraćeg trajanja u prvoj fazi obradbe treba obavljati prva, a ona s najkraćim trajanjem u drugoj fazi - posljednja.

Browne i Davies [3] postavili su sedam načina lansiranja proizvodnih serija, a one se temelje na trajanju proizvodnog ciklusa, broju radnih operacija, broju dijelova i količini dotada izvršenog rada.

Metode koje se temelje ne samo na trajanju proizvodnog ciklusa i redosljedu pristizanja naloga, nego i na omjerima već obavljenog posla i onoga koji je još potrebno obaviti postavio je američki istraživač Nanot [4]. Devet metoda lansiranja radnih naloga moguće je svrstati u četiri skupine.

U prvoj se skupini nalaze dvije metode, koje se temelje na vremenu trajanja operacija odnosno radnih naloga. To su SOT (Shortest Operation Time), metoda koja prednost daje operacijama, odnosno radnim nalogima s najkraćim trajanjem, i LOT (Longest Operation Time), u kojoj pri-

oritet imaju radni nalozi s ukupno najduljim trajanjem.

U drugoj su skupini metode kojima je osnova vrijeme čekanja od ulaska u pogon do početka prve operacije. Prva metoda u toj skupini je FCFS (First Come, First Served), a prema njoj prednost ima radni nalog koji je najdulje čekao. Druga je metoda LCFS (Last Come, First Served) koja prioritet dodjeljuje radnom nalogu što je posljednji stigao u pogon.

Temeljenje na roku isporuke osnova je FISFS (Due Date System - First In, First Served) metode, u kojoj se prioritet dodjeljuje prema roku isporuke.

Četvrtu skupinu čine metode što se temelje na izračunavanju omjera između preostalog vremena obrade i preostalog posla SS/PT (Static Slack, Remaining Processing Time), preostalog broja operacija i preostalog posla SS/RO (Static Slack, Remaining Number of Operations), preostalog vremena do vodećeg termina umanjena za preostalo očekivano vrijeme i preostalog vremena obrade DS/PT (Dynamic Slack, Remaining Processing Time) te preostalog vremena do vodećeg termina umanjena za preostalo očekivano vrijeme i preostalog broja operacija DS/RO (Dynamic Slack, Remaining Number of Operations). Za tu je skupinu metoda bitno napomenuti da se odnose na radne naloge koji su već u proizvodnji, ali im zbog nekog razloga treba ponovno dodijeliti prednost.

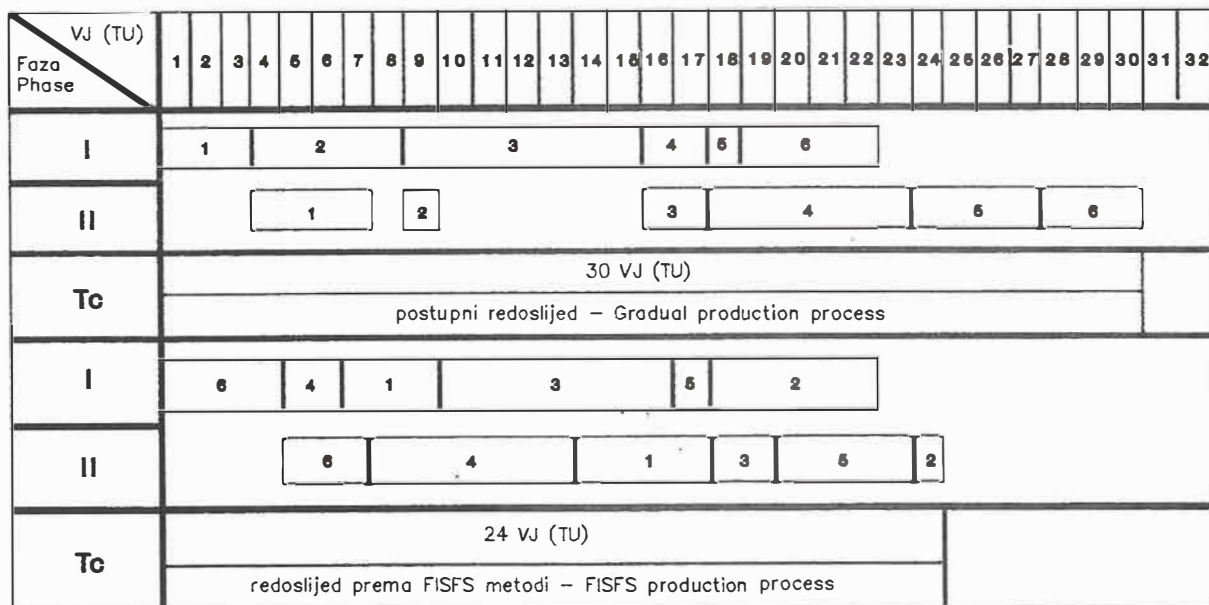
Sve su te metode upotrebljive u pogonima drvne industrije. Rad s njima moguć je u realnim uvjetima, ali i za određivanje prednosti simulacijom, kako bi se izbjegli troškovi i skratilo vrijeme njihova uvođenja u primjenu.

## 3. UTJECAJ POJEDINE METODE NA PLANIRANJE ROKOVA PROIZVODNJE

Kvantificiranje pojedinih metoda provedeno je pomoću prosječnog trajanja proizvodnog ciklusa, srednje vrijednosti koeficijenta protoka metode i njegove standardne devijacije.

U 28 skupina podijeljeno je, prema datumu narudžbe i naručitelju, 306 radnih naloga koje je jedno poduzeće drvne industrije izradilo u 1992. godini.





Slika 2. Ganttov dijagram  
Figure 2. Gantt chart

Određivanje trajanja proizvodnog ciklusa provedeno je putem svih devet metoda lansiranja radnih naloga. Trajanje proizvodnog ciklusa utvrđeno je pomoću Ganttovih dijagrama unaprijed. Primjer jednog takvog dijagrama prikazan je na slici 2. Obradba podataka provedena je na osobnom računaru Samsung AT 286, QUICK BASIC programskim jezikom.

Budući da u literaturi nije bilo moguće pronaći pokazatelj koji bi vjerno održavao razlike u trajanjima ciklusa, odnosno koji bi pokazivao omjere skraćenja ili produljenja proizvodnog ciklusa uporabom različitih metoda lansiranja radnih naloga, bilo je potrebno uvesti koeficijent koji bi riješio taj problem.

Stoga je uveden modificirani koeficijent protoka nazvan KOEFICIJENTOM PROTOKA METODE  $f_m$ . Taj koeficijent pokazuje koliko je puta proizvodni ciklus prema određenoj metodi lansiranja radnih naloga kraći, odnosno dulji od proizvodnog ciklusa prema postupnoj metodi izvođenja operacija.

Izračunavanje koeficijenta protoka metode  $f_m$  obavlja se prema sljedećoj jednakosti:

$$f_m = \frac{T_m}{T_n}$$

$T_m$  (trajanje proizvodnog ciklusa prema pojedinoj metodi)

$T_n$  (trajanje proizvodnog ciklusa prema postupnoj metodi)

Koeficijent protoka metode čija je vrijednost manja od 1 pokazuje da je riječ o skraćenju proizvodnog ciklusa, a koeficijent čija je vrijednost veća od 1 pokazuje da se proizvodni ciklus produljuje ako za taj radni nalog umjesto postupnog načina izvođenja operacija upotrijebe određenu metodu.

Kao mjerilo vrijednosti pojedine metode poslužila je i standardna devijacija koeficijenta protoka metode, kojom je određeno rasipanje podataka oko srednje vrijed-

nosti koeficijenta.

Testom signifikantnosti razlika utvrđene su značajne razlike u trajanju proizvodnog ciklusa prema pojedinoj metodi u odnosu prema postupnoj metodi, odnosno u uporedbi s načinom lansiranja radnih naloga u promatranom drvnoindustrijskom pogonu.

#### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

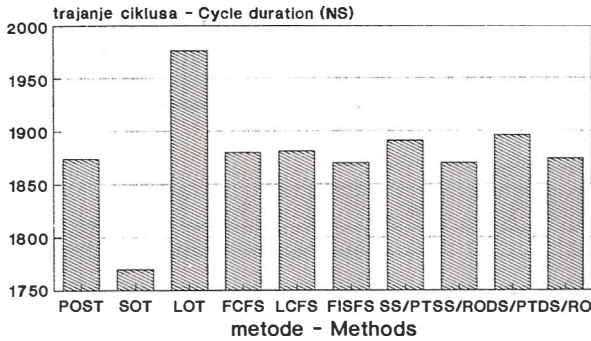
Istraživanje trajanja proizvodnog ciklusa provedeno je na temelju podataka snimljenih u pogonu za dvije i tri faze obradbe. Dvije faze obradbe činile su strojna i ručna obradba, a tri faze obradbe obuhvatile su strojnu obradbu, ručnu obradbu i ostakljivanje.

Rezultati trajanja proizvodnog ciklusa ( $T_c$ ) predočeni na slici 3. pokazuju da pri dvije faze obradbe najbolje rezultate pokazuje SOT-metoda. Naime, za prosječno trajanje proizvodnog ciklusa od 1 874 sata uz postupnu metodu, SOT-metoda daje skraćenje ciklusa od 104 sata, odnosno prosječni proizvodni ciklus pri SOT-metodi iznosi 1 770 sati.

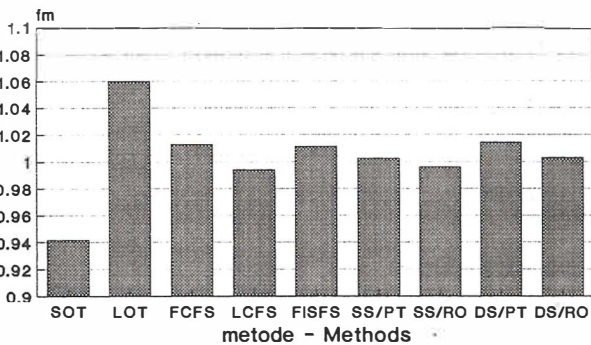
Skraćenje proizvodnog ciklusa pokazuju i FISFS i SS/RO metode, a jednako prosječno trajanje ciklusa daje metoda DS/RO.

S obzirom na koeficijent protoka metode  $f_m$ , može se uočiti razlika u rezultatima, iako ona nije značajna. Naime, na slici 4. vidi se da najbolje rezultate ponovo pokazuje SOT metoda, a koeficijent protoka manji od 1 imaju još metode LCFS i SS/RO.

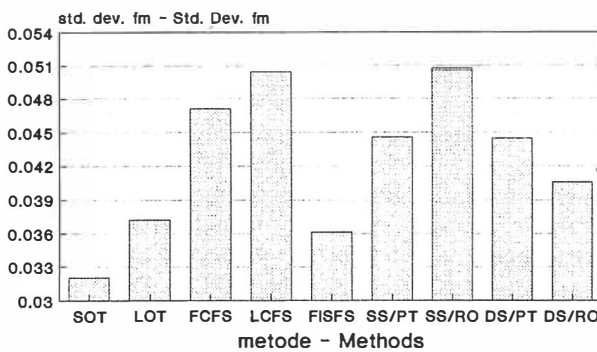
Zanimljivo je da i pri prosječnom trajanju proizvodnog ciklusa i pri koeficijentu protoka metode najlošiji rezultate pokazuje LOT- metoda. To je česta pojava za skupine radnih naloga koji za dvije faze obradbe imaju velik raspon vrijednosti i dulje trajanje u drugoj fazi obradbe. Stoga nastaju veliki međuoperacijski zastoji, a time se produljuje ukupno trajanje proizvodnog ciklusa.



Slika 3. prosječno trajanje proizvodnog ciklusa za dvije faze obradbe  
Figure 3. Average production cycle duration for two working phases



Slika 4. Srednja vrijednost koeficijenta protoka metode za dvije faze obradbe  
Figure 4. Average method flow coefficient for two production phases



Slika 5. Standardna devijacija koeficijenta protoka metode  
Figure 5. Standard deviation for method flow coefficient

Promotrimo li standardnu devijaciju koeficijenta protoka metode, stanje se mijenja (sl. 5). Osim metoda SOT i FISFS najmanje rasipanje podataka oko srednje vrijednosti koeficijenta protoka pokazuje LOT-metoda.

Rezultati istraživanja provedeni za tri faze obradbe uvelike se razlikuju od rezultata za dvije faze obradbe. Naime, u istraživanjima trajanja ciklusa za tri faze obradbe nije bilo moguće primijeniti SOT-metodu zato što nisu bili zadovoljeni uvjeti koji se postavljaju kad je riječ o toj metodi.

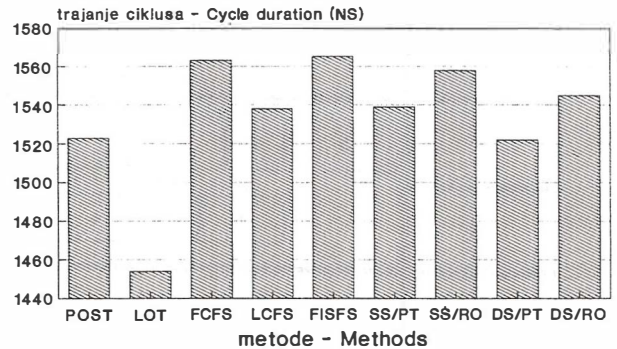
Uvjeti za uporabu SOT-metode pri tri faze obradbe, od kojih mora biti zadovoljen barem jedna, jesu:

$$t_{lmin} \geq t_{lmax}$$

$$t_{llmin} \geq t_{llmax}$$

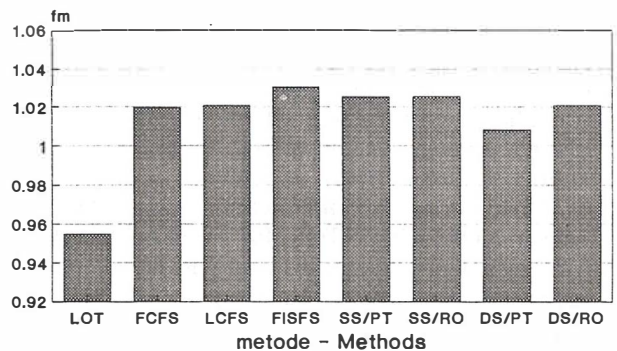
Iz slike 6. može se vidjeti da je najbolje rezultate pri trajanju ciklusa ( $T_c$ ) za tri faze obradbe pokazala LOT-metoda (koja za dvije faze daje najlošije rezultate). Prosječno skraćivanje trajanja ciklusa pri toj metodi iznosi 69 sati, a ciklus traje 1 454 sata.

Osim LOT-metode, skraćivanje proizvodnog ciklusa postignuto je i DS/PT-metodom.

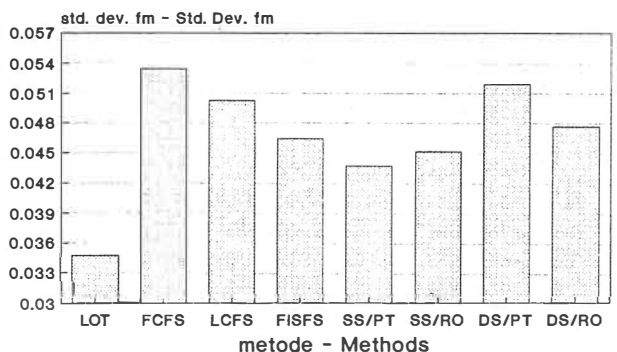


Slika 6. Prosječno trajanje ciklusa proizvodnje za tri faze obradbe  
Figure 6. Average production cycle duration for three production phases

Kad se govori o koeficijentu protoka metode  $f_m$ , zamjetno je da jedina metoda koja ima  $f_m$  manji od 1 jest LOT-metoda. Sve ostale metode imaju nezadovoljavajući koeficijent protoka metode veći od 1 (sl. 7).



Slika 7. Srednja vrijednost koeficijenta protoka metode za tri faze obradbe  
Figure 7. Average method flow coefficient for three production phases



Slika 8. Standardna devijacija koeficijenta protoka metode  
Figure 8. Standard deviation for method flow coefficient

Na slici 8, koja prikazuje standardne devijacije koeficijenta protoka metode, vidi se da je najmanje rasipanje podataka u LOT-metode, a zadovoljavajuću standardnu devijaciju pokazuje i SS/PT-metoda. Sve ostale metode imaju veliko rasipanje podataka oko srednje vrijednosti koeficijenta protoka metode.

Testom signifikantnosti razlika za dvije faze obradbe ustanovljeno je da je znatno skraćenje proizvodnog ciklusa postignuto u 16,66% slučajeva. Najčešće je znatno skraćenje proizvodnog ciklusa uočeno u SOT-metode, pa je i stoga ta metoda preporučena za upotrebu u promatranom drvnoindustrijskom poduzeću.

Testom signifikantnosti razlika za tri faze obradbe utvrđeno je da je u 16,5% proizvodni ciklus znatnije skraćen. Također je utvrđeno da je najveći broj značajnih razlika uočen primjenom LOT-metode.

## 5. ZAKLJUČAK

Uz dvije faze obradbe najbolje rezultate za svih 28 skupina radnih naloga pokazala je SOT-metoda, kojom se prednost pri lansiranju radnih naloga daje obradivima, odnosno radnim nalogima s najkraćim trajanjem. SOT-metoda ujedno ima i najmanji koeficijent protoka metode i najmanje rasipanje podataka oko srednje vrijednosti toga koeficijenta.

Stoga je promatranom drvnoindustrijskom poduzeću preporučena SOT-metoda za proizvodnju u dvije faze obradbe. Osim SOT-metode mogu se preporučiti metode LCFS i SS/RO, iako obje pokazuju veliko rasipanje podataka oko srednje vrijednosti koeficijenta protoka metode.

Za tri faze obradbe situacija je umnogome drukčija. Najbolje rezultate za svih 28 skupina radnih naloga dala je LOT-metoda, u kojoj prednost imaju radni nalozi s najduljim trajanjem. Analogno SOT-metodi za dvije faze obradbe, uz tri faze obradbe LOT-metoda ima i najmanji koeficijent protoka metode i najmanju standardnu devijaciju koeficijenta protoka metode.

Zato je tu metodu bilo moguće preporučiti promatranom pogonu drvne industrije za primjenu u proizvodnji s tri faze obradbe. Osim LOT-metode, moguće je pre-

poručiti i DS/PT-metodu, iako je njezin koeficijent protoka metode neznatno veći od 1, a rasipanje podataka oko njegove srednje vrijednosti  $f_m$  dosta veliko.

Prikazane metode planiranja rokova proizvodnje kao podrška planiranju, vođenju i terminiranju proizvodnje mogu se primijeniti u svim poduzećima drvnoindustrijskog kompleksa. Vrlo su jednostavne za uporabu, a mogu se primijeniti kao simulacijska sredstva radi smanjenja troškova primjene tih metoda u proizvodnji.

Opisana su istraživanja doprinos postupku rješavanja opisanih problema na znanstvenim temeljima. Za praktičnu primjenu navedenih metoda potrebno je utvrditi činitelje okruženja i mogućnosti proizvodnje (tip proizvodnje, vrstu instalirane opreme, vrstu tehnološkog procesa).

Rad upućuje na potrebu daljeg istraživanja i rješavanja problema na području planiranja rokova proizvodnje koji ovim radom nisu obuhvaćeni.

Ovim je radom dokazano da uspješnost vođenja proizvodnje ovisi o izboru metode lansiranja radnih naloga. Stoga drvnoindustrijskim poduzećima treba preporučiti da ispituju koja im metoda najviše odgovara. Ovaj rad proveden na Katedri za organizaciju proizvodnje u drvnoj industriji Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, osnovna je podloga za to.

## 6. LITERATURA

- [1.] Figurić, M.: Upravljanje proizvodnjom u drvnoj industriji, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1989
- [2.] Grladinović, T., Jelačić, D.: Istraživanje prioriteta lansiranja radnih naloga u proizvodnji, Zbornik radova KOI '92, Hrvatsko društvo za operacijska istraživanja, Rovinj, 1992
- [3.] Jelačić, D.: Metode lansiranja radnih naloga u proizvodnji građevne stolarije, magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1993
- [4.] Nanot, Y.R.: An experimental investigation and comparative evaluation of priority disciplines in job shop-like queueing networks, Management Sciences Research Project, Research Report No. 87., UCLA, 1963
- [5.] Phillips, D.T., Ravindran, A., Solberg, J.J.: Operations research: principles and practice, John Wiley & Sons Inc., New York, 1976
- [6.] Stevenson, J.W.: Production / operations management, Rochester Institute of Technology, Irwin, Homewood, Boston, 1993
- [7.] Vila, A., Leicher, Z.: Planiranje proizvodnje i kontrola rokova, Informator, Zagreb, 1983.

# Dizajner u neposrednoj suradnji na realizaciji novoga proizvodnog programa

Činjeničnim stanjem do projektnog zadatka za novi proizvodni program

## DESIGNERS' DIRECT INVOLVEMENT WITH THE REALIZATION OF A NEW PRODUCTION PROGRAM

Mr. Božidar Lapaine, dipl. inž. arh.  
samostalni profesionalni djelatnik  
41000 Zagreb, A. Šenoe 28, tel. 429-575

Stručni rad

### Sažetak

U članku je obrađena metoda koja na jednostavan i grafički jasan način omogućuje poduzeću uvid u trenutno i planirano odnosno željeno, ciljano stanje tehnologije i tržišta. Taj uvid u činjenično stanje služi utvrđivanju projektnog zadatka za novi proizvod ili proizvodni program. Osim opisa metode, dani su i rezultati primjene te metode u praksi.

Ključni dokument kojim se u razvojnom postupku utvrđuju obilježja budućega novog proizvodnog programa jest projektni zadatak. Krajnji rezultat razvoja proizvoda znatno ovisi i o točnosti i jasnoći projektnog zadatka.

U današnjim uvjetima pretvorbe i uvođenja tržišnog poslovnja u poduzećima je potrebno djelovati i donositi važne poslovne odluke neusporedivo brže nego u normalnim prilikama. Dakle, nužne su što brže i učinkovite metode istraživanja i rada.

Zašto je u naslovu upotrijebljen izraz činjenično stanje? Zato što je danas odgovornost upravljanja poduzećima donekle olakšana suvremenim sredstvima informiranja i kontrole. Poduzeća više nisu prepuštena općenitim razmatranjima na osnovama osjećaja i iskustva nego izrađuju uvide u stvarne prilike. Ponekad se pritom otkrije i gruba stvarnost, koja nije uvijek ugodna.

Mnoga su se poduzeća uspjela proširiti ili se koliko-toliko održati bez velikih istraživanja kojima bi se objasnilo ili promijenio njihov položaj na tržištu. Događaji su određivali njihovu djelatnost sve do onog dana kad ona počinju mijenjati usmjerenje. No zbog nedovoljno točnih predviđanja promjena malo je poduzeća opremljeno i spremno za novonastalu situaciju.

Kako obaviti uvid u stanje tehnologije i tržišta

Tehnologija i tržište, često kao dva međusobno suprotstavljena pola, čine dvije polazne točke pri utvrđivanju djelatnosti poduzeća. Njihovim se razma-

tranjem mogu uočiti brojne činjenice o trenutnom položaju poduzeća, koje upućuju na traženje rješenja za budućnost.

Iako se pristup tom razmatranju čini jednostavnim, njegova izvedba nije laka jer zahtijeva vrlo objektivnu analizu. Međutim, to razmatranje omogućuje potvrdu ili preusmjeravanje postavljenih ciljeva, stvarajući polazište za potpuno drukčiju programsko-proizvodnu djelatnost.

Donosimo, na primjer, činjenice koje poduzeće može utvrditi.

### 1. Cjelokupno područje djelatnosti zamire:

- zbog smanjene potražnje: proizvodi se više ne traže, posao malo-pomalo izmiče
- zbog povećanja ponude: potrošači više nisu zadovoljni postojećom ponudom nego se usmjeravaju prema novim proizvodima
- zbog zadovoljavanja ukupne potražnje stranim proizvodima.

### 2. Poduzeće gubi pojedina tržišta:

- zbog slabog imidža svoje marke ili loše aktivnosti u svezi s održavanjem na tržištu: osjećajući se na svom području djelatnosti zaštićenim, poduzeće gubi svoju borbenost prema konkurenciji
- zbog ponude neodgovarajućih proizvoda, i to u tehničkom smislu, ali i s obzirom na oblik, niske upotrebne vrijednosti ili lošeg imidža.

### 3. Poduzeće se mora suočiti s tehnološkim promjenama:

- jer su se na području u kojem djeluje razvila nova sredstva za proizvodnju, čije uvođenje proširuje konstrukcijsko-tehnološka odnosno funkcionalno-estetička obilježja proizvoda ili povećava produktivnost poduzeća

- jer nova primjena materijala, nova konstrukcijska rješenja ili novi tehnološki postupci zahtijevaju i prilagođavanje koncepcije novog proizvoda.

### 4. Tržišta se razvijaju:

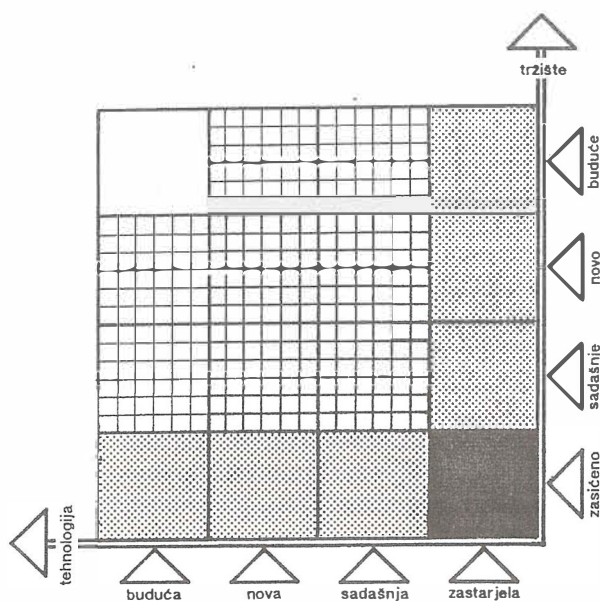
- jer se potrebe sa stajališta uporabe proizvoda i potrošnje mijenjaju, potrošači počinju drukčije razmišljati

- jer domaći i strani konkurenti drukčije koncipiraju svoje proizvode

- jer se javljaju potpuno nove koncepcije koje će rezultirati novim generacijama proizvoda.

## MREŽA UVIDA KAO POMAGALO ZA UTVRĐIVANJE ČINJENIČNOG STANJA

Mreža uvida u stanje proizvodnje i plasmana proizvoda omogućuje poduzeću da brzo i grafički jasno odredi stanje svoje tehnologije te mjesto koje ima na tržištu.



Slika 1. Mreža uvida omogućuje grafički prikaz samo postojećeg stanja odnosno prijedenaoga puta ili puta što ga valja prijeći. U nju možemo smjestiti podatke o poduzeću kao cjelini, skupinu proizvoda ili pojedinačni proizvod.

Ako crno polje predočuje potpuno negativno stanje, onda, nasuprot njemu, bijelo polje predočuje dugoročni razvoj vezan za ulaganja poduzeća.

Položaj u svojoj, rubnoj zoni mreže zahtijeva od poduzeća iznimno veliku aktivnost kako bi ušlo u središnji dio mreže, koji je realno polje kretanja i

djelovanja.

Ako se podaci nalaze u svijetlosivim poljima, poduzeće ima odgovarajuću originalnost.

### Uvid u tehnologiju

Poduzeće mora podatke o svojoj tehnologiji svrstati u polja sljedećeg obilježja: zastarjela, sadašnja, nova ili buduća tehnologija.

**1. Zastarjela tehnologija** obuhvaća udio opreme koja je na nižem razvojnem stupnju, tj. ručnu i poluautomatsku strojnu opremu.

**2. Sadašnja tehnologija** označava opremu koja ispunjava svoju zadaću s obzirom na postavljene ciljeve, kako sa stajališta tehnološkog procesa, tako i sa stajališta industrijske prerade, zahtjevane kvalitete i konkurentnosti. Obuhvaća strojeve višeg razvojnog stupnja.

### 3. Nova tehnologija:

- može biti nova za to poduzeće, ali već u upotrebi u drugim sektorima ili pak prilagođena proizvodnji (transfer tehnologije);

- može označavati prihvaćanje nove tehnologije u njezinoj pokusnoj fazi (uvođenje novog postupka u pogon). Pritom se razumijeva prema visokoga razvojnog stupnja, CNC-automati, obradni centri i sl.

**4. Buduća tehnologija** je smišljena odluka o istraživanju nove tehnologije i tehnike ili primjene novog materijala, što će u srednjoročnom razdoblju omogućiti razvoj novih proizvoda i imidža poduzeća.

### Uvid u tržište

Tržište od kojega poduzeće živi može biti zasićeno, sadašnje, novo ili buduće tržište, i to neovisno o bilo čemu ili pak u odnosu prema aktivnosti poduzeća.

**1. Zasićena tržišta** uglavnom čine tradicionalna tržišta na kojima postoji tendencija pada potražnje i koje nešto novo može tako uzdrmati da ih sasvim destabilizira. To može biti, na primjer, proizvodnja teškoga stilskoga garniturnog pokućstva za tržište na koje stiže lagano, suvremeno, komadno pokućstvo.

**2. Sadašnja tržišta** su živa tržišta koja zahtijevaju stalno održavanje i poticanje neprekidnim obnavljanjem ponude u skladu s izmijenjenim, suženim ili proširenim zahtjevima potrošača.

**3. Novo tržište** je stjecište svih onih djelatnosti koje se stvaraju polazeći od samog proizvoda. Već pri koncipiranju ponude proizvođač zna kome je i za koju upotrebu proizvod namijenjen.

**4. Buduće tržište** obuhvaća perspektivna tržišta koja će činiti našu budućnost, a čije su najave zamjetne: novi informacijski, telekomunikacijski, audiovizualni

uređaji na radnim mjestima i u kućanstvima, više slobodnog vremena itd.

Odnos između tehnologije i tržišta ne mora se uvijek podudarati. Ovisno o koncepciji proizvoda i području djelatnosti, s novom se tehnologijom može izići na sadašnje tržište ili pak sadašnjom tehnologijom na nova tržišta itd.

## PRIMJERI PRIMJENE MREŽE UVIDA

Ukratko ćemo opisati dva stvarna primjera iz prakse. U njima je naglasak na jednome od parametara - razvoju novih proizvoda, tehnologije ili tržišta, no cjelina parametara je, naravno, isprepletana i nedjeljiva.

Postavljeni problemi, zajednički obama primjerima, odnosili su se na sučeljavanje poduzeća s promjenama na tržištu u određenom trenutku, s pitanjem konkurentnosti i strategije razvoja, bez obzira na težinu tih razloga.

U takvim uvjetima neka poduzeća navrijeme poduzimaju odgovarajuće aktivnosti, a druga to ne čine jer ne znaju ili ne žele analizirati vlastite potrebe i poduzeti nužne aktivnosti.

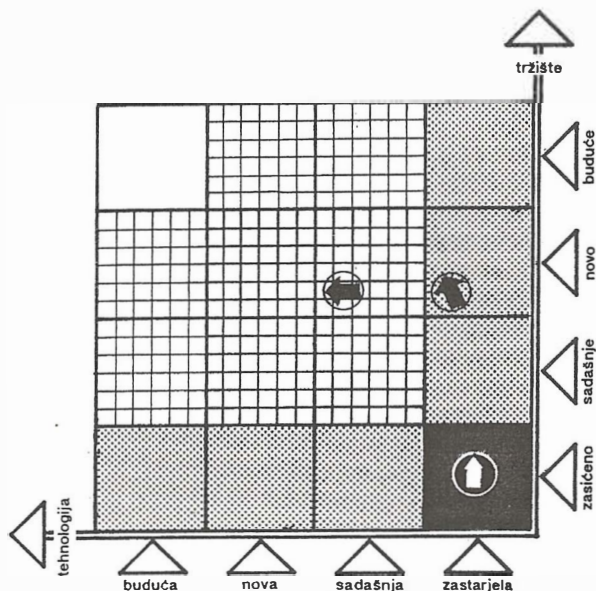
Danas se u poslovnoj politici brzina donošenja odluka i poduzimanja aktivnosti ističe kao sve važniji čimbenik. Inovacija, na bilo kojem području, postaje glavni pokretač uspješnosti.

Prikazani su primjeri poduzeća koja su se prvi puta za rješavanje svojih problema ozbiljno poslužili dizajnom.

U tim je primjerima djelatnost dizajnera dobro funkcionirala jer je bila podržana svjesnim odlukama poduzeća uvjerenih u nužnost otvaranja novim putovima razvoja.

prikazani primjeri imaju pravu vrijednost ako tu prvu, skromnu aktivnost uspiju pretvoriti u stalnu praksu poduzeća.

Poduzeće A - proizvođač pokućstva



Slika 2. Tendencije kretanja razvoja tehnologije i tržišta u poduzeću A

Izvorno je poduzeće A proizvodilo pokućstvo niže kategorije, namijenjeno veleprodaji i kupcima na veliko, a imalo je široko razgranatu distribucijsku mrežu.

Nakon objavljenog stečaja uz zabrinjavajuće znakove općenitog pada potražnje tržišta pokućstvom - zbog sve većeg raskoraka između proizvoda, distribucije i potražnje - poduzeće je 1982. godine preuzela nova uprava i pretvorila ga u poduzeće s novim imenom.

## Uvid u činjenično stanje

proizvodi poduzeća A, nasuprot proizvodima konkurencije nisu imali nikakvih posebnih obilježja. Da bi se očuvalo tržište, u poduzeću su pokušali smanjiti cijene proizvoda. Marže su izgubljene, a napor se pokazao uzaludnim jer su:

- proizvodi zastarjeli, iako su još odgovarali jednom dijelu tržišta, ali je taj dio bio premalen da bi osigurao opstanak poduzeća,
- strojevi i postupak izrade uopće nisu prilagođeni zahtjevima za proizvodnju novih proizvoda,
- gledajući općenito, tržište pokućstvom razvijalo se relativno sporo. No iako su promjene u kupovnim navikama najavljivane mnogo prije, analize i upozorenja nisu uzeta u obzir.

## Odgovor na uvid

Novi stručni tim poduzeća utvrdio je novu razvojnu strategiju u koju je uključen i dizajner. Pritom su postavljena četiri cilja:

- primijeniti novu politiku proizvoda na osnovi postojeće tehnologije - do njezina preustrojstva (najmanje tri godine), provodeći potrebna poboljšanja postojećih proizvoda u smislu upotrebe, usluga, imidža itd.
- istražiti nova tržišta i svoju ponudu prilagoditi njima. Riječ je ponajprije o suvremenim proizvodima, često ekskluzivnima, utvrđenima točno prema namjeni, brzoj isporuci i jednostavnom transportu
- do uspostave novoga tehnološkog postupka, racionalnije upotrebljavati postojeće ugrađene kapacitete
- uspostaviti kooperantske odnose s ostalim proizvođačima dijelova proizvoda i poluproizvoda tako da se stvori mogućnost bržeg preuzimanja uspješnih tehnologija.

## Rezultat

Poduzeće A ozbiljno je shvatilo potrebu svoga preustrojstva. Tijekom jedne godine poduzeti su značajniji napori za razvoj novog programa. Stvoreno je više novih proizvoda vlastitim snagama, a kompletni je program realiziran uz pomoć vanjskih suradnika.

Suradnja u dizajniranju omogućila je poboljšanja postojećih proizvoda, aktiviranje politike imidža i pozicioniranje poduzeća na tržištu.

Međutim, poduzeće A je predugo odlagalo odluku o svom preustrojstvu. Godine 1983. naglo je pala

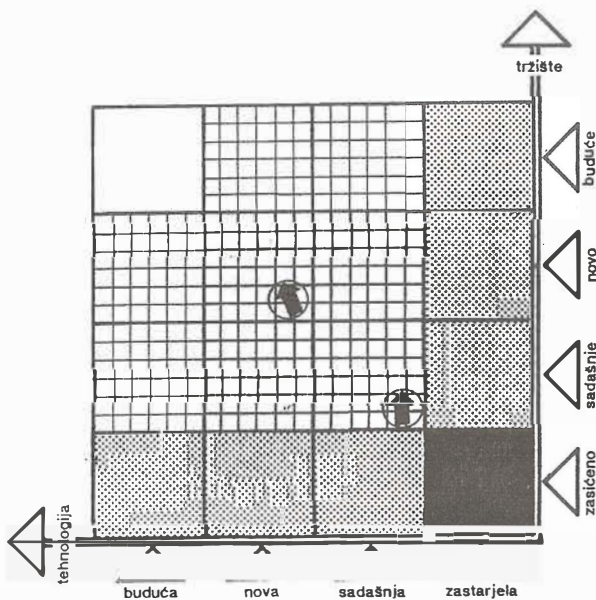
potražnja pokušava na tržištu, zbog čega je djelatnost mnogih poduzeća smanjena za 20 do 50%. Profit koji je ostvaren zahvaljujući novim proizvodima nije nikako mogao pokriti dotadašnje gubitke. Poduzeće A moralo je prestati raditi.

Primjer je namjerno izabran da bi se naglasele dvije važne činjenice:

- poduzeće A koristilo se samo dotadašnjim tržištem na kojemu su djelovale strane tvrtke što su ga znale bolje iskoristiti. Zadržavanje na tom tržištu zahtijevalo je, dakle, samo primjerenu analizu i veću kreativnost pristupa tržištu

- već pri prvim znakovima stagnacije poduzeće je trebalo poduzeti sve potrebno, jer se vrijeme u kojem je trebalo nešto učiniti može pokazati kao odlučujući čimbenik za uspjeh ili neuspjeh pothvata.

Poduzeće B - proizvođač uredskog pokućstva



Slika 3. Tendencije kretanja razvoja tehnologije i tržišta u poduzeću B

Poduzeće B je tvrtka specijalizirana za proizvodnju uredskog namještaja, a član je međunarodne grupacije.

### Uvid u činjenično stanje

Istraživanje novih uvjeta uredskoga rada, brzo osuvremenjavanje sve većeg broja uredskih radnih mjesta i nova arhitektonska rješenja uredskih prostora pridonijela su naglom povećanju potražnje modularnih sustava uredskog namještaja s ugrađenim instalacijama i različitim dodacima za odlaganje dokumenata.

Poduzeće B proizvodilo je i plasiralo na tržište proizvodni program uglednoga stranog kupca. Neprestane promjene vrijednosti valute, pomalo zastarjeli izgledi proizvoda te neprilagođenost prodaji i rukovanju takvim sustavom proizvoda potaknulo je poduzeće B na traženje vlastitoga proizvodnog programa kojim bi mo-

glo samostalno upravljati.

Ta je odluka bila to važnija jer je imidž poduzeća B kao specijaliziranog proizvođača uredskog namještaja u međuvremenu oslabio i počela se osjećati potreba za brzim oživljavanjem vlastitog razvoja.

### Utvrđivanje ciljeva

Osim izgleda proizvoda, koji ima važnu ulogu, potrebna obilježja te vrste proizvoda jesu:

- prilagodljivost i mogućnost opremanja prostora različitih veličina i namjena
- lako sklapanje namještaja
- racionalan broj elemenata s obzirom na njihovu količinu i namjenu.

U odnosu prema ostalim modularnim sustavima takvoga namještaja zahtijevano je i dodatno obilježje: mogućnost samostalne upotrebe pojedinih elemenata, osobito radnih ploha (stolova) i elemenata za odlaganje dokumenata, kako bi se istim proizvodnim programom obuhvatilo cjelokupno tržište.

### Faze kreiranja proizvoda

Nakon utvrđenog zadatka, poduzeće B povjerilo je oblikovanje sustava uredskoga namještaja dizajneru. Njegova je zadaća ostvarivana ovim slijedom:

- istraživanje likovno-estetske i tehničke koncepcije programa kao cjeline
- nakon verifikacije idejnih rješenja poduzeta su dodatna istraživanja radi raspoređivanja zahtjeva sukladno prioritetu; kreiranje programa koji je obuhvatio više desetaka elemenata trajalo je najmanje dvije do tri godine
- kada su usklađeni osnovni elementi i funkcije sustava, poduzeta su istraživanja optimalnog postupka izrade kojim bi se zadovoljili svi utvrđeni zahtjevi.

Kao materijal za izradu osnovne, nosive strukture programa izabran je ekstrudirani aluminiij, čime je postignuta zahtijevana prilagodljivost uporabi i, prije svega, modularnosti, uz polaganje od zajedničke osnove. Materijal je imao svoja ograničenja, koja su se odrazila na prihvaćene oblike.

Prvi tehnički test kvalitete provela je za to specijalizirana ustanova. Kad god ne može samo voditi određeni dio razvojnih poslova, poduzeće B te zadatke prepušta stručnim vanjskim suradnicima. Pri spomenutim tehničkim testovima čvrstoće, sklapanja i lijepljenja metala uveden je i novi tehnološki postupak.

Kada su utvrđene glavne linije programa, nastavljeno je istraživanje radi pojednostavnjenja proizvodnje podsklopova.

### Rezultati

Već nakon prvih testiranja proizvod je pokazao pozitivne rezultate. Presentacija u specijaliziranim trgovinama postigla je znakovit uspjeh. U tri godine, zahvaljujući takvoj cjelokupnoj djelatnosti, sa stajališta

mogućnosti razvoja i posebnoga, vlastitog rješenja sustava proizvoda uvođenjem novog materijala na bazi visoke tehnologije i prihvaćanju proizvoda na međunarodnom tržištu, poduzeće B ostvarilo je pomak u vrijednosti svog imidža marke i svrstalo se među vodeće tvrtke u svojoj grani.

## ZAKLJUČAK

Mreža uvida u stanje tehnologije i mogućnost plasmana određenih proizvoda zbog jednostavnosti njihove izrade te preglednosti unesenih podataka ima posebno značenje za praktičnu uporabu pri analizama raznih čimbenika o kojima ovisi uspješnost pojedinih ili zajedničkih akcija projektiranja, konstruiranja i izrade novih proizvoda, poboljšanja postojećih, primjene novih materijala i tehnologija, te kvalitativnih i kvantitativnih pokazatelja plasmana tih proizvoda.

Pojedina obilježja unutar tehnološke strukture ili

tržišnih pokazatelja mogu se konkretizirati detaljnim podacima u odnosu prema proizvodnim prijedlozima, tj. novokoncipiranim proizvodima, na osnovi čega se mogu naznačiti trendovi odnosno sastaviti projektni zadaci za određeni proizvod ili proizvodni program.

## LITERATURA

- [1.] Baban, Lj.: Usklađivanje tržišnih aktivnosti, Informator, Zagreb, 1976.
- [2.] Duchamp, R.: La conception de produits nouveaux, Hermes, Paris, 1988.
- [3.] Lapaine, B.: Metodologija dizajna, skripta za studente Studija dizajna
- [4.] Laporta, J. i Montloin, R.: Methodologie de la conception des produits, Ecole superieure des Ingenieurs de Marseille 1992/93.
- [5.] Obraz, R.: Planiranje, razvoj i lansiranje proizvoda za tržište, Informator, Zagreb, 1971.
- [6.] Quarante, D.: Osnove industrijskog poslovanja, Informator, Zagreb, 1974.
- [7.] Rocco, F.: Osnove tržišnog poslovanja, Informator, Zagreb, 1974.
- [8.] Vitrac, J.P.: Le design industriel, Moniteur, Paris, 1984.

## NOVOSTI IZ TEHNIKE

### Držac tastature (tiskovnice) sprečava upalu tetiva

Sve se veći broj radnih mjesta snabdjeva računalima s kojima komuniciramo najviše pomoću tastature, a da pritom nisu ostvarene optimalne pozicije te tastature u odnosu na čovjeka i na namještaj na kome se sve to nalazi. Stoga je interesantna "Press- informacija" tvrtke Bayer o novom držaču tastature.

Porastom radnih mjesta s uporabom računala, sve je više i upala prouzročenih krivim držanjem, uglavnom u području ručnih zglobova i podlaktica. Novorazvijeni držačem tastature tvrtke Proformix Inc., Whitehouse Station (N.J.), SAD, mogu se optimalnim podešavanjem držanja ruku, takve nezgode izbjeći.

Za sve funkcionalne dijelove držača tvrtka Proformix izabrala je Durethan® BKV 130, staklenim vlaknima ojačan i na udarnu žilavost modificirani Polyamid 6 tvrtke Miles Inc., Pittsburgh (Pa.), američke posestrimske tvrtke Bayera AG, Leverkusen. Durethan je izabran zato, jer je ispunio sve zahtjeve glede mehaničke operativnosti, uštede na težini i mogućnosti oblikovanja. Osim toga se racionalnim injekcijskim prešanjem dijelova od Durethana uspjelo uštedjeti i na troškovima proizvodnje.

Sistem držača tastature može se pričvrstiti na običan uredski stol. U njegovu se sklopu nalazi oslonac za



Držac tastature

dlanove, odnosno zaštita ručnih zglobova, a dodatno je opremljen nosačem za miša i podlogu te držačem za spise.

B. Lj.



# Znanstveno-stručno savjetovanje tvrtke SEMBELLA

## THE "SEMBELLA" CONFERENCE

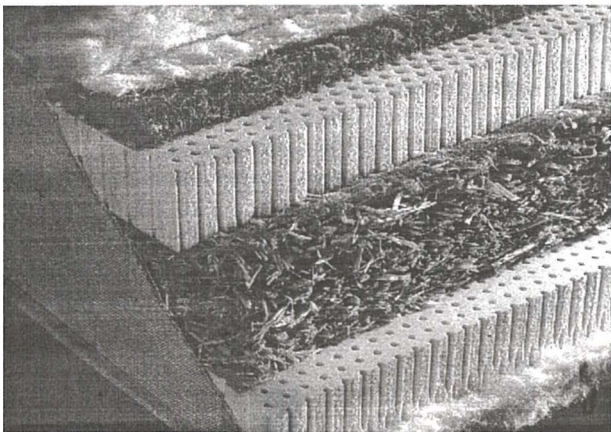
Doc. dr. Ivica Grbac

Stručni rad

Od 11. do 14. veljače 1993. u Grazu (Austrija) održano je znanstveno-stručno savjetovanje "Nove spoznaje u konstrukciji i kvaliteti namještaja za ležanje". Savjetovanje je organizirala najpoznatija europska tvrtka za proizvodnju tzv. prirodnih madraca Sembella.

Karakteristika toga znanstveno-stručnog skupa bio je multidisciplinarni pristup kompleksu krevet - spavanje. Očito je da jednostavni pokušaji ne mogu dati cjelovite i prihvatljive rezultate, posebno stoga što je cjelokupan problem vrlo složen.

U referatima sa savjetovanja obrađena su ispitivanja na području kvalitete ležajeva - madraca, i to elastičnosti i trajnosti (izdržljivosti), komfora, propusnosti vlage i topline kroz slojeve madraca te kvalitete spavanja. S obzirom na kvalitetu spavanja poseban je naglasak dan tzv. somnološkim, ortopedskim i psihološkim istraživanjima.



**Povratak prirodi - moto je tvrtke SEMBELLA''**  
Konstrukcija madraca „Bio Star'' s jezgrom od slame te kombinacijom latexa i drugih prirodnih materijala omogućava dobru kvalitetu spavanja.

Nezaobilazna tema savjetovanja bila su i tzv. djelovanja električnog polja, odnosno utjecaj elektromagnetskog zračenja na kvalitetu spavanja.

Od hrvatskih stručnjaka savjetovanju su prisustvovali prof. dr. Vjera Dürrigl s Medicinskog fakulteta i doc. dr. Ivica Grbac sa Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

U referatu prof. dr. Vjere Dürrigl sažeto su dana istraživanja kvalitete spavanja na pojedinim madracima različitih konstrukcija. Posebno su analizirani pojedini stadiji spavanja, te pokreti koji su značajni parametri kvalitete.

Prvi referat što ga je održao doc. dr. Ivica Grbac bio je vezan za metode ispitivanja konstrukcija i kvalitete ležaja - madraca. obrađene su karakteristike elastičnosti i trajnosti (izdržljivosti) različitih konstrukcija te komfor ležajeva metodom kružnih ploča i interakcijom čovjek - ležaj.

Drugi referat odnosio se na propusnost vlage i topline u madraca s tzv. dvostrukom opružnom jezgrom sa štep-dekom i bez nje. Rezultati su vrlo zanimljivi za praksu s obzirom na to da su istraživanja provedena pomoću nove opreme, razvijene u Katedri za finalnu obradu drva Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Prisutni su stručnjaci pokazali veliko zanimanje za rezultate istraživanja Šumarskog fakulteta te Centra za spavanje i poremećaje spavanja iz Zagreba.

Na okruglom stolu nakon završetka savjetovanja raspravljalo se o daljnjem radu i mogućnostima suradnje na tom području. Sudionici iz Hrvatske pozvani su u posjet Sveučilištu u Münsteru (Njemačka), te laboratorijima tvrtke Sembella u Belgiji.

Posljednjeg dana savjetovanja posjetili smo jedan pogon tvrtke Sembella u kojemu se izrađuju tzv. elastične podloge i jedna vrsta "medicinskog" madraca.

Dr. med. Eduard Lanz pokazao nam je u svojoj klinici različite konstrukcije Latex-madraca prilagođene pojedinim kategorijama bolesnika.

# Primjena ugljik-dioksida za otapalo u lakovima

Prof. dr. Boris Ljuljka

Stručni rad

Posljednjih je godina u svim industrijski razvijenim zemljama zamijećen zahtjev upućen proizvođačima lakova radi poboljšanja njihovih proizvoda. U zahtjevu je naglašena potreba za što manjim opterećenjem okoliša lakovima u procesima njihove proizvodnje, površinske obrade i u korištenju proizvoda.

U Njemačkoj su poznati TA-Luft propisi, a slične imaju i druge europske zemlje. Njima se ograničava primjena lakova s velikom količinom organskih otapala (npr. NC-lakovi). To je utjecalo na razvoj lakova s velikom količinom suhe tvari, lakova u kojima je otapalo voda, lakova u prahu i lakova koji otvrdnjuju djelovanjem različitih vrsta zračenja.

Predviđa se da će udio lakova s velikom količinom suhe tvari (VKST) do 1995. godine dosegnuti 40%. U usporedbi s tradicionalnim sustavima, VKST-lakovi su skuplji, no ekonomična se primjena postiže manjim u troškom materijala i rada po jedinici površine te manjim troškovima sušenja. Naravno, uporaba tih lakova ima i mnoge poteškoće: visoku viskoznost, veliku reakcijsku sposobnost, sklonost curenju, nestabilnost zbog taloženja pigmenta i dr. Nova tehnologija površinske obrade, uz primjenu ugljik-dioksida, omogućuje uklanjanje ili smanjenje spomenutih problema.

Organska otapala što ih sadrže uobičajeni sustavi lakova isparavaju u procesu njihova otvrdnjavanja, odlaze u atmosferu i na kraju, kao rezultat razgradnje i fotosinteze iz jednog kilograma organskog otapala nastanu tri kilograma ugljik-dioksida. Zamijenimo li kilogram otapala kilogramom ugljik-dioksida, u atmosferu će dospjeti dva kilograma ugljik-dioksida manje. Razmišljamo li o primjeni postupaka izgaranja para organskih otapala, tada ne bi bilo onečišćenja atmosfere otapalima, ali pitanje stvaranja ugljik-dioksida pri izgaranju ne bismo riješili.

Ugljik-dioksid koji se može primijeniti za lakove ne moramo posebno proizvoditi, već ga možemo uzimati iz onih procesa u kojima on nastaje kao sporedni proizvod (proizvodnja gnojiva, alkoholno vrenje). Naime, u tim se proizvodnjama industrijski iskoristi samo oko 20% ugljik-dioksida.

Prve podatke o mogućnostima iskorištenja CO<sub>2</sub> za otapala nalazimo u literaturi 1989. godine. Postupak je razrađen u američkoj tvrtki UNION CARBIDE i nazivan je *unicarb*. Postupak se osniva na djelomičnoj ili potpunoj zamjeni organskih otapala ugljik-dioksidom. Izbor ugljik-dioksida može se obrazložiti niskom cijenom, dostupnošću i svojstvom da se pri temperaturi 30-31°C i tlaku 74-75 bar pretvara u "natkritičnu

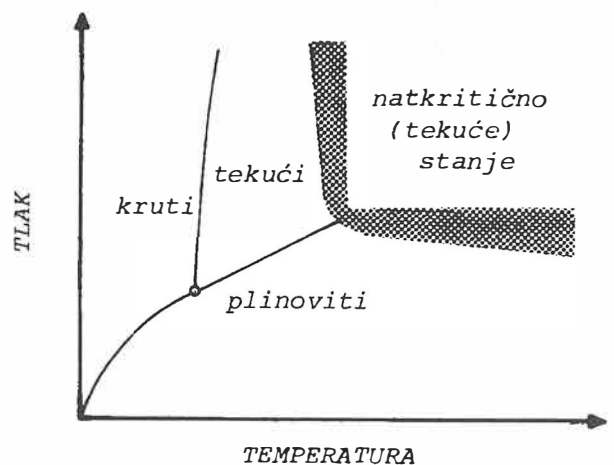
tekućinu", odnosno u stiješnjeni plin s obilježjima tekućine (sl. 1). U tom stanju ugljik-dioksid ima nisku viskoznost i veliku brzinu difuzije, čime se osigurava dobra uklopivost različitih komponenata lakova. Gustoća mu je tada 0,47 g/cm<sup>3</sup>, a najveća dopuštena radna koncentracija desetorostruko je veća od one za organska otapala (104 ppm). Cijena kilograma CO<sub>2</sub> iznosi oko 0,3 DEM, naravno, ovisno o transportu i količini.

Za razliku od uobičajenih VKST-lakova, lakovi s ugljik-dioksidom mogu se proizvoditi iz materijala velike molekularne mase. Takve su kompozicije stabilnije, a mogućnosti modifikacije osobina laka veće. Zamjenom organskih otapala ugljik-dioksidom poboljšavaju se reološke osobine lakova, čime se poboljšava razlijevanje, smanjuje curenje te postiže glatka i jednolična prevlaka, bez grešaka. Pokazalo se da su za taj postupak prikladne poliesterske, epoksidne, silikonske, melaminformaldehidne, akrilne i celulozne smole.

Postupak nema većih ograničenja, iako je jednostavnija primjena jednodijelovanih sustava. Postupak se ne primjenjuje za lakove pigmentirane čađom, kao i onda kad se zbog složene tehnologije postupak isplati samo uz veću količinu obradaka.

Tipična receptura razumijeva filmogeni materijal, pigment, dodatke i otapalo visokog vrelišta.

Ako u postupku nanošenja štrcanjem prvi dio otapala ishlapi na putu od štrcaljke do obratka, drugi dio, koji omogućuje razlijevanje i stvaranje cjelovitog sloja, uskoro ishlapi s obratka, a treći dio ishlapi tek u procesu otvrdnjavanja i povišenja temperature, onda možemo



reći da CO<sub>2</sub> potpuno zamjenjuje prvi dio, odnosno prividna otapala kojih ima najviše u prvom dijelu.

Lak velike viskoznosti crpkom se ubacuje u mješalicu, u koju iz spremnika dotječe ugljik-dioksid u natkritičnom stanju. Količina dodanoga ugljik-dioksida nije veća od 25-30%. Recepturu laka potrebno je prilagoditi primjeni, pri čemu se smanjuje udio lak-ohlapljivih pravih otapala, uz primjenu smola visoke viskoznosti. Pri dispergiranju laka u unicarb-postupku nastaju čestice veličine 40-50 μm, dakle nema onih od 10 μm i manje, kao pri zračnom štrcanju, koje stvaraju gubitke (over-spray). Struja čestica nema oblik stošca s vrhom u štrcaljki, već je zvonolika i čestice dolaze na obradak "suše", a brzina štrcanja je malo manja.

Smjesa temperature 37-67°C, pod tlakom 83-183 bar, izlazi iz miješalice i cjevovoda te putuje do štrcaljke, kojom se nanosi na obradak. Najprikladnije su ručne i mehanizirane bezračne štrcaljke, iako je moguća primjena laka i elektrostatskim štrcanjem. Nakon izlaska iz štrcaljke ugljik-dioksid trenutno ishlapi, a na podlozi ostane vlažan sloj laka koji otvrdne nekim postupkom ovisnim o sastavu laka.

Prvi praktični pokusi i primjena provedeni su u tvrtki Pennsylvania House 1990. godine pri površinskoj obradi čelika nitro-sustavima. Uz primjenu organskih otapala NC-lak je sadržavao 14% suhe tvari, a uvođenjem CO<sub>2</sub> postigla se količina suhe tvari od 28%. Danas ista tvrtka već radi sa 40% suhe tvari u laku, a njezini stručnjaci smatraju da mogućnosti povećanja suhe tvari još nisu dokraja iscrpljene. Sada se u SAD primjenjuje 16 uređaja sa CO<sub>2</sub>, od čega nekoliko za površinsku obradu proizvoda od drva. U Europi su licenciju kupile tri tvrtke (jedna od njih je HERBERTS).

U usporedbi s vodenim lakovima, *unicarb*-postupak ima prednosti iako se to u prvi mah ne vidi. Naime, u sastavu unicarb-laka ima 20% otapala, a u sastavu vodenog laka samo 10%. međutim, za postizanje jednake debljine filma primjenom *unicarb*-postupka potrebna je manja količina laka.

Količina ugljik-dioksida koji dopijeva u atmosferu manja je 28 puta nego pri spaljivanju organskih otapala. Taj postupak ima brojne prednosti, pa možemo sigurno reći da je ne samo napredan nego i revolucionaran.

## NOVOSTI IZ TEHNIKE

### Novi znak za drvenu prašinu

U časopisu HK 7/8-93 objavljen je kraći napis o novom znaku za drvenu prašinu.

Stupanjem na snagu propisa TRGS 553-Holzstaub, 1.1.1993. postavljena je granična vrijednost koncentracije piljevine na radnom mjestu u iznosu od 2 mg/m<sup>3</sup>. Prema tome korisnici strojeva i uređaja moraju odgovarajuća radna mjesta redovito ispitivati kod ovlaštene institucije. Od 1991. ispitivanja na strojevima vrši udruženje proizvođača strojeva za preradu drva. Ako se utvrdi da stroj trajno može ispuniti postavljeni preduvjet dobiva CE oznaku u skladu s europskim



smjernicama za strojeve s dodatnim znakom za prašinu (vidi sliku), što se zahtijeva za područje Njemačke.

B. Lj.

## Predstavljen Kölnski i Düsseldorfski sajam

U prostorijama Udruženja obrtnika grada Zagreba 18. studenog 1993, priredbe Kölnskog i Düsseldorfskog sajma predstavila je javnosti prof. Jasna Brandt, čija tvrtka Brandt za marketing i usluge Zagreb ima generalno predstavništvo oba sajma.

U proteklih deset godina *Kölnski sajam* je s velikim uspjehom stvorio 14 novih sajamskih priredbi, pri čemu posluje ekonomično i bez dotacija. U 1993. godini očekuje se ukupni promet od 320 milijuna DEM.

Za naše čitatelje bit će najzanimljivija priredba *Međunarodni sajam namještaja*, koji se održava svake godine u siječnju - ovog puta od 18. do 23. siječnja 1994. Slovenija izlaže tradicionalno u organizaciji "Slovenijalesa" s više do 500 m<sup>2</sup>, a Hrvatska u organizaciji "Exportdrva" s otprilike 350 m<sup>2</sup>. Na sajmu je zastupljena sve više koncepcija izlaganja po robnim skupinama da bi omogućila kupcima namještaja da se na licu mjesta po skupinama mogu odlučiti, prema kvaliteti, cijeni i mogućnostima isporuke, za najboljeg ponuđača.

*Interzum* - Međunarodni sajam kooperanata za industriju pokućstva izlaže među ostalim gotova vrata, prozore, stepenice, pregradne zidove, jednom riječju:

ugradbene elemente za kuće, pa tapisone, zavjese, žaluzine, rasvjetna tijela, sirovine materijala za izradu pokućstva i dr. *Interzum* se održava svake druge godine u svibnju. Sljedeći je 1995. godine.

Spomenimo još neke od priredaba Kölnskog sajma:

*Međunarodni sajam željezne robe*, koji obuhvaća među ostalim alate i alatne strojeve, okove i brave u graditeljstvu, materijal za "Uradi sam", npr. elemente za unutrašnje pregrađivanje, montažno pokućstvo itd. Ovaj sajam održat će se 1994. godine od 6. do 9. ožujka.

Za nas je zanimljiv i sajam Domotehnica, na kojem se izlažu kućanski aparati, osobito oprema za kuhinje i same kuhinje. Na sajmu izlažu i hrvatske i slovenske tvrtke. Iduća Domotehnica bit će od 21. do 24. veljače 1995.

*Spoga Köln* jest sajam sportske i camping opreme i vrtnog namještaja, dok *Orgatec* predstavlja uredsku opremu i tehnologiju.

Sajam Entsorga, međunarodni sajam za eliminaciju otpada i reciklažu, održavao se do sada u Es-senu, a od 18. do 21. svibnja 1994. prvi put će se održati u Kölnu.

*Düsseldorfski sajam* također je jedan od najuspješnijih svjetskih sajmov. Po prometu je 1992. godine po drugi put premašio bro-

jku od 300 milijuna DEM, ovaj puta s 355 milijuna DEM. U 1992. godini na raznim priredbama na Düsseldorfskom sajmu izlagalo je 26.960 tvrtki, a posjetilo ih je 1.798.999 posjetitelja.

Usprkos velikom broju sajamskih priredaba, one izravno ne ulaze u područje drvne industrije. Ipak će nekoliko sajмова biti i za nas zanimivi.

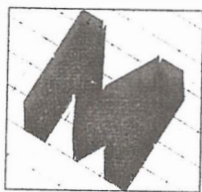
Tu je *Boot Düsseldorf*, međunarodni sajam nautike, na kojem se među ostalim izlažu motorni čamci i jahte, čamci na vesla, oprema za čamce. Sljedeća priredba bit će 22-30.I.1994. Nakon toga dolazi, od 25. do 31. svibnja 1994, *Papro*, međunarodni sajam proizvodnje materijala i sredstava za pakiranje, te tehnologije obrade papira i folija.

U 1995. godini predviđeni su sajmovi:

Drupa Düsseldorf, međunarodni sajam za tisak i papir, *Envitec*, međunarodni sajam i kongres tehnologija za zaštitu okoliša, *Interkama*, tržište za inovacije u mjernoj, regulacijskoj tehnici i automatici i A+A '95, međunarodni sajam za zaštitu na radu i medicinu rada.

D. Tusun

## Uoči Međunarodnog sajma pokućstva u Kölnu 1994.



### INTERNATIONALE MÖBELMESSE

Cijeli svijet stanovanja i unutrašnjeg uređenja sastaje se od 18. do 23. siječnja 1994. na Međunarodnom sajmu pokućstva u Kölnu, koji na brutto-izložbenoj površini od 260.000 m<sup>2</sup>, s oko 1400 izlagača, predstavlja kompletnu ponudu pokućstva za sva područja stanovanja. U Kölnu se određuje putokaz za iduću godinu za područje pokućstva.

Uređenje stana - i u njegovu središtu pokućstvo - očituju životni osjećaj ljudi, izražavaju njihove stavove i zahtjeve. Kupnja pokućstva je krajnje individualni proces, prožet osjećajima. Tome dolazi ususret gotovo neiscrpjiva mnogostrukost ponude. Proizvođači pokućstva nude programe koji odgovaraju kako međunarodnim zahtjevima tako i nacionalnim posebnostima. Međunarodni sajam pokućstva djeluje kao žarište u kojem trgovina dobiva potreban pregled nad širinom svjetske proizvodnje. Samo Köln predstavlja cijeli spektakl.

Međunarodni sajam pokućstva vodeće je središte za međunarodni izvoz pokućstva. Uz Italiju, Dansku, Španjolsku, Veliku Britaniju, Nizozemsku, Francusku i Austriju, svoju ponudu predstavljaju u Kölnu također brojni izlagači iz drugih kontinenata. Ukupni udio inozemnih izlagača iznosi oko 60 posto. Povezivanje skupina izlagača po težištima ponude omogućuje

izlagačima da predstave dio svoje proizvodnje u okviru tematskih izložbi. Iskustva s prošlog Međunarodnog sajma pokućstva i poslovni uspjeh poduzeća sudionika potvrđuju prednosti koncepcije jasnog razvrstavanja izložbene ponude.

Međunarodni sajam pokućstva posreduje izraziti doživljaj cijelog svijeta pokućstva. U Kölnu predstavljaju tvrtke svoja vrhunska dostignuća. I novo i prokušano ovdje se predstavlja u uvijek novim varijantama. Posjet Međunarodnom sajmu zato istodobno daje informaciju i inspiraciju. Na svim područjima pokućstva stalno se javljaju novosti u oblikovanju, a na području avangarde prijelaz u umjetnost je svakodnevn. Predstavljanje izlagača na svim područjima ponude usmjereno je tako da posjet Sajmu, kako stručnih posjetitelja tako i publike, na "Svjetski dan stanovanja" u što većoj mjeri bude estetski doživljaj.

Međunarodni sajam pokućstva u Kölnu je sajam trendova na području stanovanja. Tendencije u oblikovanju koje će se očitovati u maloprodaji i trendovi kod potrošača imaju na Kölnskom sajmu svoju svjetsku premijeru. To vrijedi npr. za velike programe ojastućenog pokućstva i linije za sjedenje, isto tako za ormare na klasičnom i suvremenom području, za trendove u sustavima za dogradnju, za stilsko pokućstvo i kuhinje, koje će 1994. opet biti predstavljene u hali 14.1.

Ponuda na Međunarodnom sajmu bit će svrstana ovako:

Hale 1.1, 2.1 i 3.1

Stilsko i rustikalno pokućstvo

Hale 1.2, 2.2 i 3.2

Centar za avangardni design

Hale 5, 10.1 i 10.2

Stambeno, dječje i mladenačko pokućstvo

Hala 4.

Sustavi pokućstva za dogradnju

Hale 6, 7, 8.1 i 8.2

Pojedinačno pokućstvo

Hale 10.2 i 11.2

Stolovi i stolice

Hale 11.1 i 12.1

Pokućstvo za spavanje

Hale 12.2 i 14.2

Pokućstvo za stanovanje, spavanje i sjedenje

Hale 13.1, 13.2 i 13.3

Ojastučeno pokućstvo

Hala 13.3

Sklopivo pokućstvo

Hala 14.1

Kuhinjsko pokućstvo

Europska dvorana, Offenbachova dvorana, Sustavi EOP

Međunarodni sajam pokućstva bit će otvoren od utorka 18. siječnja do nedjelje 23. siječnja 1994. svaki dan od 9 do 18 sati. Od 18. do 22. siječnja imaju pristup samo stručni posjetitelji. U nedjelju 23. siječnja 1994. na "svjetski dan stanovanja", Međunarodni sajam pokućstva otvoren je i za krajnje korisnike. Tada Sajam posjeti oko 35.000 posjetitelja.

Sve ulaznice za Međunarodni sajam pokućstva za vrijeme njihove valjanosti istodobno su vozne isprave za sva javna prometna sredstva u prometnoj zajednici Rhein-Sieg, koja obuhvaća veliki prostor Köln-Bonn. Iznimka su samo vlakovi Njemačke savezne željeznice s doplatnom kartom.

D. Tusun

## NOVI ZNANSTVENI RADNICI

## Mr. DENIS JELAČIĆ



Denis Jelačić, dipl. inž. drvne industrije, obranio je 27. srpnja 1993. godine na Sumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred komisijom u sastavu prof. dr. Stjepan Tkalec, prof. dr. Mladen Figurić, prof. dr. Simeon Tomanić, svi sa Sumarskog fakulteta u Zagrebu, magistarski rad s naslovom "Metode lansiranja radnih naloga u proizvodnji građevne stolarije", i time stekao pravo na akademski stupanj magistra iz oblasti biotehničkih znanosti, područja drvne tehnologije. Mentor rada bio je prof. dr. Mladen Figurić, a članovi komisije za ocjenu izrađenog rada bili su isti pred kojima je rad i obranjen.

## Podaci iz životopisa

Denis Jelačić rođen je 31. svibnja 1964. u Zagrebu. Gimnaziju je završio školske godine 1981/82. Iste je školske godine upisao Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Drvnotehnički odjel.

Tijekom studija radio je kao demonstrator za predmet konstrukcije proizvoda od drva. Diplomirao je na Sumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 17. srpnja 1989. godine.

Na Sumarskom je fakultetu počeo raditi 1. prosinca 1989. godine kao asistent na Katedri za organizaciju proizvodnje u drvnoj industriji, za predmet priprema rada.

Denis Jelačić radio je na temama Zaveda za istraživanje u drvnoj industriji i surađivao s poduzećima drvne industrije.

Školske godine 1989/1990. upisao je posljediplomski studij s područja organizacije rada u drvnoj industriji, koji je uspješno apsolvirao i položio sve ispite.

Tijekom svog rada Denis Jelačić je

objavio šest znanstvenih i sedam stručnih radova te dva poglavlja u znanstvenoj knjizi. Trenutno radi na istraživačkom projektu 4-04-009 Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike s naslovom "Istraživanje i razvoj novih proizvodnih sustava u drvnoj industriji", na zadatku "Upravljanje projektima u proizvodnim sustavima uz podršku računala".

Aktivan je član Hratskog društva za operacijska istraživanja, a tijekom rada uspješno je pohađao više tečajeva s područja planiranja i vođenja proizvodnje.

## Prikaz rada

Magistarski rad Denisa Jelačića sadrži 228 stranica pisanog teksta, 66 tablica, 110 slika i 6 stranica literature sa 78 izvora. Rad je podijeljen na ova osnovna poglavlja: Uvod, Problematika i ciljevi istraživanja, Prethodna istraživanja, Metoda rada, Rezultati istraživanja, Zaključak, Popis uporabljenih kratica i Literatura.

**Uvod.** U Uvodu autor postavlja drvnoindustrijsko poduzeće u tržišno okruženje, koje svojim činiteljima i tempom zahtijeva fleksibilnost. Različiti stupanj razvijenosti i djelotvornosti planiranja i vođenja proizvodnje uvjetuje niz poteškoća pri vođenju proizvodnje drvnoindustrijskih poduzeća prema zadovoljavanju tržišta. Više se, naime, ne proizvodi da bi se iskoristili kapaciteti, već tržište zahtijeva od poduzeća strogo poštivanje rokova isporuke, visoku kakvoću proizvoda, niže cijene, što razumijeva smanjenje proizvodnih troškova, proizvodnju s niskim zalihama materijala i gotovih proizvoda te proizvodnju u malim i promjenjivim serijama. U posljednjem vrijeme primjena znanstvenih metoda i tehnika vođenja i planiranja proizvodnje ulazi i u drvnoindustrijska poduzeća. Kombinacija s praktičnim iskustvima glavno je obilježje vođenja složenih proizvodnih sustava u proizvodnji građevne stolarije.

**Problematika i ciljevi istraživanja.** U tom su poglavlju objašnjeni mnogi pojmovi vezani za vođenje proizvodnje i problematiku operativnog planiranja. Problemi su postavljene osnovne odrednice gruboga i finog planiranja te osnovna problematika redosljeda lansiranja radnih naloga. Autor je predočio nekoliko koncepcija vođenja proizvodnje i poslovanja (ROP, MRP I, MRP II, JIT/TQC) i naveo osnovna obilježja svake od njih. Nakon toga, postavio je koncepciju operativnog vođenja proizvodnje kao sustav vođenja koji čine tri faze: grubo planiranje, terminiranje i raspodjela poslova. Terminiranjem se određuju rokovi izrade proizvoda, a osnovni mu je cilj usklađivanje vremena protoka kako bi se što više skratio proizvodni ciklus. Glede terminiranja, problem lansiranja radnih naloga autor postavlja kao problem koji se javlja kada

nekolicina radnih naloga čeka za isto radno mjesto. Na osnovi toga, postavljeni su i ciljevi istraživanja.

**Prethodna istraživanja.** U tom je poglavlju dan prikaz metoda određivanja prioriteta lansiranja radnih naloga u proizvodnji u svijetu i u nas. Mahom su se tom problematikom bavili strojarski inženjeri, a uspostavljeno je mnoštvo metoda lansiranja radnih naloga. Prikazan je i način rješavanja tog problema simulacijom.

**Metoda rada.** Autor je za svoja istraživanja izabrao različite metode lansiranja radnog naloga. Izabrane su metode međusobno usporedive, jednostavne za primjenu u praksi, a sjedinju vremenske i tehnološke činitelje terminiranja. Sve prethodne metode, a to su SOT, LOT, FCFS, LCFS, FISFS, SS/PT, SS/RO, DS/PT i DS/RO, mogle su se primijeniti za rad u dvije i u tri faze obradbe. Prikazani su i objašnjeni svi uvjeti kojima mora udovoljiti svaka metoda da bi mogla biti upotrijebljena. Ujedno su prikazani i parametri koje je potrebno prikupiti za pojedinu metodu. Na temelju prikupljenih podataka autor je odredio način obrade podataka. Uspostavio je tablice pojedinih skupina radnih naloga sa svim važnim podacima potrebnim za određivanje redosljeda lansiranja radnih naloga. Pojedine su skupine svrstane u različita područja opeterećenja kapaciteta, određena na temelju jedandžbi za određivanje instaliranoga, raspoloživoga i efektivnog kapaciteta. Učinkovitost pojedine metode određena je trajanjem proizvodnog ciklusa, novouvedenim koeficijentom protoka metode  $f_m$ , standardnom devijacijom koeficijenta protoka metode, regresijskom analizom i testom signifikantnosti razlika. Denis Jelačić je u svom radu taj novopostavljeni koeficijent protoka metoda  $f_m$  definirao kao bezdimenzionalni broj koji kazuje koliko je puta proizvodni ciklus u odnosu prema promatranoj metodi kraći, odnosno dulji od ciklusa proizvodnje prema postupnom načinu izvođenja. Koeficijent manji od 1 upućuje na skraćenje, a veći od 1 na produljenje proizvodnog ciklusa.

**Rezultati istraživanja.** U tom su poglavlju prikazani rezultati autorovih istraživanja. Trajanje ciklusa utvrđeno je Ganttovim dijagramima. Zbirni su rezultati prikazani u tablicama, a grafički po skupinama. Iz tih je rezultata vidljivo da je za dvije faze obradbe ciklusa skraćen u 47,62% slučajeva, od toga najviše primjenom SOT-metode (u svih 28 slučajeva), a najmanje primjenom LOT-metode (samo jedanput). Uz tri faze obradbe ciklus je skraćen u 37,5% slučajeva, od toga najviše primjenom LOT-metode (u svih 28 slučajeva), a najmanje FISFS-metodom u samo četiri slučaja).

Iz tabličnog prikaza koeficijenata protoka za svaku pojedinu metodu vidi se da najbolje rezultate za dvije faze obradbe pokazuje SOT-metoda, a za tri

faze obradbe LOT-metoda, čiji su koeficijenti protoka metode za svih 28 slučajeva manji od 1. Te metode daju i najmanju standardnu devijaciju koeficijenta protoka metode.

Regresijskom analizom provedenom na osobnom računaru utvrđeni su trendovi kretanja pravaca koeficijentata protoka pojedinih metoda u odnosu prema trajanju proizvodnog ciklusa, i to za svako područje opterećenja kapaciteta za dvije i tri faze obradbe.

Testom značajnosti razlika utvrđeno je da je znatno skraćenje ciklusa za dvije faze obradbe postignuto u 16,66%, a za tri faze obradbe u 16,5% slučajeva.

U diskusiji autor na znanstveni način objašnjava prikazane rezultate. Najbolje prosječno skraćenje proizvodnog ciklusa za dvije faze obradbe daje SOT-metoda (5,84%, s najvećim skraćenjem od 15,8%). Za tri faze obradbe najbolje prosječno skraćenje proizvodnog ciklusa daje LOT-metoda (4,54%, s najvećim skraćenjem od 15,2%).

U tom dijelu autor uspoređuje vlastita istraživanja s onima koje je proveo Nanot u metalnoj industriji za dvije faze obradbe na temelju stvarnih

podataka iz prakse i osobno provedene simulacije na slučajno odabranim vrijednostima.

**Zaključak.** U tom dijelu rada autor povezuje rezultate s ciljevima istraživanja i postavlja redosljed metoda lansiranja radnih naloga. Očito je da za dvije faze obradbe zadovoljavajuće rezultate pokazuju metode SOT, LCFS, SS/PT i SS/RO, a za tri faze obradbe zadovoljava samo LOT-metoda, pa ih autor preporučuje poduzeću. Takvim načinom rada u promatranom poduzeću postiglo bi se bolje vođenje, planiranje i terminiranje proizvodnje, smanjili troškovi i djelotvornije iskoristili podaci i računalna oprema. Autor precizira da se dobiveni rezultati odnose na promatrano poduzeće, ali se istraživane metode mogu primijeniti u svim drvnoindustrijskim poduzećima, s istraživanjem njihovih mogućnosti u konkretnoj primjeni.

### Ocjena rada

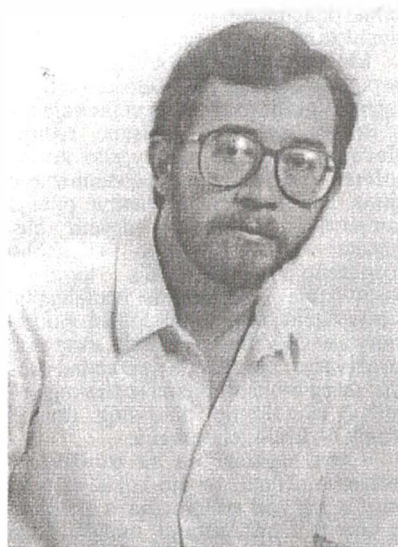
Magistarskim radom Denis Jelačić pravilno postavlja problem i metodu is-

traživanja te je na osnovi osobnih istraživanja, primjenom vlastitih programa simuliranja rezultata i uvjeta u proizvodnji, ostvario originalan znanstveni pristup rješavanju problema unapređenja planiranja proizvodnje u drvnoj industriji. Istraživanje fenomena vođenja proizvodnje autor sagledava u relaciji uspostavljanja optimalnog redosljeda lansiranja radnih naloga. Istraživanjem različitih metoda i modela simulacijom različitih uvjeta u proizvodnji i danih ograničenja, autor je izradio originalan znanstveni rad, koji je znatan doprinos unapređenju planiranja i vođenja proizvodnje u drvnoj industriji.

Magistarski rad Denis Jelačića bitan je doprinos znanosti i praksi iz znanstvene oblasti biotehnologije, znanstvenog područja drvne tehnologije, posebno iz discipline znanstvene organizacije rada. Usto je potrebno istaknuti da je to jedan od prvih radova u kojemu se suvremene metode i modeli s područja vođenja proizvodnje u složenim dinamičkim sustavima u drvnoj industriji primjenjuju i u nas.

Prof. dr. Mladen Figurić

### Mr KREŠIMIR BABUNOVIĆ



Krešimir Babunović, dipl. inž. drvne industrije, obranio je 4. svibnja 1992. godine u vijećnici Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu svoj magistarski rad s naslovom Optimizacija krojenja piljenica kompjuterskom simulacijom.

Krešimir Babunović rođen je u Zagrebu 26. siječnja 1961. godine. Nakon završetka osmogodišnje škole upisao se u Matematičko-informatički obrazovni centar, gdje je maturirao 1979. godine. Iste je godine upisao Drvnotehnološki odjel Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i diplomirao 1985. godine. Nakon završetka studija upisao je post-diplomski studij s usmjerenjem Tehnologija masivnog drva. od 1.

veljače 1986. godine zaposlen je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kao asistent na Katedri za tehnologiju drva, na kolegiju Tehnologija masivnog drva i Poznavanje materijala I. (Pilanska prerada drva).

Temu magistarskog rada odobrilo je Znanstveno-nastavno vijeće Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na svojoj 18. redovitoj sjednici od 17. srpnja 1990. godine, a za mentora pri izradi rada imenovalo je prof. dr. Marijana Brežnjaka. Dana 23. ožujka 1992. godine na svojoj 11. redovitoj sjednici Znanstveno-nastavno vijeće Šumarskog fakulteta izabralo je komisiju za ocjenu magistarskog rada u sastavu: prof. dr. Marijan Brežnjak, izv. prof. dr. Vladimir Hitrec i izv. prof. dr. Jurica Butković, svi sa Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Dana 24. travnja 1992. godine na svojoj 12. redovitoj sjednici Znanstveno-nastavno vijeće prihvatilo je pozitivno izvješće komisije i izabralo komisiju za javnu obranu magistarskog rada u sastavu: izv. prof. dr. Jurica Butković, prof. dr. Marijan Brežnjak i izv. prof. dr. Vladimir Hitrec, svi sa Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

### Prikaz magistarskog rada

Magistarski rad Krešimira Babunovića, dipl. inž., ima naslov Optimizacija krojenja piljenica kompjuterskom simulacijom. Rad je tiskan na 99 stranica teksta, uz još 41 stranicu posebnih priloga. U tekstu je vršteno 27 slika odnosno erteža, te 21 tablica. Prilog radnji sadrži dodatnih 10 slika. Rad je

podijeljen na sljedeća poglavlja: Uvod, Namjenska pilanska tehnologija, Piljeni drveni elementi, Sistem automatske proizvodnje elemenata, Cilj istraživanja, Dosadašnja istraživanja, metodika rada, Rezultati, Diskusija, Zaključak, iza navedenih poglavlja napisan je Sažetak i Summary. U Literaturi su navedena 62 naslova na hrvatskome, engleskome i slovenskom jeziku te poseban Prilog o optimizaciji krojenja 10 komada piljenica.

U Uvodu autor prikazuje i analizira sadašnji položaj pilanske tehnologije u sklopu opće problematike drvno-prerađivačke industrije Pritom dobro uočava i naglašava međusobnu ovisnost pilanske tehnologije i tehnologije finalnih proizvoda. Posebno razmatra uvjete važne za unapređenje i daljnji razvoj pilanarstva. Također se osvrće na značenje iskorištenja pilanske sirovine, koja svojom sve lošijom kvalitetom te malim promjerima pilanskih trupaca opravdava prijelaz s klasične na namjensku tehnologiju. Danas se još naglašeni je postavlja i zahtjev za kompjutorizacijom pilanske tehnologije ili, točnije, tehnologije masivnog drva, posebno u procesu krojenja primarnih piljenica na piljene elemente, što je i predmet posebnog autorova razmatranja u poglavljima nakon uvodnoga.

U poglavlju Namjenska pilanska tehnologija autor daje povijesni pregled i uzroke prijelaza s klasične na namjensku pilansku tehnologiju. U sklopu toga razmatra i obrazlaže potrebu za vrednovanjem takve tehnologije sa stajališta vrijednosnog iskorištenja sirovine, uz djelomično poštovanje važnog načela ispunjenja specifikacije zadanih proizvoda. Potreba i za drugim, složenijim

tehnološkim procesima u pilani opravdava i napuštanje termina pilanska prerada te uporabu termina tehnologija masivnog drva. U tom se kontekstu naglašava i obrazlaže nužnost modernizacije procesa krojenja piljenica u elemente u smislu visokog stupnja mehanizacije i automatizacije, uz uvođenje kompjutorske tehnologije i odgovarajućih drugih suvremenih strojeva i uređaja.

U sklopu razmatrane problematike autor u poglavlju Piljeni drveni elementi detaljno i s različitim stajališta daje studiju o karakteristikama drvnih elemenata, načinu njihove proizvodnje, strojevima koji danas služe za izradu elemenata te karakteristike takvih strojeva.

Najvažniji dio tog poglavlja - s obzirom na kasnije postavljen cilj istraživanja - odnosi se na različite dosad primjenjivane načine krojenja i raspiljivanja primarnih piljenica u elemente te na karakteristike, prednosti i nedostatke svakog analiziranog načina prerade. Sve je to u funkciji kasnijeg odlučivanja o načinima prerade koji bi se najdjelotvornije mogli uklopiti u visokootomatiziranu proizvodnu liniju.

U poglavlju sistem automatske proizvodnje elemenata autor daje teorijske postavke koje bi trebalo zadovoljiti da bi se organizirao automatizirani i kompjutorizirani sustav izrade drvnih elemenata od piljenica. U tom smislu razrađena je shema takvog sustava. U takvom automatiziranom sustavu proizvodnje elemenata vrlo važno mjesto ima pitanje mogućnosti i izbora načina automatskog otkrivanja grešaka drva primarnih piljenica. Stoga autor daje vrlo pomno i detaljno razrađenu studiju o današnjim metodama otkrivanja grešaka drva, sa svim prednostima i nedostacima svake navedene metode. Sve je to ilustrirano instruktivnim crtežima.

Vrlo je zanimljivo da autor tek nakon polovice napisanog rada postavlja osnovni cilj istraživanja. No to nije nelogično jer je autor, rekli bismo, vjerojatno intuitivno, postupno vodio svoje analize i rasprave o suvremenoj i djelotvornijoj namjenskoj tehnologiji piljenih elemenata iz poglavlja u poglavlje tako vješto da mu se cilj istraživanja, tako reći, upravo nametnuo. A taj je cilj: izraditi automatizirani sustav za raspiljivanje primarnih piljenica u drvene elemente, uz postizanje maksimalnoga kvantitativnog iskorištenja piljenica, uz bolje ispunjenje zadane specifikacije proizvedenih elemenata.

Poglavlje Dosadašnja istraživanja iscrpan je i pregledan rad o važnim i relevantnim istraživanjima u nas i u svijetu na području koje autor obrađuje u svom magistarskom radu.

U poglavlju Metodika rada prikazan je način na koji je autor želio doći do rješenja cilja istraživanja - izrade kompjutorskog programa za simulaciju raspiljivanja piljenica u elemente. Pritom se, na temelju već provedenih analiza i studija, odlučuje za dva najprihvatljivija načina raspiljivanja (simulacijom) piljenica u elemente: poprečno-uzdužnim i uzdužno-poprečnim načinom. Autor odabire ta dva načina

imajući na umu danas, a i u doglednoj budućnosti jedine praktične načine krojenja piljenica odgovarajućim pilama.

U tom su poglavlju dani i podaci o algoritima na kojima se temelji kompjutorski program za simulacijsko raspiljivanje s odgovarajućim crtežima, shemama i sl.

Rezultati istraživanja prikazani su vrlo sažeto, i to tako da je dan primjer obračuna kvantitativnog iskorištenja jedne piljenice simuliranim piljenjem na bazi izrađenoga kompjutorskog programa. Primjer se odnosi na poprečno-uzdužno i na uzdužno-poprečno krojenje piljenice s proizvoljno zadanim greškama u elemente određenih kombinacija dužina i širina, imajući na umu i prioritete u specifikaciji elemenata (prioritet je dan što duljim elementima, koji su obično i vredniji). Rezultati iskorištenja simuliranim načinima piljenja dani su tablično, a ilustrirani su i crtežima. Rezultati iskorištenja jasno pokazuju prednost određenog načina raspiljivanja piljenice s obzirom na kriterij kvantitativnog iskorištenja.

Radi još bolje ilustracije primjene predložene kompjutorizirane simulacijske metode piljenja primarnih piljenica u elemente, autor je u prilogu, na kraju rada, dao još deset primjera optimizacije krojenja primarnih piljenica različitim karakteristikama u specifikirane elemente dvama navedenim načinima piljenja.

Naravno, rezultate iskorištenja primarnih piljenica u elemente dvama zadanim načinima piljenja trebalo bi provjeriti i praktičnim piljenjem u pilani, da bi se vidjele razine (koje, svakako, nastaju) između teorijskoga i praktičnog iskorištenja piljenica. Iako to nije bila zadaća ovog rada, ipak će se takve komparativne analize trebati u budućnosti provesti, što konstatira i autor.

U Diskusiji autor kritički napominje da je svojim radom pokušao riješiti samo dio problematike većeg iskorištenja pilanske sirovine, tj. dio koji se odnosi na kvantitativno iskorištenje primarnih piljenica. Daljnji izazov su istraživanja kvalitativnoga, a time i vrijednosnog iskorištenja pilanske sirovine, ponajprije primarnih piljenica.

Autor smatra, s tim se moramo složiti, da su njegovim radom dani teorijski preduvjeti za znatno poboljšanje u smislu određivanja načina krojenja piljenica u elemente na pilani, uz primjenu odgovarajuće elektronske i druge opreme koja se može danas nabaviti. Time bi se sigurno moglo očekivati i znatno poboljšanje iskorištenja pilanske sirovine, a time i bolji financijski rezultati prerade u namjenskim pilanama.

Na temelju prethodnih poglavlja autor u Zaključku donosi mnoštvo zaključaka, od kojih iznosimo samo neke najvažnije:

- Optimizacija krojenja piljenica kompjutorskom simulacijom nužna je karika u sustavu automatizirane proizvodnje elemenata.

- Optimizacija krojenja piljenice kompjutorskom simulacijom daje shemu krojenja s unaprijed zadanim premisama svake pojedine piljenice s obzirom na kvantitativno iskorištenje.

- Optimizacija krojenja piljenica kompjutorskom simulacijom posebno je važna za piljenice sa složenim rasporedom i većim brojem grešaka, te za izradu elemenata različitim dimenzija.

- Potrebno je provesti usporedbu eksperimentalnoga i simuliranog krojenja piljenica radi uočavanja razlika u iskorištenju piljenica.

## Ocjena rada

Tema magistarskog rada Krešimira Babunovića, dipl. inž., s naslovom "optimizacija krojenja piljenica kompjutorskom simulacijom" smišljeno je i vrlo dobro odabrana. Ta je tema prilog pitanju nalaženja mogućnosti automatiziranog određivanja optimalnog načina raspiljivanja primarnih piljenica u elemente. Pritom se optimizacija odnosi na maksimalno kvantitativno iskorištenje neokrajčenih piljenica dimenzija koje se najčešće pojavljuju u praksi, a imaju različit raspored grešaka drva, u specifikirane elemente dvama načinima piljenja. Dva izabrana načina piljenja autor je ispravno ocijenio kao danas i u doglednoj budućnosti jedino primjenjiva u industrijskoj tehnologiji masivnog drva. Optimizacija iskorištenja temelji se na programu koji je izradio sam autor i čiji su algoritmi prikazani u radu. Ispravnost funkcioniranja tog programa potvrđena je u radu navedenim algoritmima, dijagramom toka i priloženim bitnim blokovima programa.

Možda je malo neuobičajen ospeg i raspored poglavlja magistarskog rada, u kojemu se cilj istraživanja pojavljuje tek u drugoj polovici napisane radnje. Međutim, autor se vrlo vješto koristi početnim poglavlja rada, studiozno u njima analizirajući relevantna pitanja namjenske proizvodnje drvnih elemenata, koja postupno i naoko neopaženo dovode do logičnog postavljanja cilja svojih istraživanja. Takav način pisanja ima logike s obzirom na to da je bit originalnih autorovih istraživanja zahtijevala prethodne studije većeg broja problema iz širokog područja tehnologije masivnog drva i drugih dodirnih tehnologija.

Treba naglasiti da su istraživanja problema sličnih ovome kojim se bavi autor u nas vrlo malobrojna, a u svijetu se takvim istraživanjima uvelike bave stručnjaci u bogato i odgovarajuće opremljenim laboratorijima te oni koji za takva istraživanja raspolazu i znatnim materijalnim sredstvima. Možemo reći da su rezultati ovog rada, koji ne sumnjivo imaju svjetsku znanstvenu vrijednost, za nas osobito važni jer su postignuti u teškim uvjetima istraživačkog rada u nas i s gotovo zanemarivim financijskim sredstvima.

Znanstveni rezultati autorova rada imaju i svoju nesumnjivu potrebnu vrijednost glede modernizacije i bitnog unapređenja namjenske tehnologije drvnih piljenih elemenata. Stoga bi bila velika šteta kad se ta mogućnost ne bi primjereno iskoristila.



**Mr. RUŽICA BELJO**

Na Drvnotehničkom odjelu Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 28. srpnja 1993. Ružica Beljo, dipl. inž. drvne industrije, uspješno je pred komisijom obranila svoj magistarski rad s naslovom „Neke tehnološke karakteristike pilanskih transportnih sredstava na stovarištu trupaca i skladištu piljenica.“

Magistarski je rad napisan na 107 stranica, a sadrži još sedam stranica s predgovorom, sažetkom (na hrvatskome i engleskom jeziku), sadržajem i popisom upotrijebljenih simbola. Rad je podijeljen na poglavlja: Uvod, Problem i cilj istraživanja, Dosadašnja istraživanja, Objekt istraživanja, Predmet i metode istraživanja, Rezultati istraživanja s diskusijom, Zaključci.

Autorica je u uvodnom dijelu magistarskog rada dala opsežnu i temeljitu studiju karakteristika svih značajnijih transportnih sredstava koja se upotrebljavaju u skladištima trupaca i piljenica unutar pilana. Taj dio rada po svojoj studioznosti, svestranosti i načinu izlaganja čini priručnik kakvoga još nemamo i kakvoga je teško naći i u svjetskoj literaturi s područja problematike transporta u pilanama.

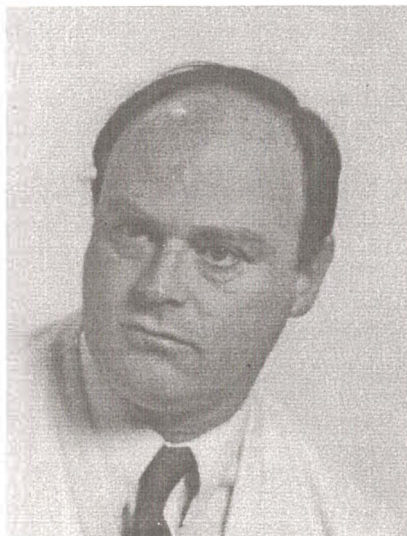
Objekti istraživanja bili su portalne dizalice i vilježari kojima se koriste pilane u Lučicama u Gorskom kotaru. Egzaktnim i dijelom posve novim metodama istraženo je mnoštvo važnijih pokazatelja radnih karakteristika navedenih transportnih sredstava - od energetskih i organizacijskih do brojnih tehnoloških obilježja. Odgovarajući rezultati rada prikazani su, osim u tekstualnom dijelu, i u uzorno izrađenim tablicama i grafikovima. Brojčane su veličine testirane provjerenim statističkim metodama. Brojni crteži i slike ilustrativno dopunjuju rad i pridonose njegovu lakšem razumijevanju.

Terenska istraživanja provedena su - zbog objektivnih i razumljivih razloga - samo u jednoj pilani. Usprkos tome, većina rezultata cjelokupnih istraživanja ima i šire značenje. Autorica se ipak suzdržavala od neprimjerenih uopćavanja rezultata rada. No ipak, velik se dio rezultata istraživanja može primijeniti za odgovarajuće svrhe i u praksi drugih pilana. Treba naglasiti da ovaj magistarski rad daje prvi cjeloviti prikaz karakteristika pilanskih transportnih sredstava u nas, posebno onih kojima se koriste skladišta trupaca i piljenica. Rad je originalan i vrlo vrijedan doprinos znanostima na području rukovanja drvnim materijalima te upoznavanju pilanskih transportnih sredstava.

Zelimo posebno naglasiti da je mr. Ružica Beljo svoj magistarski rad stvarala u vrlo nepovoljnim financijskim i općim uvjetima. Usprkos svemu, pokazala je iznimno veliku upornost u radu te bogatu znanstvenu kulturu. Ovim se radom potvrdila kao nesumnjivo veliki znanstveni talent. Stoga od nje možemo u budućnosti očekivati sve veće i sve novije znanstvene rezultate.

Cestitajući mr. Ružici Beljo na uspješno izrađeno i obranjenom magistarskom radu, ovom prilikom izražavamo i želju za mnogo uspjeha u njezinoj daljnjoj znanstvenoj aktivnosti, na dobrobit znanosti i drvnotehničke prakse.

Prof. dr. Stanislav Sever

**Dr. ANDRIJA BOGNER**

U petak 3. rujna 1993. godine mr. Andrija Bogner, dipl. inž., obranio je na Sumarskom fakultetu u Zagrebu disertaciju s naslovom "Modifikacija površine bukovine radi poboljšanja lijepljenja" pred komisijom u sastavu: prof. dr. Boris Ljuljka, Sumarski fakultet Zagreb; prof. dr. Jože Resnik, Biotehnička fakulteta Ljubljana i prof. dr. Vladimir Sertić, Sumarski fakultet Zagreb.

**Biografski podaci**

Andrija Bogner rođen je 28. travnja 1949. godine u Zagrebu, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je 1975. godine na Drvnoindustrijskom odjelu Sumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Godine 1977. zaposlio se je u Exportdrvu, gdje je do 1980. godine obavljao tehničko-komercijalne poslove. U istom razdoblju usavršio je znanje engleskog jezika, te je bio na višemjesečnome stručnom usavršavanju u Sjedinjenim Američkim Državama.

Od 1980. godine radi kao asistent za predmet tehnologija finalnih proizvoda na Sumarskom fakultetu u Zagrebu. Od tog vremena sudjeluje u nastavi predmeta tehnologija finalnih proizvoda i tehnologija proizvodnje namještaja.

Dana 14. ožujka 1986. godine obranio je magistarski rad s naslovom "Istraživanje tehnologije pročelja iz masivnog drva kod namještaja za pohranu".

Godine 1989. boravio je na jednomjesečnome studijskom usavršavanju u Institutu für Holzforschung u Münchenu.

**Podaci o disertaciji**

Disertacija je podijeljena na devet poglavlja: 1. Općenito o lijepljenju i

ljepilima, 2. Pregled dosadašnjih istraživanja, 3. Cilj istraživanja, 4. Metode istraživanja, 5. Rezultati istraživanja, 6. Diskusija o rezultatima istraživanja, 7. Zaključak, 8. Literatura i 9. Prilozi.

U uvodnom poglavlju "Općenito o lijepljenju i ljepljima" obrađeno je suvremeno značenje postupaka lijepljenja drva u procesu pretvorbe trupaca u gotove proizvode.

Materija je u poglavlju "Pregled dosadašnjih istraživanja" spretno podijeljena na potpoglavlja i na taj su način prikazana bitna stajališta s kojih su u dosadašnjim istraživanjima analizirane pojave adheziva, adherenda i adhezije. To su:

- okrajni kut i vlaženje
- adhezija, penetracija i razlijevanje
- uvjeti vlaženja, te koeficijent razlijevanja i hrapavost
- površinska napetost i površinska energija
- tehnika mjerenja kuta vlaženja
- kapilarnost
- ostale metode kvantifikacije sposobnosti površine drva za lijepljenje
- modifikacija površine drva kemijskim aktiviranjem
- modifikacija površine drva mehaničkim metodama
- modifikacija površine drva ozračivanjem.

Cilj istraživanja: istražiti utjecaj modifikacije bukove sljubnice na poboljšanje vlaženja i lijepljenja. Za

modifikaciju su odabrane sljedeće metode: mehanička i kemijska metoda te metoda ionizirajućim zračenjem.

Metode istraživanja: kao pokusni materijal uzeta je bukovina prosječne širine, goda 5,8 mm, gustoće 730,79 kg/m<sup>3</sup> i sa sadržajem vode od 10%. Mehanička modifikacija obavljena je brušenjem granulacijskom trakom broj 60 vibracijskom brusilicom, strojnim blanjanjem i postrugom. Kemijska modifikacija provedena je sa 3M NaOH i 5M NaOH na strojno blanjanjem površinama. Modifikacija ozračivanjem izvršena je gama-zrakama u sobnoj atmosferi i na uzorcima zaštićenim polietilenskom folijom. U oba slučaja uzorci su obrađeni strojnim blanjanjem, a lijepljeni PVA-ljepilom na hladno, tlakom 0,3 MPa.

Za mjerenje energije površinskog sloja Andrija Bogner je primijenio svoju originalnu metodu u kojoj je "vaga" površinske energije bila napunjena vodom do saturacije vertikalno postvljene kapilara iz koje je drvo, u skladu sa svojim energijskim potencijalom, izvlačilo vodu i umanjivalo visinu stupca u kapilari.

Čvrstoća slijepljenog spoja mjerena je smicanjem tlakom, a hrapavost površine mjerena je kontaktnom metodom pomoću uređaja Talysurf 10, s radiusom igle 12,5 μm.

Rezultati istraživanja prikazani su odnosima:

- kuta vlaženja i površinske napetosti tekućine za sve vrste mehaničkih, kemijskih i radijacijskih modifikacija
- adhezijskog učinka i površinske napetosti tekućine za sve vrste mehaničkih, kemijskih i radijacijskih modi-

fikacija

- učinkom penetracije i površinske napetosti tekućine
- rezultatima razlijevanja i površinske napetosti tekućine
- čvrstoće na smicanje i svih vrsta mehaničkih, kemijskih i radijacijskih modifikacija
- čvrstoće na smicanje i hrapavosti izražene pomoću Ra
- kritične površinske energije i svih vrsta mehaničkih, kemijskih i radijacijskih modifikacija.

### Zaključak

- Površine bukovih sljubnica mogu se uspješno modificirati brušenjem i ionizirajućim zračenjem, pri čemu se postiže povećanje slobodne površinske energije i čvrstoće spoja.

- Pri modifikaciji gama-zrakama povećanjem doze zračenja u granicama pokusa povećava se čvrstoća spoja i slobodna površinska energija.

- Kemijskom modifikacijom postignuta je veća čvrstoća spoja iako ne i znatnije povećanje slobodne površinske energije.

- Energija površinskog sloja najveća je na površini obrađenoj brušenjem, a na blanjanju i postrugom obrađenoj površini je neznatna.

x x x

U disertaciji mr. Andrije Bognera, dipl. inž., istraživana je utjecaj modifikacije bukovih površina na poboljšanje lijepljenja. Budući da lijepljenje u svim

područjima prerade drva ima sve veće značenje, cjelokupni se postupak ubrzano razvija u području ljepljenja, opreme i postupaka, čiji je važan dio i priprema sljubnice. Bilo je zanimljivo istražiti mogućnost modifikacije površinskog sloja sljubnice radi osiguranja veće sklonosti lijepljenju i postizanja veće čvrstoće spoja u veznom sloju ljepljenja, sučelju ljepljenja - drvo i u potpovršinskom sloju drva, jer se tako može dobiti osnova za povećanje čvrstoće i trajnosti spoja, ali i za poboljšanje prikladnosti ljepljenja u određenim uvjetima. Novija istraživanja, noviji postupci i materijali govore u prilog zanimanju za takvim istraživanjima, posebno zato što nam u spoznajnom lancu nedostaju mnoge karike. Vrlo je zanimljiva i suvremena ideja istraživanja pojava u površinskom sloju drva, te modifikacija osobina tog sloja jer je upravo taj sloj važan nositelj tehničkih i estetskih osobina drva.

Istraživanja su provedena u laboratoriju Katedre za finalnu obradu drva Sumarskog fakulteta u Zagrebu i u Institutu "Ruđer Bošković" u Zagrebu.

Disertacija A. Bognera originalni je znanstveni doprinos sagledavanju pojava pri lijepljenju i, posebno, mogućnosti modifikacije sljubnice radi postizanja veće sklonosti lijepljenju i bolje čvrstoće slijepljenog spoja. Ovaj je rad znanstveni doprinos području drvne tehnologije i biotehničkoj oblasti. Na njega se mogu nadograđivati daljnja istraživanja provedena s drugim vrstama drva i ljepljenja, kao i ona u kojima će se detaljnije analizirati neka pitanja otvorena ovim radom.

Prof. dr. Boris Ljuljka

## NOVE KNJIGE

Figurić M.; Ettinger, Z.; Fučar, Z.; Grladinović, T.; Jelačić, D.; Koštal, V.; Segotić, K.

### PROIZVODNI SUSTAVI U DRVNOJ INDUSTRIJI III

Izdavač: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska c. 25

Glavni i odgovorni urednik: Prof. dr. Mladen Figurić

Format i opseg: 240 x 170 mm, knjiga obuhvaća ukupno 87 stranica teksta i tablica te 36 slika. Sadržaj je podijeljen u 7 poglavlja s predgovorom glavnog istraživača na projektu prof. dr. Mladena Figurića. pregled literature iznijet je iza svakog poglavlja.

Lektorica: Zlata Babić, prof.

Naklada: 200 primjeraka

Knjiga je odobrena od strane Komisije za izdavačku djelatnost Sumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu od 05. listopada 1993. godine.

Autori knjige suradnici su na istraživačkom projektu Istraživanje i razvoj novih proizvodnih sustava u drvnoj industriji kojeg financira Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike u Zagrebu, te su objavljeni radovi dijelom i rezultat njihova istraživanja na tom projektu.

Recenzenti knjige su redovni profesori Sumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, prof. dr. Vladimir Hitrec i prof. dr. Stjepan Tkalec.

Treći dio predstavljene knjige pokazuje uspješno nastojanje skupine autora da se planirani ciljevi u okviru projekta ostvaruju sadržajno i logično kao tekstovna cjelina. Obradene teme mogu svojim sadržajem zainteresirati i korisno poslužiti drugim istraživačima i stručnjacima i kao izdvojene izvan I. i II. dijela. Ipak međusobna povezanost tema sadržajnim povezivanjem obrađivane problematike čini posebnu vrijednost djela, što je urednik koji je ujedno i voditelj znanstvenog projekta spretno prilagodio zadacima autora i potrebama korisnika.

Knjiga je namijenjena svima koji se bave postavljanjem i razvojem proizvodnih sustava u drvnoj industriji. Također je namijenjena, kao dopunska literatura, studentima Drvnotehnoškog odjela Sumarskog fakulteta u Zagrebu.

Prva knjiga je obuhvatila autore iz tehnoloških disciplina, što je u drugoj knjizi izostalo, međutim to ne umanjuje vrijednost svakog rada kao zasebne sadržajne i logične cjeline.

Izdavanjem ove knjige upotpunjena je stručna literatura za drvnu struku, a ujedno je povećana bibliografija najpoznatijih radova iz pojedinih specijalističkih područja organizacije rada.

Sadržaj knjige podijeljen je u sedam poglavlja kako slijedi:

Prof. dr. Mladen Figurić  
**Primjena teorije identifikacije objekata i procesa u proizvodnim sustavima**

(str. 1 - 10, 3 naslova literature)

Ovaj rad predstavlja nastavak autorova istraživačkog rada koji su objavljeni u prvoj i drugoj knjizi, a odnosi se na sustavno iznošenje problematike identifikacije složenih proizvodnih sustava koja se odnosi na iskazivanje njezinih odredaba, te osvjetljavanje problema s različitim stajališta bitnih za teoriju i praksu upravljanja proizvodnim sustavima. Autorov doprinos se sastoji u razjašnjenju i boljom sagledavanju problema identifikacije proizvodnih sustava u drvnoj industriji.

Dr. Zvonimir Ettinger  
**Sustav upravljanja proizvodnim poslovanjem u nenormalnim prilikama**

(str. 11 - 16, 5 naslova literature)

Autor u ovom radu koristi svoja dugogodišnja iskustva u primjeni suvremenih organizacijskih metoda u svakodnevnu praksu. U ovom radu obrađuje problem prilagodbe suvremene marketinške strategije u viši oblik sustava upravljanja proizvodnjom u različitim trenutnim i očekivanim gospodarskim uvjetima. Predložene metode rada mogu poslužiti za lakše prevladavanje normalnog stanja u sustavu upravljanja.

Mr. Zdravko Fučkar  
**Optimizacija planiranja proizvodnje komponibilnoga pločastog furniranja namještaja**

(str. 17 - 27, 8 naslova literature)

U svom radu autor istražuje problem optimiziranja kapaciteta u proizvodnji komponibilnog namještaja, gdje se poslužio kompleksnim metodom linearnog programiranja. Rezultati su pokazali da se uz pretpostavljena ograničenja mogu primjenom ove metode postizati najpovoljnija iskorištenja kapaciteta radnih mjesta u pojedinim fazama proizvodnje, time je ujedno omogućena viša razina planiranja, pripreme i vođenja proizvodnog procesa.

Dr. Tomislav Grladinović  
**Računalska simulacija proizvodnog procesa primjenom sustavske dinamike**

(str. 29 - 40, 5 naslova literature)

Autor u svom istraživanju više činitelja proizvodnog procesa koristi se i metodama sustavske dinamike kao nove znanstvene discipline. Postavljenim simulacijskim modelom ispitana je njegova valjanost pomoću dvadesetak različitih poslovnih politika i potražnje proizvoda. Utvrđeno je da se primjenom

modeliranja i simulacijom na objektima istraživanja postiže povoljniji planiranje poslovanja i proizvodnje što direktno utječe na uspješno financijsko poslovanje.

Mr. Vladimir Koštal

**Utjecaj troškova na poslovno odlučivanje u proizvodnji namještaja**

(str. 41 - 57, 7 naslova literature)

Autor u svom radu obrađuje troškove i njihovu dinamiku koja je bitna za dinamičku analizu poslovanja i donošenje poslovnih odluka. Poznavanje dinamike troškova važno je za proučavanje poslovnih rezultata, posebno u sektoru proizvodnje, gdje promjene tehnologije imaju bitan utjecaj na promjene troškova, a njena optimizacija omogućuje minimalne troškove proizvodnje.

Mr. Denis Jelačić

**Određivanje skraćena proizvodnog ciklusa koeficijentom protoka metode**

(str. 59 - 73, 7 naslova literature)

Autor je obradio problematiku operativnog planiranja koja se odnosi na terminiranje rokova u proizvodnji industrijskih poduzeća. analizirano je osam metoda određivanja prioriteta lansiranja radnih naloga u cilju pronalaženja optimalnog redoslijeda koji rezultira najkraćem proizvodnom ciklusom. Najbolje rezultate u proizvodnji sa dvije faze obrade pokazala je SOT metoda, a za tri faze obrade LOT metoda. Prikazane metode mogu poslužiti kao podrška planiranja i terminiranju proizvodnje. U tome je i doprinos ovog istraživanja.

Mr. Ksenija Šegotić  
**Teorija repova i proizvodni sustavi**

(str. 75 - 87, 5 naslova literature)

Zastoji u proizvodnji uzrok su produženja ciklusa izrade, smanjenje koeficijenta obrtaja kapitala i drugih poremećaja u planiranju izrade. Cilj rada autorice odnosi se na proučavanje nastajanja repova, na mogućnost njihova smanjenja ili potpunog uklanjanja. Teorija repova proučavana je na pretpostavljenim modelima po jednostrukom i višestrukim sustavu. Iznijeti su konkretni primjeri s proračunima koji se javljaju u svakodnevnoj praksi bilo u strojnoj obradi ili na linijama završne montaže gotovih proizvoda.

Prva se knjiga može nabaviti u skriptarnici Sumarskog fakulteta po cijeni od 10 000 HRD, a druga i treća knjiga po 15 000 HRD (4 DEM) i to pouzecom od strane Katedre za organizaciju rada u drvnoj industriji Sumarskog fakulteta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25.

Prof. dr. Stjepan Tkalec

## UPUTE AUTORIMA

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

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

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

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

- Opseg teksta može biti najviše do 10 tipkanih stranica.

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

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

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

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

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

- Obvezna je primjena SI (Međunarodnih mjernih jedinica), kao i međunarodno preporučenih oznaka češće upotrebljavanih 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 radni broj slike (arapskim brojem). Slike trebaju biti veće nego što će biti na klišejima (najpogodniji je omjer 2:1).

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

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

Sažetak na stranom jeziku može imati najviše 1000 slovnih mjesta.

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

- Obvezno je navesti literaturu, koja treba biti selektivna, osim ako se radi o pregledu literature. Literatura 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 izlazenja (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. teh., itd.), osnovne elemente za bibliografsku karticu (ključne riječi iz rada, službenu adresu), broj žiro- računa autora s adresom i općinom stanovanja.

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

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

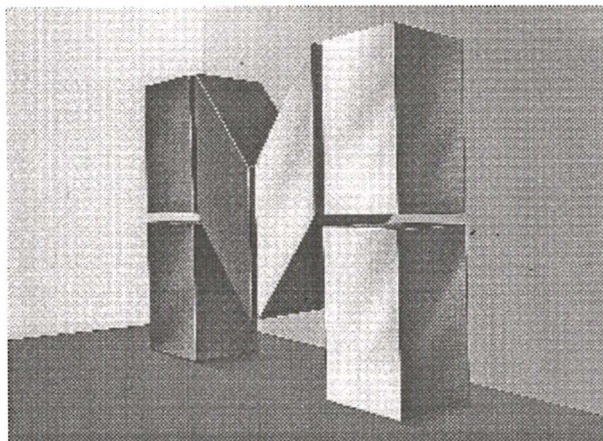
- Ako primljeni rad nije usklađen s ovim Uputama, svi troškovi usklađivanja ići će na trošak autora.

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

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

UREDNIŠTVO

## Köln – Br. 1 za svijet namještaja.



Na najznačajnijem svjetskom stručnom sajmu namještaja prikazat će se inovacije i bestselleri aktualne kulture stanovanja. Tamo se stvaraju novi kontakti i poslovi. Na Međunarodnom sajmu namještaja u Kölnu vidjet ćete ponudu iz cijelog svijeta, koja je predstavljena jedinstveno, dosljedno i logično, jer je ponuda svrstana po skupinama proizvoda.

Međunarodni sajam namještaja u Kölnu je br. 1 za **TRENDOVE, KONTAKTE i NARUDŽBE.**

Veselimo se Vašem posjetu. Za stručnjake su rezervirani dani od 18. do 22. siječnja, a nedjelja, 23. I. je „Svjetski dan stanovanja“ (dan za publiku).



## INTERNATIONALE MÖBELMESSE

Köln, 18. – 23. Siječanj 1994

INTERNATIONAL FURNITURE FAIR  
SALON INTERNATIONAL DU MEUBLE  
FERIA INTERNACIONAL DEL MUEBLE  
MEĐUNARODNI SAJAM NAMJEŠTAJA

### Informacije, ulaznice i katalozi:

Generalno predstavništvo KölnMesse za:  
Hrvatsku, Sloveniju, Bosnu i Hercegovinu  
i Makedoniju:

**BRANDT** d.o.o.  
MARKETING + USLUGE

Ulica Republike Austrije 36  
HR-41000 ZAGREB  
Telefon: 0 03 85/41/1 70-333  
Telefax: 0 03 85/41/5 77-652

 **KölnMesse**

Posjet sajmu IMM '94. organizira turistička agencija PENTA, d.o.o.  
Ulica Kralja Držislava 4, HR-41000 Zagreb. Tel/fax: 003 85/41/4 17-9 85,  
kao i druge turističke agencije u Hrvatskoj.

Sösungen  
r die

Sägewerk-  
Industrie

Bauelemente-  
Industrie

Möbel-  
Industrie

	Sägewerk- Industrie	Bauelemente- Industrie	Möbel- Industrie	
Information	X	X	X	Information
Beratung	X	X	X	Beratung
Planung	X	X	X	Planung
Entwicklung	X	X	X	Entwicklung
Angebotserstellung	X	X	X	Angebotserstellung
Referenzanlagen	X	X	X	Referenzanlagen
Lieferung	X	X	X	Lieferung
Dokumentation	X	X	X	Dokumentation
Montage	X	X	X	Montage
Schulung	X	X	X	Schulung
Organisation	X	X	X	Organisation
Ersatzteilservice	X	X	X	Ersatzteilservice
Finanzierung	X	X	X	Finanzierung

**LIGNACON**  
HOLZBEARBEITUNGS-, ANLAGEN- UND LACKTECHNIK GMBH



LIGNACON je Vaša mogućnost da efektivno i efikasno riješite sve svoje probleme vezane uz investicije, bilo da se radi o postrojenjima pilarske industrije, proizvodnje građevne stolarije i namještaja, ili pak postrojenja za površinsku obradu.

LIGNACON bi se htio ponuditi neovisno o investicijama postrojenja i kao partner za trgovinu primjerice polu- i gotovim proizvodima iz ranije navedenih industrijskih područja. No osim toga LIGNACON trguje investicionom robom, kemikalijama i konzumnim proizvodima svih vrsta za kupce i prodavače.

Bilo da se radi o pokrivanju financiranja ili o odvijanju Barter-poslova, LIGNACON traži svaki put da bi omogućio nemoguće. Jer naša je Zemlja okrugla, a naša moderna sredstva komunikacije daju nam mogućnost za prevladavanje granica i uspostavljanje kontakata.

LIGNACON i ovdje traži poticaj za nove razvojne putove

# EXPORTDRVO

ZAGREB

MARULIČEV TRG 18

## EXPORTDRVO ODLUKA DOSTOJNA VAS! Pridružite nam se.

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

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

#### VELIKA BRITANIJA

Representatives of  
Exportdrvo Zagreb

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

#### FRANCUSKA

Exportdrvo  
Bureau de representation

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

#### NORDIJSKE ZEMLJE

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

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

#### NIZOZEMSKA

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

#### SAD

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

#### NJEMAČKA

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

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

#### ITALIJA

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

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

#### RUSKA FEDERACIJA

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