

# BILTEN



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA  
2018.

S a d r ž a j

Strana

Slavko Govorčin, Stanislav Bađun i

Velimir Šćukanec

KVALITETA BUKOVIH ŽELJEZNIH PRAGOVA S RAZNIM  
STADIJIMA ZAGUŠENOSTI I POČETNE DEZINTEGRACIJE .... 1

Vladimir Bruči, Rudolf Kučera i

Drago Maras

TEHNOLOGIJA LJUŠTENJA FURNIRA UZ UPOTREBU  
PRITISNOG VALJKA ZA LJUŠTENJE FURNIRA DE-  
BLJINE PREKO 1,6 mm ..... 12

Stanislav Bađun i Vladimir Herak

BIBLIOGRAFIJA RADOVA 1981. GODINE. Program  
znanstvenoistraživačkog projekta 67. -

"Istraživanja i razvoj u drvnoj industriji"..... 31

Mladen Biffl

LIJEPLJENJE I TEORIJA ADHEZIJE ..... 57

R e d a k t o r i :

Prof. dr Stanislav Bađun

Dipl. ing. Vladimir Herak

Prof. dr mr Mladen Figurić

Prof. dr mr Boris Ljuljka

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

KVALITETA BUKOVIH ŽELJEZNIČKIH PRAGOVA S  
RAZNIM STADIJIMA ZAGUŠENOSTI I POČETNE  
DEZINTEGRACIJE

Slavko Govorčin, dipl.ing.

Prof.dr Stanislav Bađun

Mr Velimir Šćukanec

1.0 Uvod

Nenarušena prirodna integralnost drva, izrađenih željezničkih pragova, osnovni je uvjet za njihovu kvalitetnu impregnaciju i podobnost u eksploataciji. U cilju utvrđivanja kvalitete tesanih bukovich pragova, za koje je od momenta izrade do časa impregnacije proteklo vrijeme do 6 mjeseci (izrada, iznošenje, preuzimanje, transport, uskladištenje), izabrano je deset uzoraka (oznaka 1-10). Uzorci dužine 0,5 m, odrezani s krajeva pragova, činili su pokusni materijal za ispitivanje. Na tim je uzorcima s oba čela, dimenzija 16 x 26 cm, izvršena makroskopska snimka materijala. U tablici 1 prikazani su podaci o makroskopskim karakteristikama pokusnog materijala.

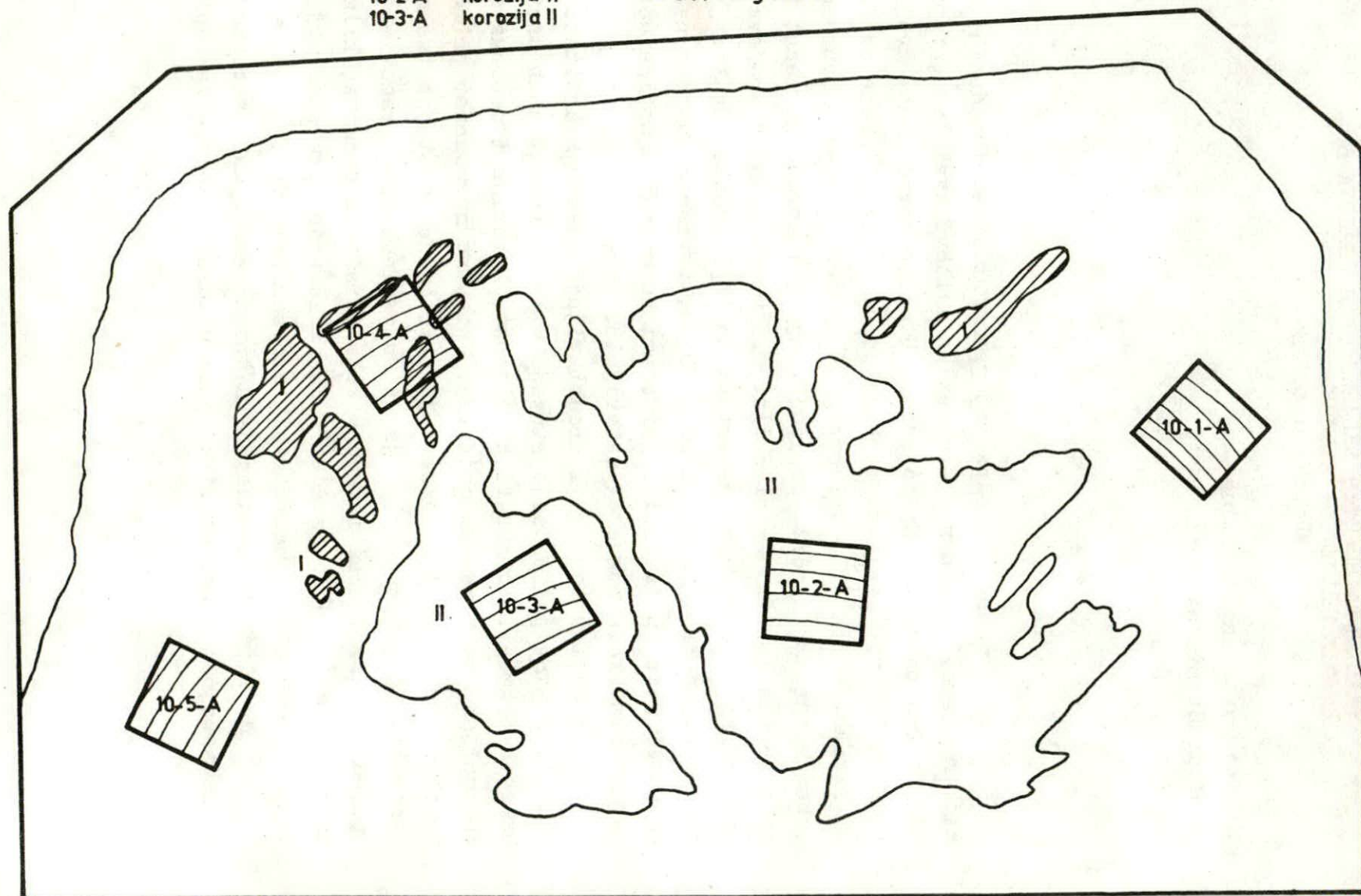
Podaci u tablici 1 predstavljaju ujedno kvantitativne i kvalitativne pokazatelje stupnja kakvoće razmatranih uzoraka bukovich pragova. Zdravost, zagušenost, korozija i nepravna srž, zastupljeni su u raznim omjerima. Prisutnu narušenost prirodne integralnosti, zbog nepoznavanja etiologije, dosta je teško analizirati. Za pretpostaviti je da su manipulacija pragovima, raspored vlažnosti, zaštićivanje čela izrađenih pragova, klimatski faktori i vrijeme od izrade do uskladištenja, presudno utjecali na postojeće stanje razmatranih uzoraka pragova.

Na slici 1 prikazan je način snimanja makroskopskog izgleda pokusnih uzoraka, te način uzimanja uzoraka za ispitivanje.

UZORAK br.10

LEGENDA:

proba	stupanj kakvoće ;	proba	stupanj kakvoće
10-1-A	zagušeno	10-4-A	krozija I
10-2-A	korozija II	10-5-A	zagušeno
10-3-A	korozija II		



Slika 1.-Snimak makroskopskog izgleda poprečnog presjeka

Tablica 1.- MAKROSKOPSKA SNIMKA POKUSNIH UZORAKA BUKOVIH PRAGOVA

UZORAK	IZGLED POPREČNOG PRESJEKA						
	UKUPNA POVRŠINA DRVA cm <sup>2</sup>	UDJEL ZDRAVOG DRVA %	UDJEL ZAGUŠENOG DRVA %	UDJEL KORODIRANOG DRVA %		UDJEL NEPRAVE DRŽI %	UDJEL OSTALIH GREŠAKA %
				I <sup>1)</sup>	II <sup>2)</sup>		
1 - A <sup>3)</sup>	410	15,7	71,0	-	3,1	10,2	-
1 - B <sup>4)</sup>	424	63,8	-	23,5	-	12,7	-
2 - A	433	37,6	-	36,0	-	26,4	-
2 - B	429	2,5	26,6	39,9	4,0	23,5	3,5
3 - A	408	24,0	49,2	13,1	0,6	13,1	-
3 - B	410	25,6	62,2	-	-	12,2	-
4 - A	384,5	29,6	66,3	-	-	4,1	-
5 - A	410	38	51,5	2,3	1,9	6,3	-
5 - B	410	91,3	-	1,6	-	7,1	-
6 - A	393	29,0	70,0	-	-	1,0	-
6 - B	380	95,5	-	4,5	-	-	-
7 - A	437	17,3	78,2	3,5	1,0	-	-
7 - B	436	20,6	78,9	-	-	0,5	-
8 - A	411	38,1	(naglo zagus. 60,1 <sup>1,2)</sup>	-	-	0,6	-
8 - B	416	49,3	47,0	-	-	3,7	-
9 - A	432	37,0	50,5	12,0	-	0,5	-
9 - B	446	46,0	54,0	-	-	-	-
10 - A	465	12,4	65,1	2,5	20,0	-	-

- 1) POČETAK PROMJENE BOJE SVJETLO ŽUTO
- 2) DIJELOVI U STADIJU DEZINTEGRACIJE
- 3) POPREČNI PRESJEK ČELA PRAGA
- 4) POPREČNI PRESJEK PRAGA 50 cm UDALJENOG OD ČELA

## 2.0 Razmatrane i ispitane karakteristike pokusnih uzoraka

Radi utvrđivanja stupnja valjanosti kakvoće pokusnih uzoraka bukovih pragova, razmatrane su i ispitane slijedeće karakteristike:

- 2.1 - volumna masa kod 0% vlažnosti,
- 2.2 - volumna masa u času ispitivanja,
- 2.3 - čvrstoća na tlak,
- 2.4 - čvrstoća na savijanje,
- 2.5 - dinamičkaradnja loma kod savijanja (čvrstoća na udarac).

Nakon ispitivanja fizičkih i mehaničkih svojstava izvršena su istraživanja:

- 2.6 - anatomske građe,
- 2.7 - mikološka analiza izabranih pokusnih uzoraka.

Navedene karakteristike istražene su i na komparativnom zdravom pokusnom materijalu, izrezanog iz bukovog praga iste provenijencije (oznaka 11-15). Na osnovi dobivenih podataka, i podataka za bukovinu s drugih staništa, izvršena je ocjena kvalitete.

## 3.0 Rezultati istraživanja

### 3.1 Fizička svojstva

U tablici 2 prikazani su rezultati ispitivanja volumne mase za bukovinu pragovanarušene prirodne integralnosti (NPI, oznaka 1-10), bukovine iz zdravih bukovih pragova (ZBP, oznaka 11-15) i zdrave bukovine sa staništa iz Papuka, Petrove Gore i Majdanpeka.

Iz tablice 2. se vidi, da je bukovina pragova narušene prirodne integralnosti manje volumne mase za 14% kod 0% vlažnosti i 12,6% kod 16,9% vlažnosti, u odnosu na bukovinu iz zdravih pragova. Eliminiranjem faktora širine goda, izvršena je ocjena statističke opravdanosti ovih razlika, radi analize drugih faktora koji su na to mogli utjecati.

Tablica 2. - Volumna masa

O z n a k a	broj proba	granice		m	$f_m$		$f_s$
		od	do		kg/m <sup>3</sup>		
kod 0% vlažnosti							
NPI, 1-10	40	527	743	633	7,5	47,8	5,3
ZBP, 11-15	2	734	738	736	1,4	2,0	1,0
Papuk	224	611	833	702	3,0	37,0	2,0
Petrova Gora	169	600	809	703	3,0	42,0	2,3
Majdanpek	40	-	-	700	-	-	-
Svedeno na vlažnost u času ispitivanja NPI (16,9%)							
NPI, 1-10	40	571	802	681	8,4	53,3	5,9
ZBP, 11-15	2	777	781	779	1,6	2,3	1,1
Papuk	224	657	871	746	2,9	43,0	2,0
Petrova Gora	169	646	848	747	3,7	48,8	2,6
Majdanpek	40	-	-	744	-	-	-

m - aritmetička sredina;  $f_m$  - greška srednje vrijednosti

s - srednja kvadratna greška;  $f_s$  - greška standardne devijacije

Statistička opravdanost razlika	volumna masa kod	
	0%	16,9%
NPI - ZBP	13,5	11,5
NPI - Papuk	8,5	7,3
NPI - Petrova Gora	8,7	7,2
NPI - Majdanpek	-	-

Primjenjeni test utvrđivanja statističke opravdanosti diferencije volumne mase pokazuje da su te razlike opravdane, jer je pokazatelj statističke opravdanosti veći od 3.

## 3.2 Mehanička svojstva

U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja čvrstoće na tlak, čvrstoće na savijanje i čvrstoće na udarac bukovine pokusnog materijala, te komparativni podaci za bukovinu s drugih staništa.

Tablica 3. - Mehanička svojstva kod 16,9% vlažnosti

O z n a k a	broj proba	granice		m	$f_m$	s	$f_s$
		od	do		$m_m$		
		čvrstoća na tlak, daN/cm <sup>2</sup>					
NPI 1-10	40	310	515	422	4,5	28,6	3,2
ZBP 11-15	5	415	499	458	9,0	20,1	6,4
Papuk	225	407	603	506	2,3	34,6	1,6
Petrova Gora	111	380	517	430	3,9	38,6	2,6
Majdanpek	40	-	-	461	-	-	-
		čvrstoća na savijanje, daN/cm <sup>2</sup>					
NPI 1-10	20	569	1143	805	34,9	156,2	24,7
ZBP 11-15	7	975	1364	1151	41,5	109,8	29,3
Papuk	115	861	1512	1226	12,8	137,2	9,1
Petrova Gora	82	764	1388	1135	10,3	113,5	8,8
Majdanpek	40	-	-	1005	-	-	-
		čvrstoća na udarac, J/mm <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>					
NPI 1-10	20	0,08	4,95	2,00	0,41	1,82	0,29
ZBP 11-15	10	1,66	8,22	5,63	0,70	2,23	0,50
Papuk	109	5,38	23,88	15,03	0,31	3,24	0,021
Petrova Gora	121	3,82	15,78	9,34	0,23	0,53	0,015
Majdanpek	-	-	-	-	-	-	-

m - aritmetička sredina;  $f_m$  - greška srednje vrijednosti  
s - srednja kvadratna greška;  $f_s$  - greška standardne devijacije



Iz tablice 3 se vidi, da čvrstoća bukovih pragova narušene prirodne integralnosti, u odnosu na iste čvrstoće zdravih bukovih pragova i bukovine s drugih staništa, relativno iznosi:

Svojstvo	ZBP %	Papuk %	Petrova Gora %	Majdanpek %
Čvrstoća na tlak	92,1	83,4	98,1	91,5
Čvrstoća na savijanje	69,9	65,7	70,9	80,1
Čvrstoća na udarac	35,5	13,3	21,4	-

Prema podacima u tablici 1 i shemi uzimanja proba na slici 1, rezultati ispitivanja su razvrstani po stupnju kakvoće drva prema makroskopskom izgledu. Ovi su podaci prikazani u tablici 4.

Tablica 4. - Svojstva drva bukovih pragova prema stupnju kakvoće makroskopskog izgleda

Stupanj kakvoće	broj proba	granice		m	$f_m$	s	$f_s$
		od	do				
Volumna masa kod 0% vlažnosti, $\text{kg/m}^3$							
Zdravo	2	734	738	736	1,4	2,0	1,0
zagušeno	21	574	743	648	10,0	45,8	7,1
korozija I	11	541	699	612	12,6	41,8	8,9
korozija II	7	527	668	613	16,2	42,9	11,5
Čvrstoća na tlak $\text{daN/cm}^2$							
zdravo	5	415	499	458	9,0	20,1	6,4
zagušeno	21	363	515	433	9,5	43,9	6,8
korozija I	12	339	482	411	12,4	43,0	8,8
korozija II	6	310	429	389	15,4	37,8	10,9
Čvrstoća na savijanje, $\text{daN/cm}^2$							
zdravo	7	975	1364	1151	41,5	109,8	29,3
zagušeno	11	569	1143	862	45,2	149,8	31,9
korozija I	8	570	1026	751	46,5	131,5	32,9
korozija II	-	-	-	-	-	-	-

		čvrstoća na udarac, $J/mm^2 \cdot 10^{-2}$					
zdravo	10	1,7	8,8	5,63	0,7	2,2	0,5
zagušeno	9	1,7	4,9	3,50	0,4	1,2	0,3
korozija I	5	0,1	4,4	1,14	0,7	1,6	0,5
korozija II	5	0,4	0,9	0,51	0,1	0,2	0,07

m - aritmetička sredina;  $f_m$  - greška srednje vrijednosti  
s - srednja kvadratna greška;  $f_s$  - greška standardne devijacije

Kao što se vidi u tablici 4, svojstva bukovih pragova namršene prirodne integralnosti, razlikuju se znatno između stupnjeva kakvoće drva prema makroskopskom izgledu. Relativno, u odnosu na drvo zdravih bukovih pragova, razmatrana svojstva iznose:

S v o j s t v o	S t u p a n j k a k v o ć e			
	zdravo %	zagušeno %	korozija I %	korozija II %
volumna masa	100	88,0	83,1	83,3
čvrstoća na tlak	100	94,5	89,7	84,9
čvrstoća na savijanje	100	74,9	65,2	-
čvrstoća na udarac	100	62,2	20,2	9,1

Iz pregleda je vidljivo da se sve stupnjeve kakvoće i kod svih čvrstoća pojavljuje smanjenje i da je faktor destruiranja drva imao najveći utjecaj kod čvrstoće na udarac.

#### 4.0 Komparacija relevantnih podataka

Radi cjelovitosti ove analize, komparirat će se rezultati ovih ispitivanja s podacima istraživanja drugih autora (3, 7, 8). Svi su podaci izraženi odnosom vrijednosti svojstava bukovine narušene prirodne integralnosti prema istim svojstvima zdrave bukovine. Komparacija je prikazana u tablici 5.

Tablica 5. - Komparacija rezultata istraživanja

Autor	volum. masa	č v r s t o ć a		n a udarac
		tlak	savijanje	
smanjenje svojstava u %				
Štajduhar, F.	2 - 10	3 - 11	7 - 24	20 - 55
Bađun, S.i dr.	6 - 8	8 - 22	2 - 7	70 - 83
NPI, I - 10	12 - 17	6 - 15	25 - 35	38 - 91

Kao što se vidi iz tablice 5, komparirani podaci pokazuju gotovo istovjetan trend, što upućuje na zaključak vjerodostojnosti dobivenih rezultata u ovim istraživanjima. Poznato je da se smanjenje čvrstoće bukovine uslijed narušavanja prirodne integralnosti (zagušenost, trulež korozije), naročito ispoljava kod čvrstoće na udarac.

### 5.0 Mikroskopska i mikološka analiza

Na uzorcima izrađenih bukovih pragova izvršena je makroskopska, mikroskopska i mikološka analiza. Ove su analize učinjene radi ocjene kvalitete i utvrđivanja faktora koji su mogli imati utjecaja na ispitana svojstva. Opservacija makroskopske analize dane su u tablici 1.

Usporedna mikroskopska analiza strukture zdrave bukovine (6) i strukture ispitane bukovine narušene prirodne trajnosti, pokazala je evidentne promjene u strukturi ove posljednje (tile, membrane). Mikološkom analizom, primjenom standardnih laboratorijskih metoda, utvrđeno je prisustvo hifa gljiva i stupanj destrukcije membrana. U tablici 6 prikazani su rezultati ovih opservacija:

Tablica 6. - Podaci mikroskopske i mikološke analize

Kakvoća drva	Broj proba	s t r u k t u r a			volum. masa kg/m <sup>3</sup>	č v r s t o ć a n a	
		tile stupanj <sup>*</sup>	hife	destrukcija membrane		tlak <sup>2</sup> daN/cm <sup>2</sup>	udarac J/mm <sup>2</sup>
ZDRAVO	10	1,0	-	-	779	458	0,0563
ZAGUŠENO	5	1,4	0,8	0,4	666	404	0,0362
KOROZIJA I	5	1,4	2,2	2,0	619	429	0,0114
KOROZIJA II	4	2,2	3,0	3,5	604	400	0,0040

\* relativno prema zdravom drvu

Radi usporednih razmatranja i ocjene kvalitete ispitane NPI bukovine, u tablici 6 prikazani su i podaci odgovarajućih fizičkih i mehaničkih svojstava. Iz tablice se vidi, da su mikroskopska i mikološka analiza, potvrdile podatke kvalitativne ocjene makroskopskog izgleda, a time i strukturu razvrstavanja uzoraka za ispitivanje fizičkih i mehaničkih svojstava. Podaci mikroskopske i mikološke analize stupnjevani su međusobno relativnim brojčanim pokazateljima.

Ako se usporede podaci fizičkih i mehaničkih svojstava u tablici 4 i tablici 6, s podacima o promjenama anatomske građe NPI i zdrave bukovine, uzorci smanjenja fizičkih i mehaničkih svojstava bukovine narušene prirodne integralnosti, sasvim su jasni. To je zagušenost, te razni stadiji dezintegracije kao posljedica korozije djelovanjem hifa gljiva.

## 6.0 Zaključak

Sa ciljem ocjene kvaliteta tesanih bukovih pragova izvršena je makroskopska, mikroskopska i mikološka analiza uzoraka drva narušenog i nenarušenog (zdravog) prirodnog stanja. Kvalitativni i kvantitativni pokazatelji ovih analiza, te rezultati ispitanih fizičkih i mehaničkih svojstava istih uzoraka, pokazuju da su uzorci drva narušenog prirodnog stanja smanjene kvalitete i smanjenog stupnja upotrebljivosti. Zone drva u stanju značajnih destrukcija (korozija II) neupotrebljive su za bilo koju vrstu proizvoda.

Amelioracija drva bukovih pragova, stanja ispitanih uzoraka, današnjim znanjima nije moguća. Integralno stanje ispitanog drva bukovih željezničkih pragova, s parcijalnom dezintegracijom i dijelovima zdravog drva, ne osigurava uspješnost dugotrajnije upotrebe ni za olakšane uvjete utilizacije. I nakon impregnacije, a u uvjetima upotrebe željezničkih pragova, započeti proces dezintegracije će se vjerojatno nastaviti i smanjivati čvrstoću, što će imati odgovarajući refleks bez obzira na učestalost korišćenja i vrstu prometala.

## 7.0 Literatura

1. ~~XXXX~~ : (1957). Buk ako priemyselna surovina. Zbornik referata. Bratislava.
2. Bađun, S., Petrić, B. i Šćukanec, V.: (1977). Karakteristike i mogućnosti korišćenja bukovine s mozaičnom srži u preradi drva. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 5:1-2, str. 33-40.
3. Bađun, S., Petrić, B., Šćukanec, V. i Govorčin, S.: (1980). Karakteristike bukovine iz trupaca duže vrijeme ostavljenih u šumi. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 8:2, str. 46-59.

4. Horvat, I.: (1969). Osnovne fizičke i mehaničke karakteristike bukovine. Drvna industrija, 20:11-12, str. 183-184.
5. Lukić, N.: (1953). O nekim svojstvima parene i neparene bukovine Majdanpeške domene. Glasnik šumarskog fakulteta Beograd, 6, str. 51-66.
6. Petrić, B. i Šćukanec, V.: (1980). Neke strukturne karakteristike domaće bukovine (*Fagus sylvatica*, L.). Drvna industrija 31:9-10, str. 245-246.
7. Štajduhar, F.: (1969). Slabljenje bukovine početnom dezintegracijom. Drvna industrija, 20-11-12, str. 195-198.
8. Štajduhar, F.: (1971). Bukova građa iz zagušenih trupaca. Drvna industrijs, 22:1-2, str. 17-25.
9. Štajduhar, F.: (1972). Prilog istraživanju fizičko-mehaničkih svojstava bukovine u Hrvatskoj. Drvna industrija, 24:3-4, str. 43-59.

TEHNOLOGIJA LJUŠTENJA FURNIRA UZ UPOTREBU  
PRITISNOG VALJKA ZA LJUŠTENJE FURNIRA DE-  
BLJINE PREKO 1,6 mm

Prof. dr mr Vladimir Bruči,  
Šumarski fakultet Zagreb

Rudolf Kučera, dipl. ing.,  
DI "Slavonija"

Mr Drago Maras, DI "Slavonija"

UDK 634.0.832.2

Pregledni rad

## 1.0 UVOD

Ljuštilice opremljene pritiskim valjkom upotrebljavaju se sve više u Sjevernoj Americi. Od 1925. godine, kada su se prvi put pojavile, do 1964. godine one su upotrebljavane samo u industriji furnirskih ploča od mekog drva, i to na pacifičkoj obali. Od 1964. godine upotrebljavaju se u više od polovine ljuštilica za preradu borovine u južnom dijelu SAD. Također se počinju koristiti za ljuštenje topole u centralnoj i istočnoj Kanadi.

Zbog njene prikladnosti osjeća se porast interesa za pritisne valjke u industriji furnirskih ploča ne samo u Sjevernoj Americi, nego također i na drugim kontinentima. Najveći dio informacija o upotrebi valjčastih pritiskih letava dolazi iz radova instituta "Forest Products Laboratory", Ottawa.

## 2.0 POVIJEST

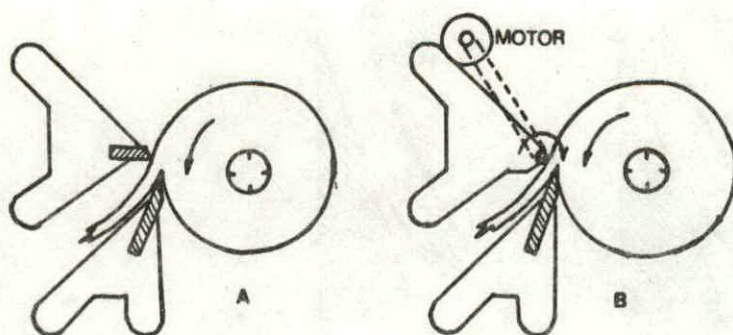
U prvim danima industrije furnirskih ploča od mekog drva na zapadnom dijelu SAD i Kanade, tehnologija izrade furnira slijedila je staru tehnologiju izrade furnira iz tvrdog drva.

---

\*\*\*

Rad je izrađen u okviru znanstveno-istraživačkog potprojekta 6.6.3.3 "Istraživanja optimalnih temperatura i potrebnog vremena zagrijavanja furnirskih trupaca raznih domaćih vrsta drva", a financira ga SIZ-IV za znanstveni rad i Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb.

To znači, iza zagrijavanja trupaca duglazije (*Pseudotsuga menziesii*, Franco) parenjem ili kuhanjem u vodi, slijedilo je rezanje na ljuštilicama koje su imale fiksnu pritisnu letvu (sl. 1A<sup>\*\*</sup>). Taj je način zahtijevao dugo vrijeme zagrijavanja trupaca koji su imali promjer preko 1,22 m.



Sl. 1 A - Ljuštilica s fiksnom potisnom letvom;  
B - Ljuštilica s pritiskim valjkom.

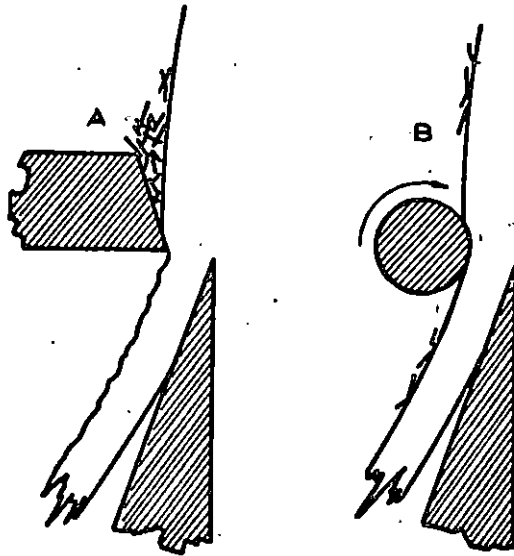
Kod pokušaja da se ti trupci režu bez prethodnog zagrijavanja, uz primjenu fiksne pritisne letve, nastajali su problemi zbog lučenja smole i iverja koje se nakupljalo između fiksne pritisne letve i površine trupca (sl. 2A). Fiksna pritisna letva dovodi do kidanja velikih komada drva kod trupaca koji imaju okružljivost.

Sredinom 1920. godine *George H. Osgood* i *Adolph Gaines* patentirali su valjčastu pritisnu letvu kao pokušaj za rješenje ovih problema kod ljuštenja nezagrijanih trupaca duglazije.

Pritisni se valjak okreće obodnom brzinom trupca i tako potiskuje iverje i smolu, smanjujući oštećenje furnira (sl. 1B i 2B). Pogonjeni pritisni valjak vrši manji pritisak na trupac nego fiksna letva. To također dozvoljava ljuštenje trupaca dužine 2,44 m do promjera središnjeg valjka 10,2 cm.

\*\*

Slike izradio Mladen Barberić, dipl. ing., stručni suradnik u Zavodu za istraživanja u drvnoj industriji.



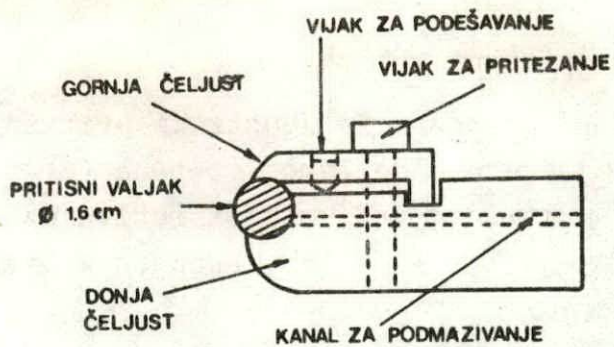
Sl. 2 A - iverje se nakuplja između fiksne potisne letve i trupca; B - iverje prolazi između pritisknog valjka i trupca.

### 3.0 IZVEDBA PRITISNIH VALJAKA

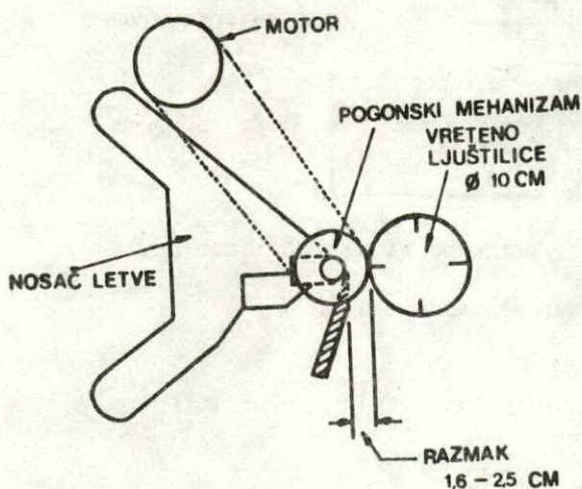
#### 3.1 Jednostruki pritiski valjak

Postoje dva tipa pritisknih valjaka. Slike 3, 4 i 5 prikazuju detalje konstrukcije pritisknog valjka i način na koji je montiran na ljuštilicu. Valjak, uglavnom sa 16 mm promjera, drže dvije "čeljusti" (sl. 3). Podmazivanje se vrši uljem, vodom ili zrakom sa zadnje strane valjka. Slika 4 pokazuje položaj valjka u nosaču valjka, pogonski mehanizam i minimalnu udaljenost između noža i vretena ljuštilice. Isti je mehanizam vidljiv odozgo na slici 5, koja ujedno pokazuje da je minimalni promjer središnjeg valjka 1,6 - 2,5 cm veći od promjera vretena. Kad se ljušte trupci malog promjera (30 cm ili manji) ovo predstavlja znatno smanjenje iskorišćenja furnira u odnosu na iskorišćenje koje se dobije s fiksnom pritisknom letvom.

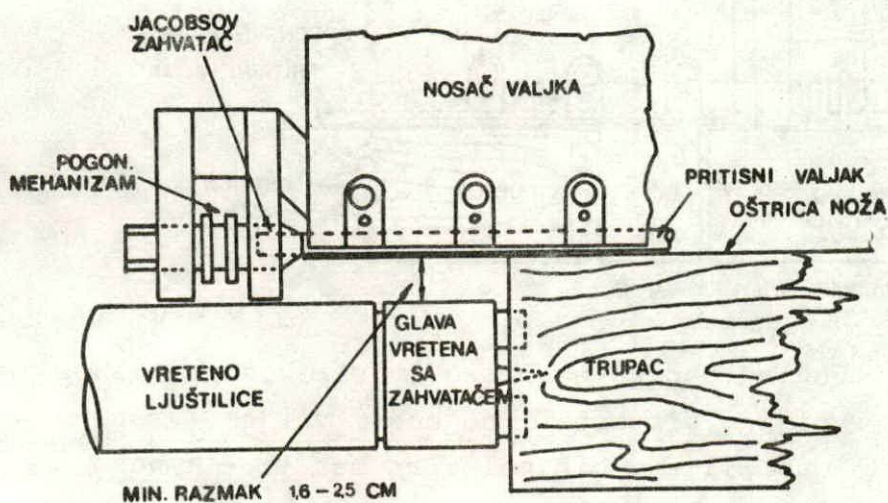




Sl. 3 Skica pritisknog valjka s kućištem.



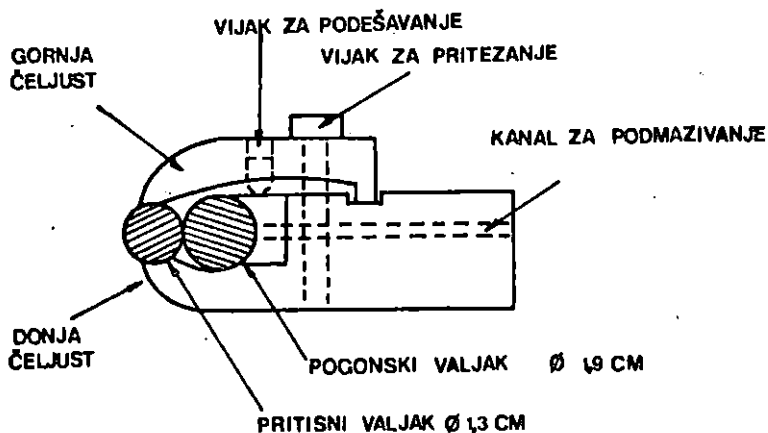
Sl. 4 Položaj pritisknog valjka na nosaču.



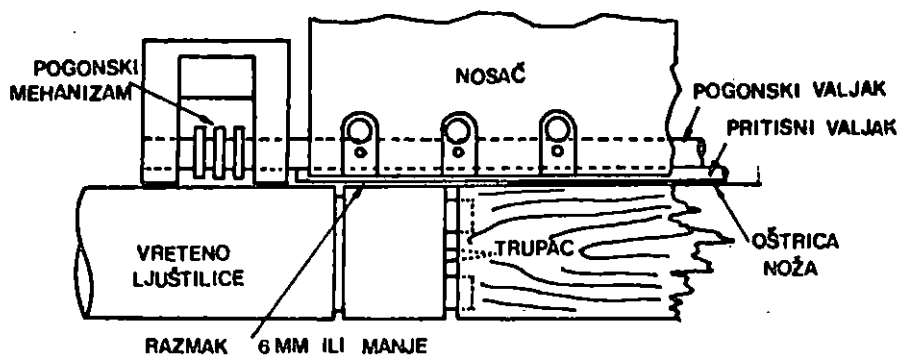
Sl. 5 Pogled odozgo na nosač pritisknog valjka, pritiski valjak, vreteno ljuštalice i minimalni razmak.

### 3.2 Dvostruki pritisni valjak

Na slikama 6 i 7 prikazan je dvostruki pritisni valjak koji omogućuje ljuštenje gotovo do samog vretena (6 mm ili manje), a sastoji se od pritisnog valjka koji rotira uz pogonski valjak. Pritisni valjak je 1,3 - 1,6 cm, a pogonski valjak 1,9 cm promjera.



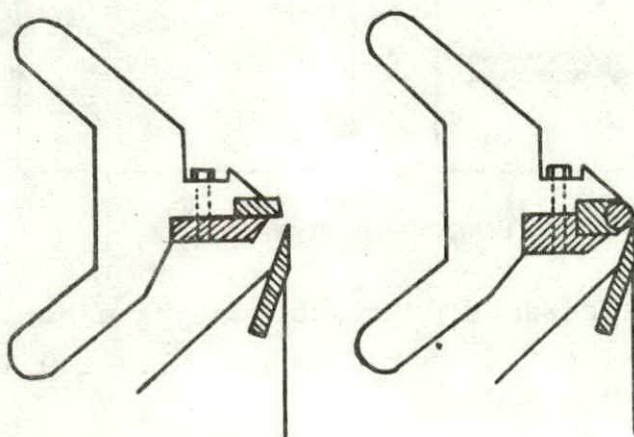
Sl. 6 Skica dvostrukog pritisnog valjka.



Sl. 7 Pogled odozgo na nosač dvostrukog pritisnog valjka, pritisni i pogonski valjak, vreteno ljuštilice i minimalni razmak između noža i vretena ljuštilice.

### 3.3 Ljuštilice s fiksnom pritiskom letvom i pritiskim valjkom

Kod nekih izvedbi nosač pritiskne letve može služiti za postavljanje bilo fiksne pritiskne letve bilo pritisknog valjka (sl. 8). U tom slučaju nož mora biti skraćen za oko 5 cm, kako bi se napravio prostor za pogonski zupčanik pritisknog valjka (sl. 5). Vrijeme potrebno da se fiksna pritiska letva zamijeni pritiskim valjkom iznosi oko jedan i pol sat.



Sl. 8 Detalj nosača koji može biti alternativno opremljen s fiksnom pritiskom letvom ili s pritiskim valjkom.

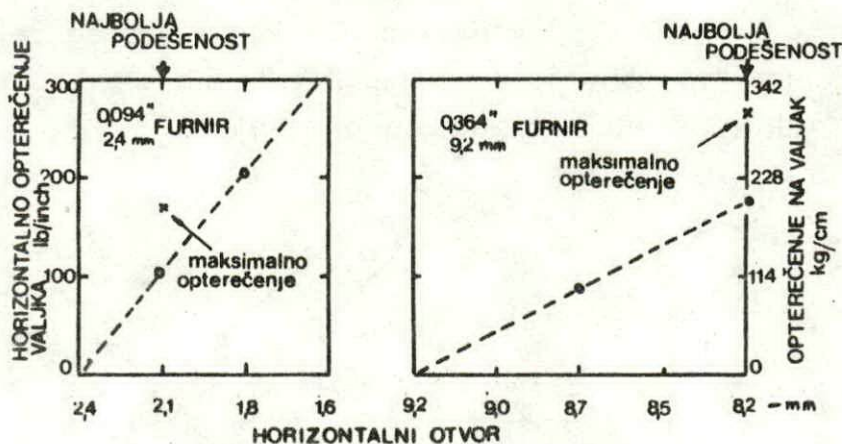
### 3.4 Pogon

Pritisni valjak može biti pogonjen električnim ili hidrauličnim motorom. Prednost hidrauličnog motora je u tome što on zauzima mnogo manje mjesta na ljuštilici. Oba motora podešavaju obodnu brzinu pritisknog valjka brzini rezanja furnira.

### 3.5 Naprezanje pritisknog valjka

Naprezanje pritisknog valjka proučavali su Lutz, J. F. i njegovi suradnici (Lutz, Duncan i Scheffer 1966; Lutz i Patzer 1966.) u Forest Products Laboratory, SAD. Ljuštilica je

imala nož kojemu je kut  $\beta$  iznosio  $20^\circ$  i pritisni valjak koji nije bio pogonjen motorom. Bile su ljuštene dvije debljine furnira: 2,4 i 9,2 mm. Naprezanje po jedinici dužine pritisnog valjka prikazano je grafički na slici 9.



Sl. 9 Naprezanje pritisnog valjka u horizontalnom smjeru (debljine furnira 2,4 i 9,2 mm).

#### 4.0 ODRŽAVANJE PRITISNIH VALJAKA

##### 4.1 Podmazivanje

U diskusiji sa stručnjacima u industriji stiče se dojam da skoro svaki pogon ima svoj vlastiti recept. Općenito se za podmazivanje valjaka koristi: - mješavina ulja ili mješavina ulja i vode, - sama voda, - zrak.

Ova se maziva provode kroz otvore na stražnjoj strani kućišta valjka (sl. 3 i 6). Tekuća se maziva koriste pod tlakom koji varira od 2 at (30 psi) kod starijih ljuštilica, do 35 at (500 psi) kod novijih ljuštilica. Često se dodaje 20% mineralnih alkohola radi smanjenja hvatanja smole na valjak.

U industriji furnirskih ploča od topole, gdje furnir ne sadrži smolu koja se skuplja na valjku, može se upotrijebiti komprimirani zrak kao mazivo. Voda koja je istisnuta iz furnira pri ljuštenju također djeluje kao mazivo.

## 4.2 Čišćenje

Na pritiskim valjcima, kada se ljušte četinjače, polako se nakuplja smola koja se mora očistiti. To se čini približno svaka dva sata vrućom parom, a temeljitije s otopinom npr. keruzinskog ulja kod izmjene noža ili pritiskog valjka.

## 4.3 Habanje, oštećenje i radni vijek

S obzirom na habanje radni vijek pritiskog valjka iz bronce iznosi 2 do 6 tjedana, a 4 do 10 tjedana pogonskog valjka koji je izrađen iz čelika.

Neoštećeni se valjak zamjenjuje kad se njegov promjer smanji za 0,12 mm. U tom slučaju drvena vlakanca počinju ispunjavati prostor iza valjka. Oštećenja valjka se pojavljuju kao:

- promjena boje (tamnjenje) na dijelovima gdje se vrši pregrijavanje. Ovo pregrijavanje nastaje zbog prejakog pritiska trupca što smanjuje podmazivanje;

- prstenasto oblikovani žlijebovi (brazde) uzrokovani tvrdim materijalima koji dopijaju između trupca i pritiskog valjka;

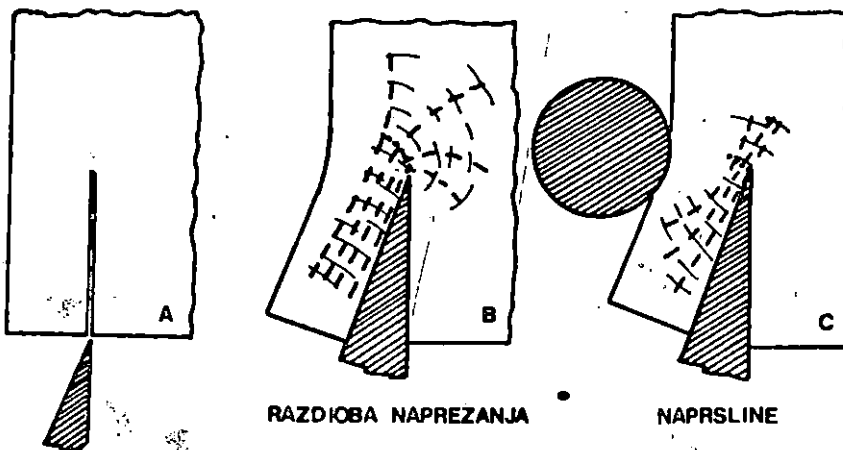
- izhabanost ruba pritiskog valjka koji se taje uz čeljusti.

Tendencija klizanja prema jednom kraju javlja se zbog koničnog habanja pritiskog valjka. Ovo je rezultat bržeg habanja pritiskog valjka na strani na kojoj se obično ljušti deblji kraj trupca. Oštećeni valjak se obično ne popravljiva. On se može, doduše, obraditi na specijalnoj brusilici. U tom slučaju kućište valjka se mora prilagoditi novom promjeru pritiskog valjka. Vrijeme potrebno za zamjenu istrošenog ili oštećenog pritiskog valjka iznosi oko 10 minuta, a 20 minuta za pogonski valjak. Izmjena cijelog sklopa (valjka i kućišta) zahtijeva oko jedan sat.

## 5.0 NAMJEŠTANJE PRITISNOG VALJKA

### 5.1 Teorija i praksa

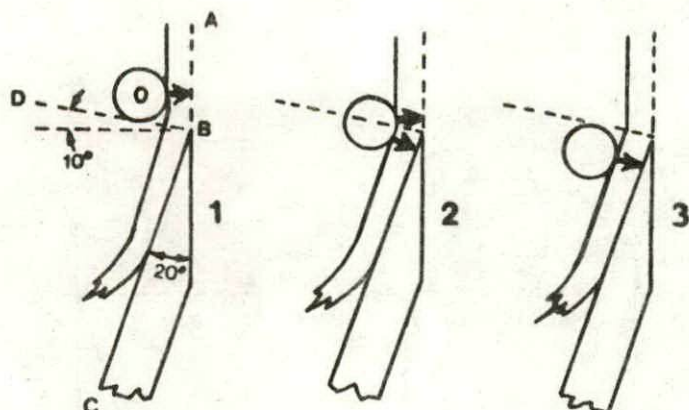
Uloga fiksne pritisne letve odnosno pritisnog valjka je kontroliranje naprezanja, koja se razvijaju u blizini oštrice noža, radi stvaranja povoljnih uvjeta rezanja i proizvodnje glatkih furnira. Približni položaj trajektorije naprezanja (Sl. 10) pokazuje da se velika vlačna naprezanja, koja postoje u materijalu u blizini oštrice noža, znatno smanjuju upotrebom pritisnog valjka. Međutim, ako se promatra utjecaj faktora kao što su godovi, trenje, vertikalni pritisak uzrokovan oštricom noža i raspored naprezanja uzrokovan stvaranjem vertikalnih pukotina, slika postaje suviše kompleksna da bi omogućila postavljanje pritisnog valjka u optimalni položaj na osnovi ovog jednostavnog modela. Najbolji položaj letve se zato određuje empirijski.



Sl. 10 Trajektorije vlačnih naprezanja u furniru ljuštenom s i bez pritisnog valjka.

Analitički pristup prikazan je modelom na slici 11. Model je jako pojednostavljen. Međutim, on služi kao koristan vodič kod postavljanja pritisnog valjka. Smatra se da je najbolji onaj položaj valjka u kojem on stvara maksimalni pritisak u blizini vrha noža (oštrice). To je položaj 2 na slici 11 u kojem je os valjka na simetrali kuta ABC. Gornje rezoniranje, naravno,

pretpostavlja pravilno brušen nož, da su leđa noža ravna i da nosači pritisknog valjka i noža nisu deformirani uslijed zagrijavanja.



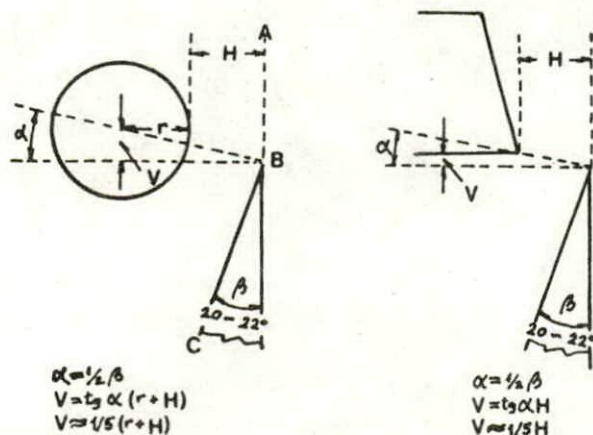
Sl. 11 Položaj pritisknog valjka u odnosu na oštricu noža. AB - vertikala iznad oštrice noža, BC - leđa noža, BD - simetrala kuta ABC, O - centar valjka. Strelica pokazuje približan smjer maksimalne kompresije koju uzrokuje pritiski valjak kad je iznad simetrane (položaj 1), na simetrali (položaj 2) i ispod simetrane (položaj 3).

## 5.2 Usporedba između postavljanja pritisknog valjka i fiksne pritiskne letve

Kod ispravne ljuštilice, bez deformacija uslijed zagrijavanja i podrhtavanja mehanizma valjka ili letve, odnosi prikazani na slici 11 daju dobre rezultate i kod upotrebe pritisknog valjka i fiksne pritiskne letve. Centar valjka i vrh pritiskne letve trebaju se kretati približno po simetrali kuta ABC (sl. 11 i 12). Vertikalni razmak jednostavno se izračuna pomoću izraza na slici 12. Za ljuštilice kod kojih dolazi do vibracija sklopa valjka ili letve ili postoje deformacije noža i nosača pritiskivača zbog ljuštenja zagrijanih trupaca, vertikalni razmak treba početno biti postavljen 2 - 3 puta većim od vrijednosti prikaza-

ne na slici 12. Tijekom ljuštenja treba ga nanovo podešavati.

Kod ljuštenja furnira 1,6 mm i debljih, otvor ljuštenja "H" jednak je kod upotrebe pritisknog valjka i fiksne pritiskne letve. Ovo vrijedi samo u slučaju kad vertikalni razmaci i otvori ljuštenja zadržavaju odnose prikazane na slici 12.



Sl. 12 Međusobni položaj pritisknog valjka, odnosno pritiskne letve i noža. Vertikalni razmak "V" za vrijeme ljuštenja ne treba biti manji od 1/5 otvora ljuštenja (horizontalnog razmaka).

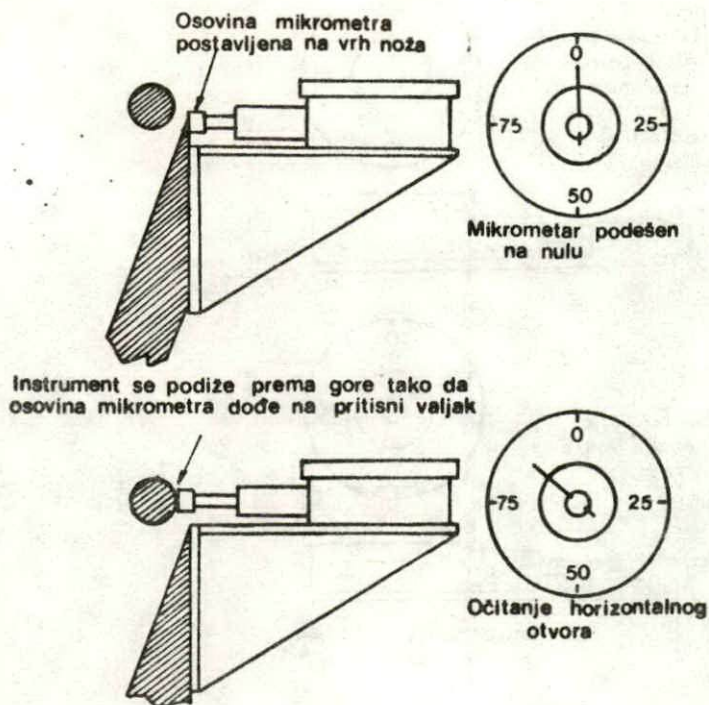
### 5.3 Instrumenti za postavljanje pritisknog valjka

Dva instrumenta su potrebna za postavljanje pritisknog valjka. Jedan za otvor ljuštenja (horizontalni razmak) i drugi za vertikalni razmak. Prvi je jednostavan i lagan i zato ne treba posebnih objašnjenja osim onih datih na slici 13.

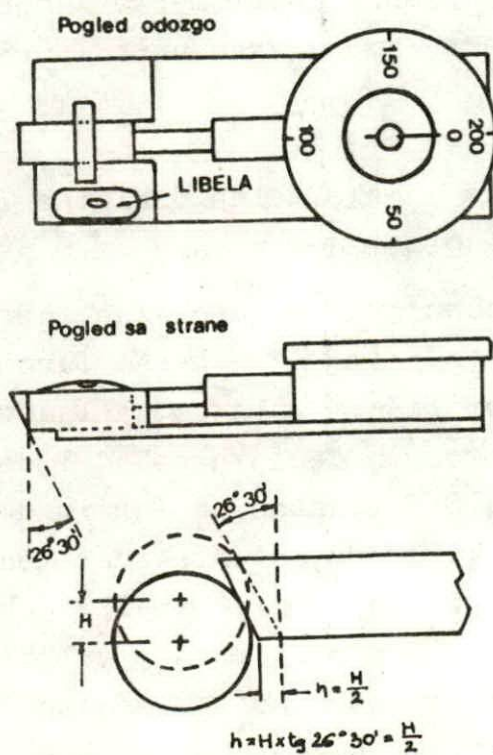
Drugi instrument razvijen je u Ottawa Laboratory i mnogo je složeniji (sl. 14 i 15), jer se vrh valjka koji je sakriven pod gornjom usnom ne može doseći. Da bi se riješio taj problem osovina instrumenta je skošena. Kut skošenja je takav da se svako vertikalno kretanje valjka transformira u horizontalno kretanje osovine, koje je jednako polovini vertikalnog pomaka. Zato očitavanje brojača treba udvostručiti da bi se dobila točna veličina vertikalnog razmaka. Da bi se to pojednostavnilo načinjena je podjela na brojčaniku koja omogućuje očitavanje stvarne veli-



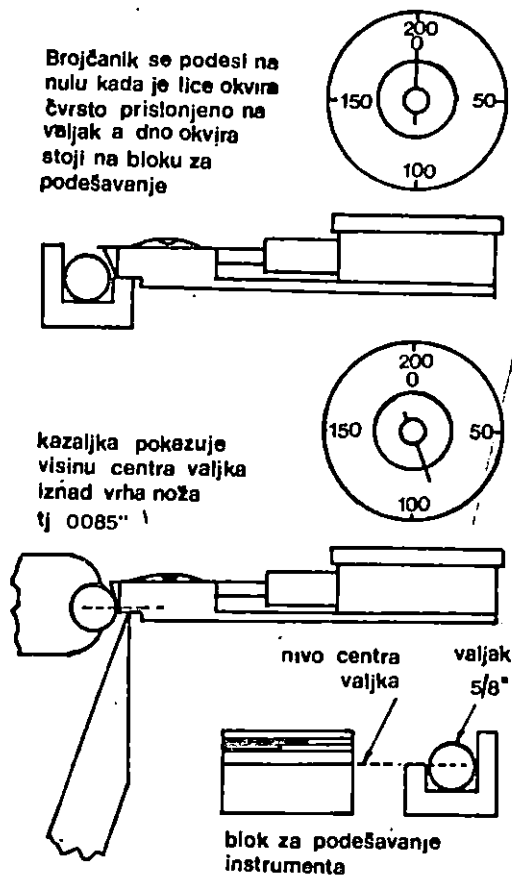
čine vertikalnog razmaka, tj. dvostruke vrijednosti pomaka osovine.



Sl. 13 Instrument za mjerenje otvora ljuštenja. Može se upotrijebiti za pritiski valjak i za fiksnu pritisku letvu.



Sl. 14 Instrument (montiran na posebni okvir) za mjerenje vertikalnog razmaka.

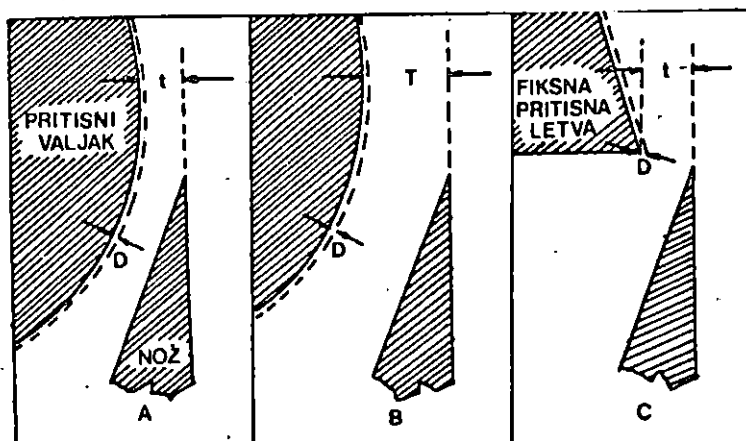


Sl. 15 Postavljanje instrumenta i mjerenje vertikalnog razmaka između vrha noža i pritisknog valjka.

#### 5.4 Minimalna i maksimalna debljina furnira kod upotrebe pritisknog valjka

Ne postoji točna granica debljine furnira koji se može izraditi s pritisknim valjkom. Kvalitetan furnir dobiven je ljuštenjem sa 16 mm  $\varnothing$  pritisknim valjkom na ljuštilici radne širine 122 cm u Ottawa Laboratory u debljinama od 1 do 9 mm. U Forest Products Laboratory u SAD ljušten je furnir debljine 9 mm iz kvalitetnih trupaca bez kvrga na maloj eksperimentalnoj ljuštilici. Relativno se lako ljušti furnir 1,6 mm ili deblji. Kod furnira tanjeg od 1,6 mm postavljanje pritisknog valjka postaje znatno kritičnije i neznatna greška u podešavanju pritisknog valjka u odnosu na leđa noža uzrokuje znatnije greške, kao što su: prejako

ugušćenje furnira, valovitost i nejednolika debljina. Uzroci tih grešaka prikazani su na slici 16. Na slici 16A greška u postavljanju pritisknog valjka može uzrokovati prejako komprimiranje tankog furnira na leđa noža. Posljedica toga je furnir kojega je debljina manja od debljine koja odgovara pomaku noža. Može također doći do vibracije noža uslijed povećanog pritiska što ima za posljedicu furnir nejednolike debljine. Na slici 16B jednaka greška u postavljanju pritisknog valjka imat će manji utjecaj na kvalitetu furnira, jer je furnir dovoljno debeo da djeluje kao amortizer između valjka i noža. Na slici 16C isti iznos greške u postavljanju fiksne pritiskne letve manje utječe na kvalitetu tankog furnira, jer pritiska letva na malom dijelu pritiskuje leđa noža. Kao što je i za očekivati netočno podešavanje pritiskivača više utječe na kvalitetu furnira kod tvrdih vrsta drva, npr. breza, nego kod mekih vrsta drva, npr. bor.

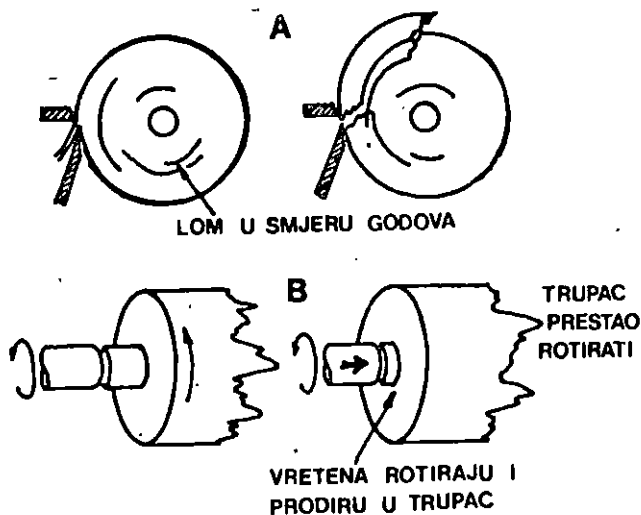


Sl. 16 Greške u postavljanju pritiskivača: D - greška okomito na leđa noža 0,1 mm; t - debljina tankog furnira 1,0 mm; T - debljina uobičajenog furnira 2,0 mm.

## 6.0 TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE PRITISNOG VALJKA U USPOREDBI S FIKSNOM PRITISNOM LETVOM

### 6.1 Ljuštenje trupaca koji stvaraju posebne probleme

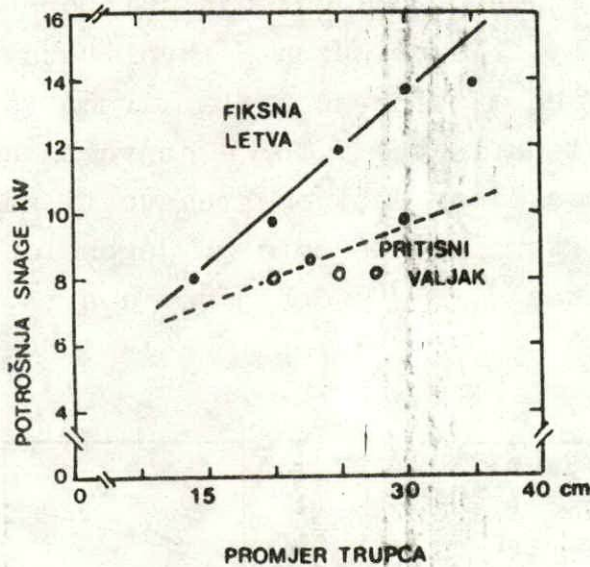
Prvotno je pritisni valjak bio predviđen za ljuštenje nezagrijanih trupaca duglazije, koja predstavlja poseban problem zbog nakupljanja sitnog iverja i vlakanaca uz fiksnu pritisnu letvu. Kod upotrebe fiksne pritisne letve ovo nakupljanje dovodi do prekomjernog pritiska, oštećenja furnira i prstenasto oblikovanih brazda na trupcima. Pritisni valjak uglavnom rješava te probleme. Osim toga pritisni valjak smanjuje obrtni moment potreban za ljuštenje i zato smanjuje pucanje slabih trupaca za vrijeme ljuštenja (sl. 17). To se u prvom redu odnosi na trupce kod kojih se javlja okružljivost ili imaju premekan centralni dio da bi izdržali obrtni moment koji je potreban za ljuštenje.



Sl. 17 Oštećenja trupaca koja se mogu izbjeći upotrebom pritisnog valjka. A - trupac raspucan zbog okružljivosti; B - oštećenja centralnog dijela trupea jer je centralni dio preslab da prenosi obrtni moment potreban za ljuštenje.

Kod upotrebe pritisnog valjka potrebna je manja snaga za ljuštenje nego kod upotrebe fiksne pritisne letve (sl. 18). Prikaz na slici 18 izrađen je na osnovi rezultata istraživanja koja

su izvršena u Kanadi. Na njoj se jasno vidi da je snaga potrebna za ljuštenje trupca (dakle i obrtni moment vretena ljuštilice) manja na ljuštilicama opremljenim s pritiskim valjkom i da se ta razlika znatno povećava povećanjem promjera trupca. Snaga za prazan hod ljuštilice je 4 kW. Za ljuštenje trupca promjera 35 cm, na ljuštilici s pritiskim valjkom, potrebno je privesti samo 60% energije od energije potrebne za ljuštenje trupca istog promjera na ljuštilici s fiksnom pritiskom letvom.



Sl. 18 Snaga potrebna za ljuštenje furnira borovine debljine 4,2 mm. Trupci dužine 122 cm, ljušteni pri sobnoj temperaturi kod 20 o/min. Otvor ljuštenja bio je jednak za pritisni valjak i fiksnu pritisku letvu. Nije uključena snaga potrebna za pogon pritiskog valjka. Snaga potrebna za okretanje trupca i pomak suporta prije početka ljuštenja je 4 kW.

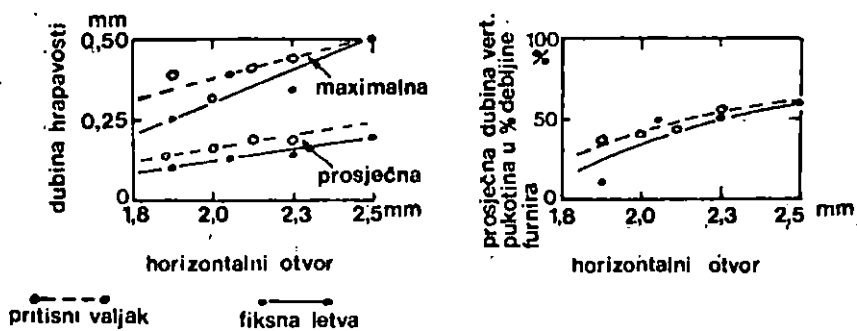
Prednost pritiskog valjka utvrdio je i P r o v i e r u Centre Technique du Bois u Parizu kod ljuštenja drva *Vochysia* iz Francuske Guiane. Kod ljuštenja ovog drva na ljuštilicama s fiksnom pritiskom letvom dolazi do čupanja vlakanaca s površine furnira. Kod ljuštenja na ljuštilicama s pritiskom valjkom iz tog se drva proizvodi kvalitetan furnir.

## 6.2 Ljuštenje kvalitetnih trupaca

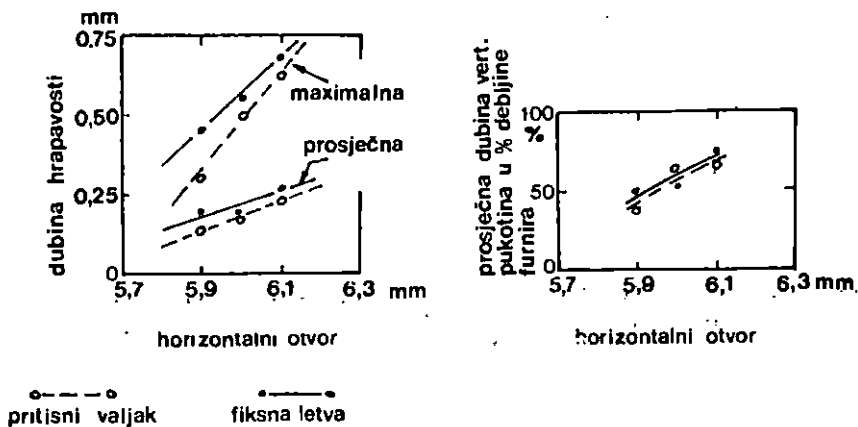
Pritisni valjak može se također upotrijebiti za ljuštenje trupaca koji nemaju gore opisanih grešaka, ako se izrađuju furniri deblji od 1,6 mm.

Kod ljuštenja u laboratoriju, različitih mekih i tvrdih vrsta drva, kvaliteta furnira dobivena upotrebom pritisknog valjka jednaka je kvaliteti furnira dobivenog upotrebom fiksne pritiskne letve. Grafički prikazi na slikama 19 i 20 tipični su za furnir dobiven kod spomenutih ljuštenja u laboratoriju.

Na slikama 19 i 20 prikazana je kvaliteta furnira koji je proizveden pri određenom položaju pritiskivača (pritisknog valjka, odnosno fiksne pritiskne letve) i to: - najvećom dubinom hrapavosti za furnir, - prosječnom dubinom hrapavosti koja je dobivena na 10 različitih listova mjerenjem uz dijagonalu i - dubinom okomitih pukotina izraženih u % debljine furnira.



Sl. 19 Utjecaj otvora ljuštenja na kvalitetu furnira borovine debljine 2,5 mm.



Sl. 20 Utjecaj otvora ljuštenja na kvalitetu furnira topolovine debljine 6,3 mm

## 7.0 ZAKLJUČCI

Rasprostranjeno usvajanje pritiskog valjka od strane industrije vezanog drva iz mekog drva u SAD bilo je posljedica činjenice da je upotreba pritiskog valjka riješila pitanje nakupljanja drvnih vlakanaca, smole i sitnijeg iverja između pritiskivača i trupca za vrijeme ljuštenja. Prednost je pritiskog valjka u tome da dozvoljava prolaz sitnijeg iverja, smole i vlakanaca između pritiskog valjka i trupca, te ne dolazi do oštećivanja trupca, odnosno furnira. Kod upotrebe fiksne pritiskne letve dolazi do nakupljanja vlakanaca, sitnijeg iverja i smole između fiksne pritiskne letve i trupca što uzrokuje oštećenje na furniru.

Istraživanja u Ottawa Forest Products Laboratory na omorici pokazala su, kao i na boru, da manji pritisak (trenje) pritiskog valjka smanjuje gubitke koji nastaju zbog djelovanja vretena ljuštilice kao svrdla. Nadalje, upotrebom pritiskog valjka smanjuju se gubici kod vrsta drva kod kojih se javlja okružljivost, opet zbog manjeg pritiska pritiskog valjka na trupac koji se ljušti.

Kod trupaca kod kojih se ne javlja okružljivost, nemaju mekani centralni dio i nisu skloni pucanju, kvaliteta ljuštenog furnira dobivenog s pritiskim valjkom jednaka je kvaliteti furnira koja je dobivena s fiksnom pritiskom letvom kod debljina furnira do 1,6 mm. Ispod ove debljine furnira podešavanje pritiskog valjka mnogo je kritičnije nego podešavanje fiksne pritiskne letve. Zbog toga se smatra da pritiski valjak nije praktičan za ljuštenje furnira tanjeg od 1,6 mm.

## 8.0 LITERATURA

1. Feihl, O.: Design and performance of roller pressure bars for veneer lathes. Canada Department of Forestry Rural Development. Forestry Branch. No. 1225. 1968.
2. Knežević, M.: Furniri i šperovano drvo. Beograd 1966.

3. Kollmann, F., Kuenzi, E., Stamm, A.: Principles of Wood Science and Technology II. Wood Based Materials. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 1975.
4. Lutz, J.F., Patzer, R.A.: Effect of horizontal roller bar openings on rotary-cut southern pine and yellow-poplar veneer. Forest Products Journal, 16 (10), 15-25.
5. Lutz, J.F.: A survey of some developments in slicing and veneer cutting. XIV IUFRO congress in Munich. Paper IX. Section 41.



BIBLIOGRAFIJA RADOVA 1981. GODINE  
 programa znanstveno-istraživačkog projekta  
 "Istraživanja i razvoj u drvnoj industriji"

Prof. dr Stanislav Bađun  
 Dipl. ing. Vladimir Herak

ANDROIĆ, M.: 1981. Kalibriranje u tvornicama namještaja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9(4): 13-22.

U radu se prikazuju istraživanja koja su imala za cilj (1) - da se ustanovi stvarna debljina iverica koje dolaze u tvornice namještaja; (2) - da se utvrdi da li su debljine u granicama tolerancije po JUS-u; (3) - da li je točnost obrušenih iverica u tvornicama iverica dovoljna i da li bi se postupak kalibriranja mogao izostaviti. Dobiveni rezultati pokazuju da ispitane iverice, uzorci od tri različita proizvođača, imaju veće polje rasipanja od dozvoljenog odstupanja od  $\pm 0,3$  mm i da je kalibriranje u tvornicama namještaja potrebno.

BADUN, S. i Herak, V.: 1981. Bibliografija radova 1980. godine programa znanstvenoistraživačkog projekta "Istraživanja svojstava drva i proizvoda iz drva kod mehaničke prerade". Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9(2): 1-18.

Radovi u ovoj bibliografiji vezani su na projekt 67, SIZ-a IV za znanstveni rad i Program znanstvenoistraživačkog rada u drvnoj industriji SRH za razdoblje 1981. - 1985. Izrađena je kao anotirana i obrađuje tiskane članke, magistarske radnje i radove u zbornicima, znanstvenih radnika i istraživača angažiranih u radu na projektu. Rađena je po abecednom autorskom katalogu i prikazuje 49 članaka od 40 autora i koautora. Članci su kategorije znanstvenih (32,6%), stručno-razvojnih (30,6%) i stručnih (36,8%).

BADUN, S. i HERAK, V.: 1981. Bibliografija radova znanstvenoistraživačkog projekta "Istraživanje svojstava drva i proizvoda iz drva kod mehaničke prerade" za srednjoročno razdoblje 1976. - 1980. godine. Pregled po područjima. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9(2): 19 - 38.

U ovoj su bibliografiji, putem standardnih bibliografskih kartica, razvrstani svi radovi po ODC-klasifikaciji, a vezani su na program istraživanja po naznačenom projektu za razdoblje 1976. - 1980. godine. Sadrži 154 bibliografske kartice.

BADUN, S. i HERAK, V.: 1981. Bibliografija radova znanstvenoistraživačkog projekta "Istraživanje svojstava drva i proizvoda iz drva kod mehaničke prerade" za srednjoročno razdoblje 1976. - 1980. godine. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (2): 39 - 59.

U ovom su prikazu bibliografski obrađeni svi tiskani radovi iz naznačenog programa istraživanja za period 1976. - 1980. godine. Bibliografske jedinice svrstane su u pregled abecednim redom po autorima. Sadrži 154 bibliografske jedinice.

BADUN, S.: 1981. Znanstvenoistraživački i nastavni rad kao pretpostavka povećanja produktivnosti rada u drvanoj industriji. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9(5/6): 3 - 12.

U radu se razmatra spona znanost - proizvodnja i edukacija-proizvodnja, kao nerazdvojni elementi jednog kružnog toka sa zajedničkim egzistencijalnim ciljem. Na bazi numeričkih pokazatelja analiziraju se osnovni elementi za povećanje produktivnosti rada. Nedvojbeno je, da je to politika otkrivanja i osvajanja novih suvremenih znanja i obrazovanje kadrova. Stečena i usvojena znanja u procesu edukacije, inovirano znanje u toku rada, stupanj korišćenja akumuliranog znanja, temeljna su pretpostavka povećanja proizvodnosti rada i efikasnosti privređivanja.

BAĐUN, S.: 1981. Električni vlagomjeri za drvo proizvodnje Radio-industrije Zagreb. Drvena industrija, 32 (5/6): 166.

U članku se razmatraju nastojanja RIZ-a iz Zagreba u proizvodnji vlagomjera za drvo. Od 1961. godine do danas proizvedene su četiri generacije vlagomjera. Princip njihova rada i upotrebljivost s obzirom na točnost mjerenja predmet su razmatranja. Na temelju izvršenih ispitivanja zaključuje se da im je točnost reda veličine kao i sličnih vlagomjera inozemnih proizvođača.

BAĐUN, S., LJULJKA, B. i HERAK, V. i dr.: 1981. Program znanstvenoistraživačkog rada u drvnoj industriji za razdoblje 1981. - 1985. godine. Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb.

Program predstavlja pregled istraživanja za područje drvne industrije. On je sačinjen na temelju prihvaćenih pravaca razvoja (Savjetovanje: Znanstvenoistraživački rad u drvnoj industriji SRH, Zagreb 23.04.1980.) i prijedloga ciljeva istraživanja, koji su u javnoj raspravi dostavljeni od UR drvne industrije. Program je objedinjen na razini Hrvatske i podijeljen je u četiri projekta (1) - Kompleksno istraživanje svojstava odrvenjene biomase; (2) - Istraživanje racionalnog korišćenja sirovine u drvnoj industriji; (3) - Optimizacija proizvodnih procesa u preradi drva; (4) - Istraživanja i razvoj proizvoda iz drva te poboljšanje njihovih svojstava. Unutar svakog projekta izdvojeni su posebni programi (zadaci) koji čine tematske cjeline. Oni su komponirani kao slijed u lancu istraživanja kojim se zaokružuje sadržaj programa cijelog projekta. U projektu 1 su tri izdvojene tematske cjeline (zadaci), projekt 2 uključuje osam posebnih dionica (zadataka), projekt 3 rasčlanjen je u deset sadržajnih segmenata (zadataka) i projekt 4 čine četiri cilja istraživanja u cjelini njegova programa istraživanja. Program znanstvenoistraživačkog rada tiskan je na 47 stranica, te okvirno za projekt i detaljnije za zadatke tekstualno prikazuje cilj istraživanja, sadržaj istraživanja, očekivane rezultate istraživanja.

vanja, transfer i mogućnosti primjene tih rezultata.

BENIĆ, R.: 1981. Značenje produktivnosti rada u drvnoindustrijskoj proizvodnji. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6): 29 - 32.

Nakon razmatranja pojma produktivnosti rada, analizira se produktivnost rada i njeni činitelji u drвноj industriji. U poglavlju - Mjere za poboljšanje produktivnosti - navodi se da važnost: (1) - stručne spreme izvršitelja; (2) - pripreme rada i organizacije tehnologije procesa; (3) - stimulacije za kvalitetu izrade proizvoda; (4) - korišćenje rezultata znanosti i znanja prakse.

BIONDIĆ, D.: 1981. vidi Ljuljka, B., Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (3) : 1 - 29.

BIONDIĆ, D.: 1981. vidi Ljuljka, B., Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (3) : 30 - 47.

BIONDIĆ, D.: 1981. vidi Ljuljka, B., Zbornik radova "Kvaliteta - činilac ekonomske stabilizacije. Beograd.

BOGNER, A.: 1981. vidi Grbac, I. Drvena industrija, 32 (7/8) : 183 - 190.

BREZIGAR, D.: 1981. Izgradnja tvornice vzmetnic v Egiptu. Magistarska radnja. Šum. fak. Zagreb. Str. 1 - 137.

U ovom radu autor istražuje i analizira činioce koji su bitni za organizaciju zajedničkog ulaganja kod međunarodnih poslova izgradnje objekata. Do potreba za ovakvom vrstom istra-

živanja došlo se zbog saznanja da je perspektiva izvoza u zemlje u razvoju za poslove drvne industrije sve slabija, jer navedene zemlje same razvijaju vlastitu proizvodnju, te da rješenje treba tražiti u organizaciji proizvodnje u tim zemljama na bazi zajedničkih ulaganja. Autor je za analizu i istraživanje navedenog izabrao kao objekt promatranja izgradnju tvornice madraca u Egiptu. Selektirajući utjecajne činioce na: pravne (međunarodne propise, egipatske propise, naše propise), tehničke i ekonomske, te istražujući njihov međusobni utjecaj, autor zaključuje da se ne može dati konačna ocjena o opravdanosti promatrane investicije u Egiptu.

ČIŽMEŠIJA, I.: 1981. Tehnički problemi brušenja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 74 - 77.

U članku se razmatraju parametri tehničke naravi koji su vezani na proces brušenja, kao: (1) - način brušenja; (2) - način kontrole brušenja. Rezultati izvršenih ispitivanja na različitim vrstama furnira, prikazani su numerički u ovisnosti od granulacije brusnog papira (100, 150), veličine obrušene površine i obrušene dužine. Iz ovih je podataka analizirani način kontrole brušenja.

ETTINGER, Z.: 1981. Projektiranje optimalnog sistema organiziranosti proizvodnje i poslovanja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb 9 (5/6) : 42 - 52.

Daje se slijed aktivnosti neophodnih za postizanje planiranog "željenog stanja", koje će, uz poštivanje principa samoupravljanja, dati zadovoljavajuće efekte produktivnosti odnosno efikasnosti. Te su aktivnosti: (1) - projektiranje proizvodnog programa; (2) - projektiranje sistema upravljanja proizvodnjom i utjecaj sistema na produktivnost; (3) - projektiranje samoupravnog oblika organiziranosti; (4) - sinhronizacija samoupravnog i funkcionalnog oblika organiziranosti; (5) - mikro-

projekt sistema upravljanja proizvodnjom kao podloga za optimizaciju potrebnih poslova odnosno povećanja produktivnosti. Obrazlažu se pojedine aktivnosti i njihovo značenje za postizanje optimalnog sistema organiziranosti.

ETTINGER, Z.: 1981. Specifičnosti mjerenja rada u drvnoj industriji. Zbornik savjetovanja "Produktivnost rada u drvnoj industriji". Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb, str. 31 - 38.

U radu se razmatra značenje primjene metoda studija rada i vremena u drvnoj industriji. U zaključku se navodi da je mjerenje rada, odnosno njegove vremenske dimenzije, osnovna pretpostavka za utvrđivanje produktivnosti rada. Da bi se to postiglo, neophodno je prići izradi vremenskih standarda, te ih pratiti i usavršavati u ovisnosti od promjena u tehnologiji i organizaciji rada. Takvo se praćenje ne smije shvatiti kao skup statičkih odnosa, već ga treba shvatiti dinamički, da ne postane kočnica sistema i akcija na povećanju produktivnosti rada u drvnoj industriji.

FIGURIĆ, M.: 1981. Utvrđivanje normalnog učinka. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6) : 33 - 41.

Razmatra se pojam normalnog učinka i definira kao kvantum rada potreban za obavljanje nekog zadatka. Upozorava se na problem promjenljivosti i individualnosti učinka na radu i navođa da bi najrealniji normalni učinak bio onaj koji se odredi svakom radniku prema osobnim radnim karakteristikama. Međutim, u praksi se mora prihvatiti načelo isti normalni učinak za sve. Nakon razmatranja kriterija (REFA, IFFA) o izvršenju normalnog učinka, zaključuje se da: (1) - treba radikalno izmijeniti shvaćanje o mjestu, značenju i ulozi funkcije rada; (2) - normi vremena treba vratiti njenu primarnu funkciju organizacijskog mjera; (3) - norma vremena treba imati funkciju zaštite radnika; (4) - prihvatiti shvaćanje o izvršenju norme vremena s indeksom 1,00 kao jedino opravdanim.

FIGURIĆ, M.: 1981. Istraživanje strukture radova u sistemu proizvodnja drvnih proizvoda - trgovina drvom i drvnim proizvodima. Drvena industrija, 32 (5/6) : 139 - 146.

U ovim se istraživanjima pokušalo znanstvenim metodama, na nov način, utvrditi struktura radova u sistemu proizvođač drvnih proizvoda - promet. Cilj je bio utvrđivanje objektivnih podloga za iskazivanje složenosti poslova i njihove vremenske kvantifikacije. Na osnovi toga stvorene su realnije podloge za uspostavljanje objektivnijih odnosa u sistemu proizvođač - trgovina drvnim proizvodima.

FIGURIĆ, M.: 1981. Vrednovanje rada kao pretpostavka povećanja produktivnosti rada u drvanoj industriji. Zbornik savjetovanja "Produktivnost rada u drvanoj industriji". Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb, str. 39 - 48.

Nakon uvodne postavke o potrebi izrade zajedničke metodologije utvrđivanja i mjerenja produktivnosti rada u drvanoj industriji, autor razmatra vrednovanje rada kao instrument i pretpostavku povećanja produktivnosti rada. Ono može svojim metodama i tehnikama, te njihovim ugrađivanjem u organizacijsku strukturu, znatno pospješiti uspješnost poslovanja. Povezano s time razmatraju se stimulansi i stimulacije i na četiri modela obrazlaže koncepcija stimuliranja.

FIGURIĆ, M.: 1981. Neke mogućnosti primjene metoda studija rada u administrativno-stručnim poslovima. Informator, Zagreb, br. 2825/1981. str. 7, tablica 6.

Nagli razvoj tehnologije uvjetovao je uvođenje automatizacije u proizvodnju i povećao potrebu za sve većom količinom informacija za potrebe rukovođenja proizvodnjom. Svi ti činioci utjecali su na povećanje broja zaposlenih u obradi informacija i organiza-

cijsko-koordinirajućim radovima u odnosu prema broju radnika koji rade na obradi materijala i manipulaciji, posebno u proizvodnim poslovima. U klasičnoj koncepciji sistema proizvodnje raspored rada izvršen je po cijeloj dužini ciklusa rada i izdiferenciran je na izvršne i organizacijske poslove pripreme, tehnološke i završne faze; s naglašenom koncepcijom rada na radnim mjestima izvođenja u tehnološkim fazama. Ta se koncepcija sistema proizvodnje očigledno mijenja. Promjene su osobito naglašene na radnim mjestima izvođenja u tehnološkim fazama proizvodnje. Kao zaključak nameće se konstatacija da dolazi do potiskivanja radnih operacija prema ulazima i izlazima iz proizvodnog sistema. Sigurno je da porastom broja poslova u obradi informacija poslovanje postaje kompliciranije, nepreglednije i složenije za rukovođenje. Istražujući navedenu problematiku u ovom radu dat je pregled primjene metode studija rada u tzv. administrativno-stručnim radovima. Uz pregled je dat veliki broj konkretnih primjera pretežno iz drvne industrije. Na osnovi toga, autor je dokazao mogućnosti primjene metoda studija rada na navedenim poslovima, te izradio pokazatelje mogućnosti primjene pojedinih od navedenih metoda s obzirom na troškove snimanja i obrade.

FUČKAR, Z.: 1981. Neke karakteristike pripreme rada u proizvodnji namještaja i mogućnost njenog poboljšanja. Magistarska radnja, str. 1 - 143. Šumarski fakultet Zagreb.

Kao rezultate istraživanja autor je dobio za model pripreme proizvodnje rada, u proizvodnji pločastog namještaja, te proračun najkraćeg roka isporuke za aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu. Na osnovi toga, izradio je prijedlog novog upravljačko-informacijskog podsistema pripreme rada. To je postigao zahvaljujući izradi projekta koji omogućuje paralelan rad niza od promatranih aktivnosti. Na temelju studija literature i vlastitih istraživanja u tri radne organizacije, autor je konstatirao da je organizacijskim problemima RO proizvođača pločastog namještaja potrebno pristupiti na osnovi teorije sistema, a radne organizacije treba smatrati poslovnim sistemima u određenoj



institucionalnoj sredini, dok se njihova dinamika treba usmjeriti prema kibernetским principima. Iz tih razloga, za neke aktivnosti RO drvne industrije, pa i proizvođača pločastog namještaja, postat će izvanredno važno organiziranje prema projektima. Radi se zapravo o cjelovitosti poslovnog upravljanja i rukovođenja, koje uz sistematski pristup mora biti uspješnije ako se primjene kibernetске metode. Prema tome, radi se o kombinacijama upravljačkih i upravljanih podsistema na temelju povratne veze i infrastrukture tih podsistema u obliku upravljačko-informacijskog podsistema, koji u ovakvom pristupu osigurava anticipirane i povratne informacije.

FUČKAR, Z.: 1981. Utjecaj razvoja proizvoda na produktivnost rada u drvnoj industriji. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6) : 59 - 75.

Razmatraju se osnovna spoznanja iz područja razvoja proizvoda u proizvodnji namještaja. Aktivnost razvoja proizvoda je svestrani proces koji u suvremenim upravljačkim aktivnostima predstavlja integralni dio planiranja. Aktivnosti na planiranju i razvoju proizvodnog programa, nisu operativno upravljačka akcija, nego strateška aktivnost stručnog i odgovornog tima u proizvodnom sistemu. Ovako shvaćena funkcija planiranja i razvoja proizvoda, osnova je za korišćenje znanja i metoda rada iz područja upravljanja proizvodnim procesom, u cilju znatnijeg povećanja produktivnosti rada u proizvodnji namještaja.

FUČKAR, Z.: 1981. Analitička metoda ocjenjivanja organizacije poslovanja kao pretpostavka povećanja produktivnosti rada u drvnoj industriji. Zbornik savjetovanja "Produktivnost rada u drvnoj industriji". Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb, str. 60 - 80.

U ovom je radu prikazana u skraćenom obliku kompleksna

analitička metoda za ocjenjivanje organizacije poslovanja sistema. To je prikazano preko podfunkcije pripreme proizvodnje. Cilj je ove metode da se pomoću nje otkriju i istaknu činioci uzročnika gubitaka po svakoj funkciji i unutar svake funkcije. Isto tako ovom se metodom dobije definiran niz poslova po svakoj funkciji i za cijeli sistem u cilju povećanja produktivnosti rada kroz poboljšanje organizacije poslovanja.

GALIJAN, B.: 1981. Utjecaj brušenja na površinsku obradu namještaja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 37 - 39.

Na konačni izgled lakirane površine najveći utjecaj ima finoća brušenja i vrsta upotrijebljenog laka. Utjecaj brušenja kod raznih vrsta drva, istražen je analiziranjem snimki s elektronskog mikroskopa brušenih uzoraka hrastovine, mahagonijevine i orahovine, brusnim papirom od 100 do 240. Utjecaj brušenja u utjecaj vrste laka mogu se ocijeniti i po razlici u sjaju lakiranih površina. Numerički podaci i njihova interpretacija zaključak su ovog rada.

GRBAC, I., PURGAR, Z., BOGNER, A. i LJULJKA, B.: 1981. Komparativno ispitivanje čvrstoće i trajnosti šlijepljenih spojeva u proizvodima za građevinarstvo. Drvena industrija, 32 (7/8): 183 - 190.

U radu su prikazani rezultati istraživanja čvrstoće ugaonog spoja prozorskih krila, promjena čvrstoće tj. trajnost u upotrebi, te utjecaj sistema površinske obrade. Za utvrđivanje trajnosti u upotrebi simulirani su realni uvjeti eksploatacije, izlaganjem uzoraka djelovanju klimatskih utjecaja (Weathering). Rezultati utjecaja zazora u određenim rasponima u skladu su s istraživanjima S.A. Iljinskog, a ispitivanje čvrstoće je pokazalo da veću čvrstoću spoja pokazuje rezorcinsko ljepilo u odnosu na PVA vodootporno ljepilo. Isto tako veću čvrstoću spoja imali su uzorci površinski obrađeni pigmentiziranim lakom

od one koju su pokazivali uzorci površinski obrađeni lazurrom.

HAJEK, Z.: 1981. Osnovne tendencije u dizajnu i potrošnji namještaja u 1981. godini. Drvena industrija, 32 (5/6) : 147 - 154.

U članku se razmatra današnje stanje proizvodnje, oblikovanja i prodaje namještaja na svjetskom tržištu. Rasčlanjuju se na proizvođača i izvoznika namještaja. Povezano s tim uspoređuje se stanje u jugoslavenskoj proizvodnji, razvoju proizvoda i oblikovanju namještaja.

HERAK, V.: 1981. vidi Bađun, S. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (2) : 1 - 18.

HERAK, V.: 1981. vidi Bađun, S. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (2) : 19 - 38.

HERAK, V.: 1981. vidi Bađun, S. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (2) : 39 - 59.

HERAK, V.: 1981. vidi Bađun, S. Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb.

HITREC, V.: 1981. Optimalizacija proizvodnog procesa u drvnoj industriji. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6) : 104 - 117.

Općenito se razmatraju matematičke metode za upravljanje složenim sistemima (procesima) tzv. operativna istraživanja. Od modela operativnih istraživanja izdvojeno je linearno

programiranje. Postavljeni su i razrađeni neki problemi koji se njime mogu rješavati u drvnoj industriji. Tako su razrađeni neki problemi troškova transporta, izbor izvršitelja pojedinih aktivnosti (problem asignacije) i optimizacija utroška materijala. U zaključku se ističe da poznavanje mogućnosti koje pružaju metode operativnih istraživanja treba prihvatiti. Nakon uočavanja problema koji se njima mogu rješavati u drvnoj industriji, te metode treba i primijeniti.

HITREC, V.: 1981. Određivanje rasporeda pila metodom simuliranog piljenja trupaca na jarmačama. Drvena industrija, 32 (1/2) : 13 - 20.

U radu su prikazane mogućnosti i struktura programa za elektroničko računalo nazvano RARAVO i RAVIDI. Raravo je program pomoću kojeg se vrši simulacija piljenja trupaca proizvoljnih dimenzija, a svaki s proizvoljno mnogo rasporeda. Kod toga se uzimaju u obzir: širina raspiljka na jarmači, rubilici i krajčarici, usušivanje, netočnost piljenja, te standardne dimenzije građe. Svi rasporedi rangirani su prema pripadnom volumnom iskorišćenju. Ravidi je program za simulaciju piljenja trupaca na jarmači, a kojim se obračunava vrijednosno iskorišćenje trupaca za svaki primijenjeni raspored piljenja.

JAZBEC, M.: 1981. vidi Ljuljka, B. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (1) : 1 - 61.

LIKER, I.: 1981. Analiza činilaca koji utječu na oblikovanje pločastog namještaja. Magistarska radnja. Šumarski fakultet, Zagreb. Str. 1 - 105, 44 sl., 4 tab.

U ovom radu autor istražuje činioce koji utječu na oblikovanje pločastog namještaja. Nakon sprovedenih istraživanja autor je utjecajne činioce podijelio u tri grupe: 1. činioci

produkcije, 2. činioci korišćenja i 3. činioci prodaje. Zatim je u okviru svake grupe izvršio detaljnije analiziranje, te na osnovi toga u prvoj grupi identificirao: činioce proizvodnog procesa, tehničke činioce, činioce koji potiču iz interne standardizacije, te ekonomske činioce. U drugoj grupi to su: ergonomski, estetski i ekonomski činioci, dok su u trećoj grupi: činioci tržišta, uvjeti konkurencije, distribucije, servisiranja i propagande. Ocjena utjecaja ovih činilaca izvršena je bodovanjem s time, da se sveukupni broj bodova (1000) dijeli na pojedine činioce. Ocjenjivanje je izvršeno anketiranjem u kojem su sudjelovali profili raznih stručnjaka. Na osnovi ovih istraživanja, autor je rangirao činioce po utjecaju, te je na taj način izradio uputstva za oblikovanje pločastog namještaja.

LJULJKA, B., BIONDIĆ, D. i SINKOVIĆ, B.: 1981. Ispitivanje kvalitete namještaja u sistemu proizvođač - korisnik kao faktor razvoja i unapređenja proizvodnje. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (3) : 1 - 29.

Problematika razvoja proizvoda je interdisciplinarna i u njoj moraju sudjelovati stručnjaci različitih profila. U radu se navode aktivnosti vezane za razvoj proizvoda, a posebno se obrađuje ispitivanje kvalitete namještaja, kao skupa karakteristika proizvoda koje određuju njegovu prikladnost za zadovoljenje određenih potreba u skladu s namjenom proizvoda. Na kraju se razmatra mjesto i uloga ispitivanja kvalitete finalnih proizvoda u kompleksnom pristupu razvoja proizvoda kao faktor unapređenja poslovanja. Za razvoj finalnih proizvoda, potrebno je poznavati veći broj podataka o potrebama korisnika. Neki od njih osiguravaju se ispitivanjem namještaja.

LJULJKA, B., SINKOVIĆ, B. i BIONDIĆ, D.: 1981. Razvoj proizvoda - kvaliteta - tehnologija. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (3) : 30 - 47.

Novi namještaj mora biti rezultat aktivnosti: istraživanja potreba i mogućnosti korisnika, dizajna i konstrukcija, tehnologije, organizacije i ekonomike, povezivanje s korisnikom. Pri- kazuje se realno stanje u nas po naznačenim pitanjima i navode se primjeri kao ideje za puteve napretka u toj domeni. Na primjeri- ma (1) - kvaliteta i razvoj nove stolice i (2) - tehnologija i ra- zvoj novog kuhinjskog namještaja, detaljno se razmatraju mogućno- sti poboljšanja i unapređenja dizajna, konstrukcija, redizajna i tehnologije.

LJULJKA, B., JAZBEC, M., SINKOVIĆ, B. i NONKOVIĆ, T.: 1981. Ot- pornost površina namještaja obrađenih različitim materi- jalima "Chromos" za površinsku obradu u drvanoj industri- ji. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (1) : 1 - 61.

Za racionalnu površinsku obradu potrebno je poznavanje ovisnosti između materijala, postupka i postignute kvalitete. Zbog složenosti kvalitete površinske obrade i velikog broja mate- rijala i postupaka, izvršena su istraživanja razina kvalitete ko- je se postižu raznim kombinacijama podloga, predobradbi, načina nanošenja i materijala za površinsku obradu koji se danas primje- njuju u industriji namještaja. Ispitivanja su obuhvatila slije- deća svojstva: otpornost prema sredstvima u domaćinstvu, otpornost prema toplini, otpornost na udar tvrdim predmetima, otpornost na ogrebotine, otpornost na abraziju, tvrdoću, elastičnost, prion- ljivost i Cold Check test. Nakon prikaza materijala koji su upo- trijebljeni, navodaju se sistemi raznih materijala, tehnike nana- šanja, količine i postignuta debljina filma, koji su ispitani kao površina namještaja. Za svako ispitano svojstvo iznose se do- biveni rezultati i analiziraju za pojedine primjenjene sisteme. Na kraju se za svako ispitano svojstvo razmatraju dobiveni rezul- tati i daje ocjena karakteristika pojedinih sistema lakova na različitim podlogama, mehaničkim obradama i površinskim predob- radama. Osim numeričkih vrijednosti u radu su dani i grafički prikazi dobivenih rezultata.

LJULJKA, B.: 1981. Opća problematika brušenja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 1 - 7.

Proces brušenja treba promatrati kao specifičan proces rezanja, za čiji se opis ne mogu primjeniti zakonitosti klasičnog rezanja oštricom. Neki od ciljeva brušenja su: postizavanje određene debljine, postizavanje određenog oblika, izravnavanje kinematskih neravnina prethodne obrade, ostvarivanje čistoće (glatkoće) površine. S obzirom na tehnologiju i materijal vrši se: kalibriranje i egaliziranje ploča, brušenje rubova i profila, brušenje masivnog drva, fino brušenje ploča, brušenje lakiranih površina. U procesu brušenja veliko značenje imaju brusila i o njima uveliko ovisi uspješnost procesa brušenja. U radu se uz numeričke podatke daju i grafički prikazi odnosa nekih karakteristika značajnih u procesu brušenja.

LJULJKA, B.: 1981. vidi Bađun, S. Opće udruženje šumarstva, prerađivačke drva i prometa Hrvatske, Zagreb.

LJULJKA, B.: 1981. vidi Grbac, I. Drvena industrija, 32 (7/8) : 183 - 190.

LJULJKA, B.: 1981. Utjecaj tehnologije na povećanje proizvodnosti rada u proizvodnji namještaja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6) : 52 - 58.

Razmatra se utjecaj tehnologije na proizvodnost rada i analiziraju faktori kao što su: - sredstva za rad, - materijal, - izmjene u tehnologiji, - kvaliteta proizvoda, - tehnologija. Što je razvijenost tehnologije veća, veći je i njen utjecaj na proizvodnost, a proučavanje pojedinih faktora i njihovog utjecaja na produktivnost vrlo je složeno.

LJULJKA, B., BIONDIĆ, D.: 1981. Utjecaj uvjeta privređivanja na kvalitetu proizvoda drvno-prerađivačke industrije. Zbornik radova "Kvaliteta - činilac ekonomske stabilizacije". Beograd.

Osnovne karakteristike uvjeta privređivanja u drvno-prerađivačkoj industriji vezane su na poteškoće dobave sirovina i materijala po količini, kvaliteti i cijenama, kako bi se osigurala akumulacija u izvozu finalnih proizvoda, osiguranje zamjene strojeva i dijelova i dr. Ipak i u takvim uvjetima privređivanja nisu iskorišćene sve rezerve, posebno za povećanje kvalitete i ostvarenje izvozne orijentacije u drvno-prerađivačkom kompleksu. Autori navode smjernice kojima se može poboljšati kvaliteta proizvoda u datim uvjetima privređivanja.

MANDIĆ, M.: 1981. Fleksibilna brusna sredstva. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 53 - 65.

U radu se opisuju brusna sredstva s aspekta podloge, vezivnog sredstva i zrna. U zaključku se iznosi da su brusna sredstva pravi alati od kojih se traži maksimalna efikasnost. Razmatranja sirovinskog sastava i tehnološko-proizvodnih momenata ukazuju da brusna sredstva nisu primitivni već visokovrijedni alati, koji moraju odgovarati današnjim modernim strojevima za brušenje i sve razvijenijoj tehnologiji obrade u suvremenoj industriji.

MERZELJ, F.: 1981. Optimalizacija proizvodnog programa. Magistarska radnja. Šum. fak. Zagreb. Str. 1 - 162.

U ovom radu, autor je istraživao činioce koji utječu na proizvodni program u različitim vrstama proizvodnje u drvnoj industriji. Sve te činioce autor je podijelio na činioce prodaje, proizvodnje, financija i činioce utjecaja čovjeka. Nakon



sistematizacije svaka od navedenih grupa činilaca detaljno su istražene. Na osnovi tih saznanja autor je izradio originalni pristup rješavanju programa proizvodnje. Praktičnu primjenu iznesene metodologije istražio je u konkretnoj radnoj organizaciji, te je usporedio teoretske pretpostavke s konkretnim rezultatima aplikacije. Na osnovi toga, autor je u diskusiji i u zaključnim razmatranjima dao niz praktičnih prijedloga kako optimizirati proizvodne programe, specifično u drvnoj industriji.

MILINOVIĆ, I.: 1981. Neka opažanja o problemima pilanske prerade u nas. Drvena industrija, 32 (1/2) : 29 - 32.

Razmatraju se problemi pilanske prerade posljednjih godina kao što su: (1) - tehnološka zaokruženost pilana; (2) - sirovina; (3) - optimalni kapacitet pilane; (4) - dinamika isporuke trupaca; (5) - zimska sječa bukve i doprema na pilanu; (6) - manipulacija gotovim proizvodima. U zaključku se predlažu aktivnosti u cilju rješavanja nekih od navedenih problema.

MRAWUNAC, P.: 1981. Organizacija rada i prijenos informacija na skladištu piljene građe pomoću UKV radio uređaja. Drvena industrija, 32 (3) : 81 - 84.

U članku se razmatra prethodna priprema i organizacija rada za primjenu UKV uređaja. Prednost ovakvog načina rada je lako koordiniranje svih radnih zadataka i sudionika u manipulaciji piljenom građom, brzo kolanje informacija, mogućnost kontrole izvršenja zadataka, te ažurna skladišna evidencija.

NONKOVIĆ, T.: 1981. vidi Ljuljka, B. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (1) : 1 - 61.

PAVLIN, Z.: 1981. Istraživanja o mogućnostima primjene sunčane energije u hidrotermičkoj obradi drva. Drvena industrija, 32 (4) : 125 - 128.

Sušenje sunčanom energijom postaje sve interesantnije za sušenje drva koje je namijenjeno građevinarstvu, kao i za manje proizvođače namještaja. Osnovnu koncepciju jeftinih, jednostavno konstruiranih sušionica za sušenje drva energijom sunca treba realizirati i u nas. U radu se daje pregled dostignuća na tom polju u svijetu.

PAVLIN, Z.: 1981. Istraživanja na području hidrotermičke obrade drva. Drvena industrija, 32 (11/12) : 291 - 294.

U ovom su pregledu dani sažeti podaci istraživačkih centara o rezultatima, sadašnjim programima, te o istraživanjima koja se tek predlažu. Njegova je svrha da se drvnotehnološkim stručnjacima prikažu suvremene smjernice istraživanja na području hidrotermičke obrade drva.

PETRIĆ, B. i ŠČUKANEC, V.: 1981. Zaštita drva građevne stolarije metodom potapanja. Drvena industrija, 32 (9/10) : 231 - 234.

U ovom je radu ispitana apsorpcija i penetracija domaćeg zaštitnog sredstva na bazi organskih otapala. Ispitivanja su izvršena na jelovini metodom kratkotrajnog potapanja. Rezultati istraživanja pokazuju da je, nakon triminutnog potapanja, lateralna apsorpcija iznosila  $65 \text{ g/m}^2$ , a penetracija 0,5 - 1,8 mm (tangento-radijalno). Aksijalna apsorpcija i penetracija znatno su veće i iznose prosječno  $720 \text{ g/m}^2$  odnosno 9 mm.

PETRIĆ, B. i ŠĆUKANEC, V.: 1981. Neke strukturne karakteristike zrelog drva domaćeg hrasta lužnjaka (*Quercus robar* L.). Drvena industrija, 32 (11/12) : 289 - 290.

U ovom su radu istražene strukturne karakteristike zrelog drva domaćeg hrasta lužnjaka i to: dimenzije elemenata građe, debljine njihovih membrana i njihov volumni udio u građi drva.

PETROVIĆ, S.: 1981. Kalibriranje iverica; Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 8 - 12.

Razmatra se kalibriranje iverica kao dio iz kompleksne problematike proizvodnje iverica. Navode se faktori koji su od utjecaja na kvalitetu brušenja iverica kao: debljina, gustoća, čvrstoća, vlažnost i uvjeti uskladištenja iverica, te tehnički nivo strojeva za brušenje (kalibriranje).

PREMELIĆ, Z.: 1981. Brušenje masivnog drva i furniranih ploča u drvnoj industriji. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 23 - 37.

U radu se razmatra proces brušenja drva i ukazuje na značenje brusilica i brusnog sredstva na kvalitetu obrađene površine. Opisuje se način rada brusilica i navode konstrukcije brusilica tvrtke "Heesemann" u kojima se nastojalo zadovoljiti osnovnim zahtjevima: (1) - postizanje fine i jednolike slike brušene površine, sposobnost prilagođavanja kakvoći (svojstvima) obratka i zahtijevani kapacitet; (2) - osiguravanje adekvatnog pritiska na obradak čime se postiže željeni nivo abrazije.

PURGAR, Z.: 1981. vidi Grbac, I. Drvena industrija, 32 (7/8) : 183 - 190.

SABADI, R.: 1981. Bilancirani razvitak u šumarstvu i drвноj industriji Jugoslavije. Šumarski list, 105 : 427 - 441.

Upotrebom razrađenih i razvijenih metoda ekonometrijske tehnike, dobiveni simulacioni model pokazuje da najbolje izvozne mogućnosti ima šumarstvo i prerada drva, a ostali daleko zaostaju za njima. Povezano s tim predlažu se mjere gospodarske politike, kojima bi se mogao postići ubrzaniji i stabilniji razvitak narodnog gospodarstva.

SABADI, R. i SUIĆ, D.: 1981. Tražnja namještaja u Jugoslaviji 1952. - 1978. Drvena industrija, 32 (3) : 61 - 68 i 32 (4) : 103 - 107.

U radu se na temelju podataka o ukupnim primanjima po stanovniku SFRJ za razdoblje 1952. - 1978. i izdacima za pojedine grupe roba, primjenom ekonometrijskih metoda ispitivao razvoj tražnje namještaja. Zaključuje se da će tražnja namještaja, s porastom realnog dostupibilnog prihoda po stanovniku, rasti iznadprosječno. S obzirom na povećanje izvoza, potrebno je planirati veće stope rasta proizvodnje namještaja od 1981. do 1985. godine.

SABADI, R.: 1981. Temeljne ekonomske značajke finalne prerade drva - namještaja posebno; kritička ocjena proizvodnje namještaja u Jugoslaviji i korištenje kapaciteta. Ekonomski fakultet Zagreb. Institut za ekonomska istraživanja, str. 1 - 144.

U ovoj se studiji definira grupacija drvne industrije i proizvodi finalne prerade drva, te subjekti proizvodnje finalne prerade drva. Razmatranjem potrošnje i funkcije potrošnje u SFRJ 1952. - 1978. godine analizira se tražnja drvnih proizvoda u svijetu i u nas, te daje osvrt na budućnost. Nakon prikaza sirovinskih resursa industrije namještaja u Jugoslaviji, daje se

kritička ocjena proizvodnje namještaja u Jugoslaviji i korišćenje kapaciteta.

SABADI, R.: 1981. Development Optimization of Forestry and Forest Industries under Balance of Pavement Difficulties Conditions - Example of Yugoslavia. 17. IUFRO kongres. Kyoto. Div. 4 : 185 - 196.

Upotrebom ekonometrijskih metoda i input - output tehnike istražuje se mogućnost predviđanja budućeg razvitka i predlažu mjere gospodarske politike, kojima je moguće postići postavljene ciljeve u razvitku.

SALAH, E.O.: 1981. Ispitivanja nekih fizičkih i mehaničkih svojstava iverica namijenjenih za proizvodnju namještaja i unutarnju upotrebu. Drvena industrija, 32 (3) : 69 - 79.

U cilju praćenja kvalitete iverica danas se već ispituje oko 35 njenih svojstava. Neka od njih se ispituju u standardima koji se međusobno razlikuju. U ovom su radu izvršena komparativna istraživanja 5 svojstava iverica po propisima JUS-a, BS i ASTM standarda. Analizirajući rezultate istraživanja gustoće, čvrstoće na savijanje, čvrstoće na raslojavanje, sposobnosti držanja vijaka i bubrenja u debljinu, interpretiraju se dobivene razlike po navedenim standardima.

SALAH, E.O.: 1981. Utjecaj raspodjele ljepila po iverju na izradu i kvalitetu iverica. Drvena industrija, 32 (9/10) : 243 - 258.

U radu je obrađena problematika raspršivanja ljepila kod proizvodnje iverica. Analiziran je postupak obljepljivanja iverja i utjecajni faktori kod nanošenja ljepila na iverje pri raznim parametrima. Izražen je odnos između količine nanesenog ljepila i veličine iverja koje se miješa, a grafičkim prikazima iskazan je odnos utjecaja raspodjele ljepila na svojstva iverica.

SALOPEK, D.: 1981. Predsušionice - sušionice u suvremenoj tehnologiji prerade drva. Drvena industrija, 32 (4) : 117 - 124.

U članku se daje pregled razvoja tehnološke ideje pred-sušenja - sušenja i današnjih tehničkih rješenja komora kapacitiranih na principu dnevnog modula proizvodnje. Ovakva tehnologija sušenja uklapa se u integralnu tehnologiju procesa prerade s maksimalnim tehnološko-ekonomskim efektima.

SINKOVIĆ, B.: 1981. Problemi pri projektiranju linija za brušenje. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 66 - 73.

U radu se razmatra problematika vezana uz projektiranje linija brušenja u drvnoj industriji. Brušenje je dio površinske obrade, a njegova kvaliteta faktor je prvog vizualnog dojma o namještaju. Izbor opreme, način izvođenja operacije brušenja i očekivana kvaliteta obradaka značajni su elementi za projektiranje linija i oni se u ovom radu razmatraju i analiziraju.

SINKOVIĆ, B.: 1981. vidi Ljuljka, B. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (3) : 1 - 29.

SINKOVIĆ, B.: 1981. vidi Ljuljka, B. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (3) : 30 - 47.

SINKOVIĆ, B.: 1981. vidi Ljuljka, B. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (1) : 1 - 61.

SINKOVIĆ, B.: 1981. Utjecaj projektiranja na proizvodnost rada. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6) : 77 - 84.

Projektiranje nekog pogona vrši se s ciljem da se napravi optimalno korišćenje raspoloživih kapaciteta, kako strojeva tako i ostalih objekata i transportnih sredstava, uz skraćivanje vremena izrade i smanjenja troškova. Optimalni tehnološki proces je ustvari sinteza proizvodnog i procesnog pristupa projektiranju. Aspekti ovakvog razmatranja implicite uključuju i produktivnost rada.

STIPETIĆ, I. : 1981. Proizvodnost rada kao element mjerenja poslovnog uspjeha. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6) : 13 - 28.

U članku se razmatraju pojmovi proizvodnosti, ekonomičnosti i rentabilnosti, te mjerenje uspješnosti poslovanja s različitim ali međusobno ovisnih stajališta. Razmatra se važnost mjerenja proizvodnosti, obrazlažu elementi proizvodnosti rada i smetnje pri usporedbama i analiziraju činitelji proizvodnosti rada. Potreba mjerenja i uspoređivanja proizvodnosti rada i u drvnoj industriji, vrši se mjerenjem ostvarivanja utvrđenih ciljeva. Pri tome se u nekim organizacijama pozornost pridaje i proizvodnosti rada. Zbog složenosti praćenja pokazatelja proizvodnosti rada ona se zamjenjuje pokazateljem rentabilnosti rada, odnosno dohotkom po radniku. Na osnovi tih pokazatelja može se ocijeniti da između pojedinih organizacija drvne industrije postoje znatne razlike u proizvodnosti rada i proizvodnosti sredstava. To je na kraju članka i ilustrirano tabelarno, s podacima za 1980. godinu, za proizvođača pokućstva u SR Hrvatskoj.

SUIĆ, D.: 1981. vidi Sabadi, R. Drvna industrija, 32 (3) : 61 - 68 i 32 (4) : 103 - 107.

ŠČUKANEC, V.: 1981. vidi Petrić, B. Drvena industrija, 32 (9/10) : 231 - 234.

TKALEC, S.: 1981. Određivanje tehnologije brušenja pri kalibriranju i obradi profila. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (4) : 40 - 52.

Proizvodni program, s različitim konstrukcijskim oblicima, daje osnovu za izbor programa brušenja, koji može biti: (1) - brušenje na mjeru (kalibriranje); (2) - brušenje profiliranih rubova; (3) - brušenje zakrivljenih ploha - sjedala. U radu se razmatraju konstrukcijski oblici i operacije brušenja, te izbor sistema brušenja. U zaključku se navodi, da se pravilnim izborom opreme, u skladu s tehnološko-ekonomskim zahtjevima, mogu otkloniti niz ključnih problema vezanih uz proces brušenja.

TKALEC, S.: 1981. Inovacije konstrukcija kao pretpostavka povećanju produktivnosti rada. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 9 (5/6) : 85 - 103.

U radu se razmatra mjesto i zadaci aktivnosti konstruiranja, pristup zadacima inoviranja konstrukcija, tehničko i ekonomsko vrednovanje konstrukcijskih rješenja, optimalna kvaliteta konstrukcije, te troškovi konstruiranja i rekonstruiranja. Iz sklopa navedenih razmatranja proizlaze i pretpostavke njihova utjecaja na povećanje produktivnosti rada.

TKALEC, S.: 1981. Određivanje ciklusa izrade u proizvodnji namještaja. Drvena industrija, 32 (1/2) : 3 - 12.

Prikazuju se istraživanja u jednoj tvornici namještaja s proizvodnim programom od dva asortimana, gdje su snimljeni stvarni ciklusi izrade. Podaci su razvrstani i statistički obrađeni, te pripremljeni u obliku grafikona za vršenje praktične



procjene ciklusa izrade. Na temelju izvedenih primjera, s proračunima po metodama: (1) - koeficijenta protoka; (2) - intervalna procjena očekivanja srednje vrijednosti; (3) - regresijske analize, zaključeno je da su rezultati pojedinih procjena različiti i ovisе o tehnološkim uvjetima proizvodnje. Prioritet se daje metodama intervalne procjene i regresijske analize.

VASILJEVIĆ, N.: 1981. Organizacija pripreme tehnološkog procesa izrade uz primjenu elektroničkih računara. Magistarska radnja. Šum. fak. Zagreb. Str. 1 - 132, 28 slika, 17. tab.

U ovom radu autor analizira problematiku razvoja organizacije elektroničke obrade i mogućnosti njene primjene u proizvodnim radnim organizacijama. Na osnovi toga, postavlja problem tako, da iznosi koncepciju organizacije integralnog informacijskog sistema zasnovanog na elektroničkoj obradi podataka u konkretnoj proizvodnoj organizaciji. Nakon razmatranja i selektiranja utjecajnih činilaca za oblikovanje tokova informacijskog sistema, autor identificira dvije grupe najvažnijih: univerzalno karakteristični za bilo koju tehnološku pripremu i specifični za tehnološku pripremu u promatranoj radnoj organizaciji udruženog rada. Prilikom izrade metodologije istraživanja autor se služio tzv. induktivno-deduktivnom metodom. Na osnovi tako sprovedenih istraživanja, autor komparira dva načina organizacije tehnološke pripreme, te utvrđuje da se karakteristike klasičnog informacijskog sistema tehnološke pripreme ogleda u tome, što se kod njega u ulozi sredstva za rad koja su povezana s formiranjem informacija pojavljuju računski strojevi i strojevi za umnožavanje dokumentacije, da se u ulozi predmeta rada koji su povezani s čuvanjem podataka i formiranje informacija postoji kartoteka, da se sređivanje i obrađivanje podataka počinje na osnovi navoda u ručno sastavljenim formularima, a organizacija elemenata čitavog procesa osigurana je uputama za rad. Suprotno tome, karakteristika informacijskog sistema tehnološke pripreme rada, zasnovanog na elektroničkom računaru, jest da se kod njega u

ulozi sredstva za rad, koja su povezana s formiranjem informacija, pojavljuje u većoj ili manjoj mjeri računalo, da se uložiti predmeta rada, koji su povezani sa čuvanjem podataka i formiranjem informacija, pojavljuje datoteka, da kod njega sređivanje i obrađivanje podataka počinje tek kad se podaci prenesu na vrpcu ili diskove, a organizacija elemenata čitavog procesa osigurana je programima. Na osnovi toga, autor zaključuje i dokazuje da informacijski sistem, zasnovan na elektroničkom računalu, prelazi tradicionalne granice između pojedinih organizacijskih jedinica i povezuje ih u sistem na višoj razini. Time mjesto, uloga i značaj pripreme proizvodnje dobiva drugačiji značaj nego u klasičnim, tradicionalnim organizacijskim sistemima.

ŽIVKOVIĆ, A.: 1981. Istraživanje modela rukovođenja proizvodnjom madraca. Magistarska radnja. Šum. fak. Zagreb. Str. 1 - 69, 16 sl, 4 tab.

U ovom radu, autor analizira problematiku proizvodnje madraca u okviru drvne industrije, te ističe specifičnosti njene problematike. Tu naročito ističe njezin nepovoljan položaj s obzirom na mogućnost nabave repromaterijala. Na osnovi toga, postavlja problem tako, da iznosi koncepciju organizacije integralnog modela rukovođenja proizvodnjom madraca. Nakon razmatranja i selektiranja utjecajnih činilaca na oblikovanje tokova modela, autor vrši ispitivanja na dva karakteristična modela. Na osnovi toga, uspoređujući i rokove isporuke, zalihe materijala i gotovih proizvoda, te asortiman i angažirana financijska sredstva s jedne strane i naturalne i financijske rezultate s druge strane, autor argumentirano izvlači zaključke o pojedinim prednostima i nedostacima jednog i drugog modela. Na osnovi toga predlaže model rukovođenja proizvodnjom madraca standardnih dimenzija i model rukovođenja proizvodnjom madraca nestandardnih dimenzija.

## LIJEPLJENJE I TEORIJE ADHEZIJE

Prof. dr Mladen Biffl

Cilj teorija lijepljenja je objašnjenje adhezijskog vezanja materijala. Tumačenje pojave lijepljenja interesantno je za drvenu industriju naročito u procesima lijepljenja, površinske obrade i primjene raznih vrsta drugih materijala.

Lijepljenje je tehnološki proces na koji može osim međumolekulskih sila utjecati i niz drugih faktora, dok je adhezija rezultat procesa lijepljenja (povezivanja) dvaju tijela - adherenta pomoću ljepila - adheziva.

Sile koje djeluju pri adhezijskoj, kao i pri kohezijskoj čvrstoći su i međumolekulske (intermolekulske) sile i sile unutar molekula (intramolekulske). Čvrstoća spajanja dvaju tijela ne ovisi dakle samo o vezi adheziv - adherent, nego i o kohezijskim silama unutar samog adheziva, odnosno adherenta. Do kidanja može dakle doći i u sloju adheziva, i u adherentu. U slučaju lijepljenja drva vrlo često dolazi do loma ne u sloju ljepila, već u drvu. Sile koje uzrokuju adhezijsku ili kohezijsku čvrstoću mogu biti iste. U principu to su sile međumolekulskog karaktera ili kemijske sile. Veza adherent - adheziv uglavnom je međumolekulskog karaktera, a to znači da će sile djelovati na razmaku manjem od 50 nm.

Pojavu adhezije pokušalo se protumačiti već u 18. stoljeću. Tako je npr. S. de la Fond objavio izvještaj u kojem postavlja hipotezu da pojava adhezije počiva na "gravititetu" među tvarima, time da se adhezija povećava s trećom potencijom, ako se smanjuje razmak. Do 1920. godine teoretska razmatranja adhezije temelje se na mehaničkom objašnjenju adhezije.

Od novijih teorija navest će se samo neke.

M e h a n i č k a t e o r i j a . Najstarija teorija koja objašnjava lijepljenje je mehanička teorija (mikroreološka). Nastala je u doba kada se pojava lijepljenja promatrala uglavnom na drvu. Adhezija prema toj teoriji ovisi o čvrstoći ljepila, obliku pora i površine i dr. Mehanička teorija ne može objasniti dobro sljepljivanje glatkih ploha, kao npr. kovina, stakla i sl. Također ne može objasniti zašto se glatko obrađene površine drva katkada bolje sljepljuju, nego hrapave. Ova teorija ne uzima u obzir ni prirodu adheziva niti adherenta. Mehanička adhezija svakako postoji, ali njezin udio u ukupnoj adheziji, po današnjem shvaćanju, nema veliko značenje. Bolje veza-  
nje uslijed prodiranja ljepila u pore može se objasniti i povećanjem površine.

P o l a r i z a c i j s k a t e o r i j a . U razdoblju od 1920. - 1930. godine u Engleskoj i USA adhezija se u nekim radovima tumači međumolekulskim djelovanjem, bez preciziranja tog pojma. Godine 1935. N.A. de Bruyne postavlja tzv. polarizacijsku teoriju prema kojoj adheziv i adherent moraju biti istog polariteta. (U nekoj literaturi ta se teorija naziva i adsorpcijska, analogno teoriji Sharpe-Schonhorna.)

Ta teorija razmatra adheziju kao čisto površinski proces, a stvaranje veze između adheziva i adherenta objašnjava međumolekulskim silama. Osnovna teza te teorije govori da za lijepljenje bilo kojeg materijala treba izabrati ljepilo koje kvasi površinu. To znači da polarna ljepila sljepljuju polarne, a nepolarna nepolarne materijale.

Pretpostavka je ove teorije da se adheziv i adherent približe na udaljenost manju od  $5 \cdot 10^{-10}$  m te da reagirajuće molekule posjeduju polaritet, tj. polarne funkcionalne grupe. U tom slučaju dolazi do adhezije, koja je u npr. dipolnih molekula obrnuto proporcionalna trećoj potenciji njihove udaljenosti. Sam proces je višestupan. U prvom stadiju kao rezultat Brownovog gibanja dolazi do migracije polimera adheziva prema površini adherenta, čime se koncentracija na površini povećava. Uslijed toga se smanjuje i razmak među molekulama adheziva i adherenta i povećava broj dodirnih točaka. Pri migraciji do-

lazi i do preorijentacije polarnih grupa.

U drugom se stadiju javlja adsorpcija. U slučaju ako se udaljenost smanji ispod  $5 \cdot 10^{-10}$  m počinju djelovati međumolekulske sile dipolnog karaktera, a s energijom od oko 420 J/mol (disperzne sile) do 42000 J/mol (vodikovi mostovi).

U trećem stadiju dolazi do udaljavanja otapala i time povećane kohezije adheziva, odnosno umrežavanja tekućeg polimera. Osnovni je nedostatak ove teorije da ne može objasniti adheziju nepolarnih tvari. Ta teorija ne uzima u obzir ni pojave elektrizacije površine, karakteristike ponašanja polimera i dr. Polarizacijska teorija je dakle jedna od teorija s ograničenim područjem primjene. Unatoč ograničenjima, osnova teorije nije bez vrijednosti, jer polaritet ima značajan utjecaj na adheziju. To potvrđuju i brojni primjeri. Tako se npr. značajno povećanje adhezije primjetilo povećanim udjelom hidroksilnih i karboksilnih grupa, tj. stvaranjem bilo direktnih ili induciranih dipola, odnosno vodikovih mostova, a u mnogo slučajeva čak i kemijskih veza.

Električna i elektrorelaksacijska teorija. Električnu teoriju adhezije objavili su 1948. godine i kasnije razvili Derjagin i Krotova. Ta se teorija nadovezuje na polarizacijsku teoriju, a temelji se na ispitivanjima elektrostatskih pojava pri kidanju adhezivnog veza u vakuumu.

Adhezija je mjerena pomoću adheziometra s rotirajućom pločicom i ustanovljeno je karakteristično svojstvo kidanja: pri različitim kutevima, ali s istim utegom, odnosno pri istom kutu, ali s različitim utezima kidanja adheziva od adherenta se događa raznim brzinama. Što je veći kut ili uteg veće mase veća je i brzina kidanja. Rad kidanja pri većim brzinama iznosi do  $100 \text{ J/m}^2$ . Velika vrijednost rada kidanja i njegova ovisnost o brzini kidanja ne može se, prema toj teoriji, objasniti radom deformacije odvajanih ploha. Rad utrošen neposredno za kidanje veze, prema istoj teoriji, uglavnom odgovara stvarnom

radu adhezije, a ispravak za rad deformacije nema bitno značenje.

Pri odvajanju polimera od stakla, kovina i dr. primjećena je pojava naelektriziranosti površina raslojavanja. Razlika potencijala i električna pražnjenja to su veća što je veća brzina kidanja. Opaženo je da rad kidanja raste s padom tlaka, tj. da je potreban to veći rad, što je veći vakuum, dok ovisnost rada brzoga kidanja o tlaku zraka nije tako oštro izražena. Rad je također manji i u ioniziranom zraku, a naročito se smanjuje pri većim brzinama kidanja.

Prema toj teoriji adhezija je uvjetovana elektrostatikom privlačnošću naboja dvojnoga električnog sloja (mikroelektrokondenzatora), koji nastaje na razdjelnoj površini adheziva i adherenta. Odvajanje adheziva od adherenta pri većim brzinama kidanja predstavlja proces razdvajanja obloga mikroelektrokondenzatora do nastanka plinskog električnog pražnjenja. Udaljavanjem obloga kapacitet pada, a raste potencijal dvojnoga električnog sloja, a s time i njegova energija.

Površinska gustoća naboja razmatra se kao veličina upravno proporcionalna maksimalnoj energiji dvojnoga sloja. Ta je energija jednaka adhezijskom radu, ako je razmak obloga dvojnoga električnog sloja maksimalan, a kidanje vrlo brzo. Kao jedan od dokaza koji potvrđuju električnu teoriju adhezije spominje se elektronska emisija opažena pri brzom kidanju raznih polimera od stakla, želatine, kovina i dr. u vakuumu.

Uočivši neke nedostatke električne teorije N.I. Moskvitin predlaže 1950 - 1951. godine, a kasnije i razrađuje elektrorelaksacijsku teoriju sljepljivanja. Moskvitin smatra da adhezija ovisi o karakteru sila između dodirnih točaka, broju i razmaku dodirnih točaka, te o dialektičnosti sredine. S tog aspekta zaključuje da je brzinska ovisnost rada i kidanja raslojavanja funkcija dvaju (a ne jednog) faktora: električnih sila i relaksacijskih pojava. Relaksacijske pojave nastaju u tijelu (polimeru) prilikom deformacije. Pri konstantnoj deformaciji dolazi do pada naprezanja, tj. relaksacije. Relaksacijske pojave utječu na rad kidanja, a analogno tome i na adheziju. Rad raslojavanja kao pokazatelj sljepljivanja, potpunije i

točnije karakterizira svojstva višefaznih materijala, nego ravnotežni rad ili pokazatelj granične vrijednosti čvrstoće pri rastezanju. Rad kidanja ili raslojavanja složen je iz tri elementa: rada vezanog uz deformaciju sistema, rada utrošenog na razdvajanje obloga molekulskog električnog kondenzatora i rada adhezije ili kohezije. Zadnji je u usporedbi s prva dva, u pravilu, malen. Rad raslojavanja raste s porastom brzine raslojavanja. Veliko značenje rada raslojavanja ili kidanja nije samo u odvajanju filma od podloge, pri tipično adhezijskom kidanju, nego i pri raslojavanju višefaznih slojastih materijala i kidanju vlaknastih materijala. Rad deformacije ima najveći utjecaj na rad raslojavanja pri kohezijskom tipu kidanja, pod određenim uvjetima. Rad deformacije može se približno izračunati ili iz energije gipkosti rastezanja materijala po cijeloj njegovoj debljini ili iz udjelne energije kidanja toga elementa sistema, koji se javlja slabim zvukom pri raslojavanju. Rad deformacije je uzrokovan međumolekulskim silama, iako su one slabije od kemijskih veza. To se objašnjava time da pri raslojavanju višefaznih i homogenih tvari, pri kohezijskom tipu kidanja, nastaje deformiranost međumolekulskih sila na velikom prostoru, dok se kemijske veze kidaju na malenim područjima. Moskvitin daje slijedeći zaključak svoje teorije: "Veličina rada raslojavanja višefaznih materijala, kidanje istovrsnih tijela i odvajanje filma od podloge, a također zavisnost rada raslojavanja o brzini odvajanja uzrokovana je relaksacijskim pojavama, koje nastaju u materijalu pri njegovu raslojavanju ili odvajanju, elektrostatskim silama, koje nastaju na površini razdjela faza, i međumolekulskim silama spajanja kako na granici faza, tako i u samim fazama, pri čemu ovdje mogu biti različiti tipovi veze (sile van der Waalsove, vodikove ili kemijske)."

Elektrorelaksacijska teorija dopunjuje elektrostatsku teoriju i objašnjava neke slučajeve koje je elektrostatska teorija mogla teško ili nikako protumačiti.

Nedostatak električnih teorija dao je niz autora koji ukazuju da je rad za odvajanje adhezijskog sloja veličine  $10 - 1000 \text{ J/m}^2$ , dok je rad za svladavanje molekulskih sila samo

$0,1 - 1 \text{ J/m}^2$ . Iz toga slijedi da je veći dio mjerelog rada utrošen na deformaciju prije loma, dok prema električnoj teoriji taj dio rada nema bitnog udjela. Nadalje, da adhezijski rad ovisi o načinu odvajanja adhezijskog filma, dok rad za svladavanje molekularskih sila, koje nisu bile mjerene, ne smije ovisiti o načinu odjeljivanja. Smatra se da nema razloga vjerovati da su dvije električno nabijene površine koje nastaju samo pri kidanju veze adheziv-adherent identične s istim dvjema električno neutralnim površinama, koje su stavljene u dodir da bi nastao sistem adheziv-adherent i da je primjena teorije, za međusobnu adheziju visokih polimera ograničena, te da je zanemarena uloga kemijskih i vodikovih veza.

**D i f u z i j s k a t e o r i j a .** Na temelju radova sa suradnicima S.S. Vojutski postavlja 1960. godine difuzijsku teoriju adhezije. Pojava adhezije polimernih tvari svodi se na difuziju lančanih molekula ili njihovih grupa iz jedne faze u drugu zbog mikro-Brownovih molekularskih gibanja. Uslijed difuzije dolazi do nastajanja miješanog sloja, čija je posljedica veza između adheziva i adherenta. U slučaju nepolarnih tvari ta se pojava objašnjava kao neka vrst hladnog talenja, a u slučaju polarnih mogu sudjelovati i polarizacijske sile putem sekundarnih valencija. Osnovna pretpostavka ove teorije jest da tvari koje međusobno reagiraju pokazuju spojivost i jaki uzajamni afinitet, odnosno da postoji mogućnost za obostranu difuziju.

Teškoća tumačenja ove teorije je u mogućnosti širokog shvaćanja pojmova spojivost i afinitet, jer osim kemijske srodnosti od značenja može biti i veličina i struktura molekula i dr. Eksperimentalna ispitivanja tj. mjerenje sile kidanja adhezijskih veza potvrđuju teoriju, uz spomenuta ograničenja.

Izmjerena brzina difuzije je  $10^{-13}$  do  $10^{-12}$  m/s, a ovisi o obliku i veličini molekula. Čvrstoća adhezije u odnosu na vrijeme, tlak i temperaturu pokazuje da ona raste s vremenom dodira, povećanjem tlaka i porastom temperature. Povećanje tlaka povećava dodirnu površinu, a porast temperature brzinu



difuzije. Manje molekule i nakupine difundiraju brže, ali daju manju čvrstoću. Difuziji smeta razgranatost, umreženost i kristaličnost molekula. Dobro, ali u ograničenoj količini, mogu djelovati omekšivači, jer povoljno utječu na difuziju velikih molekula. Od važnosti su i drugi faktori, kao npr. tip polimera, gipkost molekula, molekularna masa, viskoznost i dr.

Difuzijska teorija tumači adheziju kao volumnu tj. interfaznu, a ne površinsku pojavu. Kriterij za primjenjivost difuzijske teorije je termodinamički i kinetički, tj. da su adheziv i adherent uzajamno topljivi, odnosno da makromolekule i njihovi segmenti moraju imati višak pokretnosti.

Difuzijska je teorija ograničena na adheziju polimernih materijala. Ta teorija ne može objasniti adheziju polimernih materijala s kovinama, staklom i sl., jer se teško može objasniti da bi polimerni materijali difundirali u spomenute. Difuzijska teorija zapostavlja kemijsku prirodu kontaktirajućih tvari i ne uzima u obzir karakter veze između adheziva i adherenta.

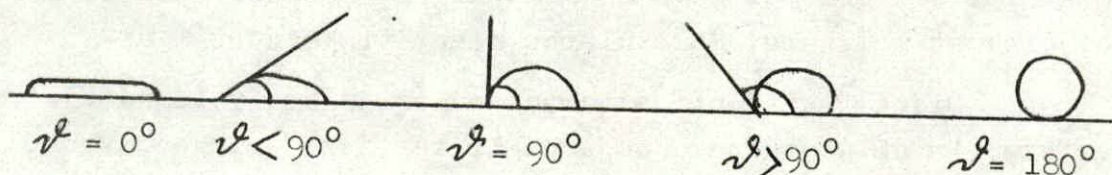
**A d s o r p c i j s k a t e o r i j a .** Adsorpcijsku teoriju objavili su Sharpe i Schonhorn 1963. godine. Adsorpcijska se teorija naziva i teorija kvašenja. Toj teoriji prethode radovi de Bruynea i drugih autora.

Po de Bruyneu za postizavanje dobre tehničke adhezije treba upotrijebiti takav adheziv koji dobro kvasi i koji pri ukrućivanju ne stvara trajno unutarnje naprezanje.

Dobra adhezijska veza između adheziva i adherenta je najvažnija pretpostavka lijepljenja. Budući da se za realne površine najbolji kontakt ostvaruje između tekućeg ili otopljenog adheziva i praktički uvijek krutog adherenta, to je adhezijski rad,  $W_{adh}$  na graničnoj plohi krutina-tekućina od najveće važnosti. Odnos adhezijskog rada krutina/tekućina i površinskih energija ( $\gamma$ ) dan je izrazom:

$$W_{adh} \text{ kr/tek} = \gamma_{kr} + \gamma_{tek} - \gamma_{kr/tek}$$

U ovom izrazu  $\gamma_{kr}$  i  $\gamma_{tek}$  može se odrediti indirektno. Za određivanje adhezijskog rada krutina/tekućina potrebno je odrediti okrajni kut ( $\vartheta$ ), odnosno kvašenje krutine tekućinom. Okrajni kut može imati vrijednosti  $0^\circ - 180^\circ$ , kako se vidi na slijedećoj skici



Iz skice je vidljivo da kvašenje može biti potpuno ( $\vartheta = 0^\circ$ ), nikakvo ( $\vartheta = 180^\circ$ ) ili gotovo nikakvo, odnosno nepotpuno ( $180^\circ > \vartheta > 0^\circ$ ).

Adhezijski rad dan je Young-Dupréovom jednažbom:

$$W_{adh} \text{ kr/tek} = \gamma_{tek} (1 + \cos \vartheta)$$

Smatra se da jednažba ne odgovara svim uvjetima posebno zato, što se ne može direktno odrediti  $\gamma_{kr}$  i  $\gamma_{kr/tek}$ , a po Youngovoj jednažbi

$$\cos \vartheta = \frac{\gamma_{kr} - \gamma_{kr/tek}}{\gamma_{tek}}$$

U slučaju da je okrajni kut jednak nuli, to prema Young-Dupréovoj jednažbi:  $W_{adh} \text{ kr/tek} = 2\gamma_{tek} = W_{kohezija}$ . Time postaje adhezijski rad nezavisan od površinske energije adherenta, pri čemu se mora pretpostaviti potpuno kvašenje.

Veličinu okrajnog kuta može se odrediti iz rasporeda i gustoće pakiranja molekula u tekućini i krutini. Prema tim rezultatima Young-Dupréova jednažba predstavlja jedan granični slučaj, koji ne mora biti uvijek točno ispunjen.

Za mjerenje okrajnog kuta postoje razne metode, kao npr. uranjanje pločice pod odgovarajućim kutom ("tilting-plate" metoda) ili direktno mjerenje kuta goniometrom i dr.

Treba naglasiti da glavni problem nije mjerenje kuta,

već priprema površine uzorka.

Za lijepljenje je kvašenje od velikog značenja. Lijepljenje je, u pravilu; to bolje što je bolje kvašenje. U praksi su obično loša kvašenja s vodom, pa se zato obično dodaju tvari koje smanjuju površinsku napetost kao npr. alkohol. Svako poboljšanje kvašenja ne znači uvijek i bolje rezultate lijepljenja. Kvašenje se može poboljšati i zagrijavanjem tekućine (ljepljiva). U velikoj mjeri kvašenje ovisi i o hrapavosti površine podloge, a razumljivo, i o njenoj čistoći. Praktički, površina nije geometrijski ravna, pa se u tom slučaju mora računati s faktorom hrapavosti. U mnogim slučajevima treba uzeti u obzir i poroznost površine. Zato se mjerenjem okrajnog kuta takvih površina dobiju i različiti rezultati. Osim toga, kvašenje ovisi i o strukturnoj građi adherenta. Tako npr. drvo pokazuje različita svojstva s obzirom na to da li je kvašenje izvedeno na čeonom, radijalnom ili tangencijalnom presjeku.

Autori adsorpcijske teorije smatraju, da svojstva kvašenja, primijenjena na sistem "tekućina-krutina", vrijede i onda kada tekućina tog sistema prijeđe u kruto stanje. To praktično znači izjednačavanje kvašenja i adhezije, odnosno da je adhezija određena površinskom energijom tekućine preko okrajnog kuta.

Prema ovoj teoriji slijedi da bi se prema kvašenju moglo unaprijed odrediti koje će se tvari međusobno dobro sljepljivati. Zisman je s time u vezi postavio pojam o kritičnoj površinskoj napetosti. Mjerenjem okrajnog kuta utvrdio je da će kruto tijelo potpuno kvasiti svaka tekućina koja ima manju površinsku energiju od kritične površinske napetosti tijela. Kritična površinska napetost kvašenja je ona površinska napetost neke tekućine, koja je upravo dovoljna za potpuno kvašenje. Kritična površinska napetost nekog krutog tijela dobije se mjerenjem okrajnog kuta homolognih organskih tekućina. Kasnije su drugi autori našli direktnu proporcionalnost između čvrstoće kidanja i kritične površinske energije sintetskih polimera, ispitujući oksidno ljepljivo. Poseban problem je mjerenje pojedinih površinskih energija čime se je bavio niz autora.

Kvašenje je svakako neophodan, ali ne i jedini faktor za realizaciju dobre adhezije. Međutim, i ova teorija ima niz prigovora. Tako je izneseno da su površinske energije tekućeg i krutog ljepila izjednačene. Da se mjerenje okrajnog kuta površinske napetosti ljepila u tekućem i krutom stanju jako razlikuju. Da se iz površinske napetosti tekućih ljepila (vodernih disperzija) ne može naći odnos s njihovim mogućnostima lijepljenja i dr.

### Z a k l j u č a k

Sve teorije adhezije govore, što je razumljivo, o intermolekulskom efektu, samo ga objašnjavaju s različitih fizikalno-kemijskih stanovišta. Tako se npr. pojava adhezije uglavnom tumači kao mehanička, adsorpcijska, kemisorpcijska, difuzijska, kemijska, polarizacijska i električna pojava.

Glavne pretpostavke za adheziju su dovoljna bliskost molekula površinskog sloja adherenta i adheziva, što se postiže time da adheziv bude određeno vrijeme u tekućem stanju. U praktičnoj primjeni adhezije važnu ulogu ima i niz faktora, od kojih su najvažniji: Optimalna veličina i pokretljivost molekula adheziva i adherenta. Djelotvorna debljina sloja adheziva (0,001-1  $\mu$ m). Mikrostruktura adherenta i njegova površina (vlaga, masnoća i sl.). Fizikalni uvjeti, tj. tlak, temperatura i vrijeme adhezije. Odgovarajuće otapalo adheziva (ako je potrebno) itd.

Adhezija gotovo sigurno nije jednoznačna pojava, a uzrokovana je mnogim složenim istovremenim procesima. Zbog toga je teško sve pojave adhezije objasniti jednom jedinom teorijom. To je posebno teško zbog toga što su molekulski procesi mjerljivi indirektno, a i metode mjerenja daju samo sumarni rezultat efekta s određenog fizikalno-kemijskog stanovišta. Svaka od teorija ispravno opisuje fenomen adheziju, ako je zadovoljen određeni niz uvjeta, dok pod drugim uvjetima ne zadovoljava. Odnosno, svaka teorija može objasniti neke pojave adhezije i za određene materijale, dok niti jedna ne može

objasniti adheziju za sve materijale, koje treba lijepiti. Jedna teorija, koja bi objasnila sve adhezijske probleme, jedva je zamisliva.

### L i t e r a t u r a

1. Baumann, H.: Leime und Kontaktkleber, Berlin 1967.
2. De Bruyne, N.A.: Flight 28 (1939).
3. Krotova, N.A. i Morozova, L.P.: Priroda adgezionnih javljenii, Oborongiz, 1960.
4. Moskvitin, N.I.: Fiziko-kemičeskie osnovi processov skleivanija i prilipanija, Moskva, 1974.
5. Sharpe, L.H. i Schonhorn, H.: Symposium on Contact Angle, 1963.
6. Vojuckii, S.S.: Klei i tehnologija skleivanija, Moskva, Oborongiz, 1960.
7. Walter, A.H.: Die Grundlagen der Adhäsionstheorien, "Adhäsion", 1968.
8. Zisman, W.A.: Proceedings of the Symposium on Adhesion and Cohesion p. 172 (1962), Elsevier Publ. Co., Amsterdam.