

# Kvalitativna komparacija različitih rasporeda pila s obzirom na volumno iskorišćenje trupaca kod piljenja na jarmačama.\*

## UTJECAJ DEBLJINE, DUŽINE I PADA PROMJERA TRUPCA, TE ŠIRINE RASPILJAKA I NETOČNOSTI PILJENJA

Mr Vladimir Hitrec, dipl. ing.  
Šumarski fakultet, Zagreb

UDK 634.0.832.1

Primljeno: 4. siječnja 1982.  
Prihvaćeno: 5. ožujka 1982.

Izvorni znanstveni rad

### Sažetak

U radu su dani prvi rezultati ispitivanja utjecaja debljine, dužine i pada promjera trupca, te širine raspiljaka i netočnosti piljenja na volumno iskorišćenje trupaca kod piljenja na jarmačama. Dani su samo kvalitativni odnosi vrijednosti pojedinih rasporeda. Rezultati su prikazani u tablicama i dijagramima uz najosnovniju analizu. Tablice su sastavljene na temelju više od 20.000 simuliranih piljenja.

**Ključne riječi:** simulacija piljenja na jarmači — volumno iskorišćenje trupca — utjecajni faktori iskorišćenja.

## QUALITATIVE COMPARISON OF DIFFERENT ARRANGEMENT OF SAW BLADES IN REGARD TO UTILIZATION OF LOGS ON THE FRAME-SAWS

INFLUENCE OF THICKNESS, LENGTH AND FALL OF LOG DIAMETER, THE WIDTH OF SAW KERFS AND INACCURACY OF SAWING

### Summary

The study contains the first results obtained when testing influence of thickness, length and fall of log diameter, the width of saw kerfs and inaccuracy of sawing on the volume utilization of logs sawn on the frame-saws. The work contains only the qualitative relations of the values of individual arrangements.

The results are shown on the tables and charts with basic analysis. The tables are made on the basis of more than 20000 simulated sawings.

**Key words:** simulation of sawing on the frame-saw — volume utilization of logs — influential factors of utilization.

\* Rad je izvršen u okviru projekta 67. 2: »Istraživanje racionalnog korišćenja sirovina u drvnjoj industriji«. Financira se iz sredstava SIZ-a IV za znanstveni rad SRH i Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb.

## 1.0 UVOD

Razvojem programa za elektroničko računalo, poznatih pod nazivima RARAVO odnosno RAVIDI [5, 6], stvorena je mogućnost analize piljenja trupaca pomoću simuliranog eksperimenta. Ta su istraživanja već najavljena [7], a sada se iznose i prvi rezultati stručnoj javnosti. U nekoliko slijedećih članaka dat će se sumarni rezultati ovih istraživanja. U ovom će radu biti prikazani rezultati KVALITATIVNE KOMPARACIJE RAZLIČITIH RASPOREDA S OBZIROM NA VOLUMNO ISKORIŠĆENJE TRUPCA. Zbog ograničenog prostora neće se ulaziti u detaljnije tehnološke analize dobivenih rezultata.

Oduvijek se u tehnologiji rasplijivanja trupaca razmišljalo o tome koliko će se građe dobiti od trupaca koji će se raspiliti. Vjerojatno se već davno uočilo da se bolje (vrednije) može iskorištiti trupac čiji je pad promjera manji, odnosno trupac čiji je promjer veći. Očito je bilo da iskorišćenje ovisi o debljini rasplijka i dimenzijama koje se moraju piliti. Također je bilo evidentno da način rasplijivanja može veoma značajno utjecati na volumno, odnosno vrijednosno, iskorišćenje trupca.

Osim upravo spomenutih faktora, na iskorišćenje trupca djeluju i drugi faktori, ali se oni u ovom radu neće razmatrati. Razmatrat će se slijedeći faktori: promjer, duljina i pad promjera trupca, veličina rasplijka, nadmjera, načini piljenja (rasporedi pila na jarmačama), te propisi standarda. Iako su ti faktori uvijek bili interesantni, danas je istraživanje njihovog značenja sve veće i veće. Razlog je dvojak: prvo, sirovina je sve skuplja, drugo, sve su razvijenije metode za takva istraživanja.

Poznavanjem utjecaja spomenutih faktora na iskorišćenje mogu se donositi i odluke o izboru rasporeda pila te načinu sortiranja trupaca. Kako sortirati: da li samo prema dužini, ili i prema padu promjera i kako »fino« prema debljini trupca itd. Nadalje može se analizirati koliko se isplati investirati u poboljšanje točnosti piljenja ili npr. koliko se dobiva mijenjajući neke standardne minimalne dužine, odnosno širine piljenica (pa i njihove debljine) itd.

Prvi izvještaji o rezultatima istraživanja utjecaja spomenutih faktora na volumno iskorišćenje trupaca datiraju neposredno poslije drugog svjetskog rata Sledeckij, [10]. Dalja istraživanja Knežević [8, 9], Bell [1], Vlasov [11] i dr. dala su rezultate koji su poznati te se ovdje neće detaljnije navoditi, već će se dati samo općenit prikaz metoda i rezultata tih istraživanja. Znanja o utjecaju faktora, o kojima je ovdje riječ, na volumno iskorišćenje trupaca baziraju se na dvije metode (teorijska i eksperimentalna).

Teorijska istraživanja. Pretpostavivši da je trupac kružni stožac, istraživači su vršili

računanje volumnog iskorišćenja za razne dimenzije trupaca, razne rasplijke i razne rasporede piljenja. Budući da su takva računanja vrlo komplicirana, morala su biti ograničena na relativno mali broj rasporeda piljenja i relativno grubu podjelu svakog od promatranih faktora na manje dijelove njegovih dimenzija. Praktički je bilo nemoguće simultano varirati ova tri faktora s promjenom širine rasplijka, nadmjerom, promjenom dozvoljenog postotka piljenica ispod nominalne debljine i mnogim mogućim rasporedima pila. Teško je također bilo uzeti u obzir posljedice usušivanja drva, kao i optimalno krojenje piljenica. Kao rezultati istraživanja davani su prosjeci, koji su bili korisni, no danas premalo precizni. Poznato je [2] da je prosječni porast iskorišćenja po 1 cm porasta promjera oko 0,2 do 0,4%. To je prosjek za različiti pad promjera, razne rasporede, razne dužine trupaca i ostale faktore. Takav prosjek je koristan, no, kao uostalom i prosjeci uopće, nedovoljno precizan. Prednost teorijskih istraživanja leži u generalnim informacijama, no dedukcija na posebne uvjete je nesigurna.

Eksperimentalna istraživanja. Eksperimentalna istraživanja vršena su na pojedinim pilanama s određenim, više manje, reprezentativnim uzorcima trupaca. Rezultati tih istraživanja poklapaju se s onim dobijenim teorijskim putem (i to onim najopćenitijim), dok ima detalja gdje se ti rezultati i jako razlikuju. Prednost eksperimenta je u tome što, ako se pravilno provede, daje sliku o određenim trupcima, na određenoj pilani u određeno vrijeme, uz određenu tehnologiju i dr. Problem je indukcije tih rezultata na ostale pilane, odnosno strukture trupaca, ljude, tehnologiju i dr. Nedostatak eksperimenta je također njegova velika cijena. I jedna i druga metoda imaju, dakle, svojih prednosti i mana.

Metoda simulacije eksperimenta, ili kraće metoda simulacije, je kombinacija eksperimenta i teorijskih istraživanja.

Tom se metodom može vrlo precizno simulirati realni eksperiment, te tako dobiti rezultate koji su vredniji bilo od samo teorijskog ili samo eksperimentalnog istraživanja. Naravno da i simulacija (neki upotrebljavaju sinonim: oponašanje) može biti bolja ili lošija. Sve ovisi o tome koliko se vjerno uspjelo matematičkim jezikom opisati trupac i tehnologiju njegovog rasplijivanja. Za to je u krajnjoj liniji potreban i eksperiment, no mnogo toga se može načiniti i bez eksperimenta.

Posljednjih je godina u svijetu izrađeno dosta programa za elektroničko računalo, pomoću kojih se može vršiti simulacija piljenja trupaca. Takav program je izrađen i kod nas u Zavodu za istraživanja u drvnoj industriji (ZIDI) Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Program je poznat pod imenom RARAVO. Također je izrađen i već se može koristiti i program RAVIDI. I jedan i drugi pro-

gram opisani su već u literaturi [4], [5], [6], [7], tako da će se ovdje o njima spomenuti samo najnužnije.

## 2.0 RARAVO i RAVIDI

RARAVO i RAVIDI su programi za elektroničko računalo, pomoću kojih se vrši simulacija piljenja trupaca. Model za simulaciju sadrži slijedeće:

Za trupac se pretpostavlja da je krnji stožac. Duljina, srednji promjer i pad promjera trupca, te propiljak na jarmači su varijable koje se mogu po volji fino mijenjati. Minimalna širina i dužina građe, širina raspiljka na krajčarici, odnosno rubilici, te vlažnost do koje se suši su ulazni podaci koji se također mogu lako mijenjati. Dozvoljeni postotak građe ispod nominalne debljine, kao i varijabilnost debljine građe uzrokovane netočnošću piljenja (izražavati će se kao standardna devijacija — sigma — totalnog varijabiliteta) također su ulazne varijable.

Programi sadrže funkciju pomoću koje se računa utezanje piljenica po debljini i širini, zatim funkciju pomoću koje se vrši okrajčivanje i rubljenje (prikračivanje) tako da se dobije optimalan volumen piljenice, te funkciju pomoću koje se računa nadmjera.

Kod svakog izvođenja programa, zadaje se proizvodni broj proizvodnih rasporeda pila, u nominalnim debljinama piljenice.

Program RAVIDI je proširenje programa RARAVO u kojem se, osim spomenutih ulaza, zadaju i cijene građe, piljevine i krupnog ostatka (sekundarna sirovina).

Oba programa kao izlaz daju rasporede s potrebnim nadmjerama, volumen i strukturu po dimenzijama dobivene piljene građe, te količinu piljevine i volumen krupnog ostatka. RARAVO zadane rasporede rangira prema volumnom, a RAVIDI prema vrijednosnom iskorišćenju trupca.

Istraživanja koja je proveo Butković [3] pokazala su zadovoljavajuće slaganje između rezultata dobivenih simuliranjem pomoću programa RARAVO i rezultata dobivenih eksperimentalnim piljenjem. Ta se istraživanja nastavljaju i bit će uskoro publicirana.

Međutim, za istraživanja čiji su rezultati izneseni u ovom radu, nije čak niti potrebno veliko podudaranje simulacije s realnosti, jer je glavni zadatak bio istraživanje odnosa između različitih rasporeda za svaki od mnogo različitih trupaca. Za pretpostaviti je da su rezultati simulacije posvuda podjednako netočni (ili točni), te da relativni odnosi koje smo istražili vrijede.

RARAVO i RAVIDI, dakle, omogućuju da se brzo i jeftino izvede velik broj simuliranih eksperimenata. To je u ovom radu i učinjeno.

## 3.0 KVALITATIVNA KOMPARIJACIJA RAZLIČITIH RASPOREDA PILJENJA S OBIZROM NA VOLUMNO ISKORIŠĆENJE TRUPCA ZA RAZLIČITE DIMENZIJE TRUPCA

Izlaganje će se započeti analizom faktora koji utječu na volumno iskorišćenje trupca. Kod toga je posebno značajno, kako spomenuti faktori utječu na potrebu mijenjanja rasporeda, u smislu postizanja maksimalnog volumnog iskorišćenja. To, drugim riječima, znači da će se ispitati da li će raspored koji je optimalan, u smislu volumnog iskorišćenja, za trupac debljine 20 cm, dužine 4 m i npr. pada promjera 1,5 cm/m, ostati optimalan i za ostale vrijednosti pada promjera. U tu je svrhu izvršeno simulirano piljenje trupaca različitih promjera, dužina i pada promjera, različitih širina raspiljaka i netočnosti piljenja.

Trupci su razvrstani u sedam debljinskih grupa, a za svaku od tih grupa odabrano je 10 različitih rasporeda pila, s kojima je vršena simulacija. Debljinske grupe i rasporede, za koje je vršeno piljenje, bili su slijedeći:

DEBLJINSKA GRUPA TRUPACA 20-24 cm  
RASPOREDI PILA

1.	1/120	2/23	R/17	1/100	3/23	R/17
2.	1/100	2/23	R/17	1/23	3/23	R/17
3.	1/120	2/23	R/17	1/100	2/23	R/17
4.	1/120	2/23	R/17	1/23	3/23	R/17
5.	1/90	R/23		1/90	R/23	
6.	1/100	R/23		2/23	R/23	
7.	1/90	R/23		1/37	R/23	
8.	1/120	R/23		1/100	R/23	
9.	1/120	R/23		2/23	R/23	
10.	1/120	R/17		2/17	R/17	

DEBLJINSKA GRUPA TRUPACA 25-29 cm  
RASPOREDI PILA

1.	1/160	3/23	R/17	1/140	3/23	R/17
2.	1/150	3/23	R/17	1/23	4/23	R/17
3.	1/170	R/17		1/37	3/37	R/23
4.	1/180	1/37	R/23	1/37	2/37	2/17
5.	1/100	3/23	R/17	1/23	5/23	R/17
6.	1/160	R/17		2/17	R/17	
7.	1/160	R/23		2/23	R/23	
8.	1/180	R/23		1/140	R/23	
9.	1/150	R/23		2/23	R/23	
10.	1/120	R/23		2/23	R/23	

DEBLJINSKA GRUPA TRUPACA 30-34 cm  
RASPOREDI PILA

1.	1/150	3/23	R/17	1/37	5/23	R/17		
2.	1/120	1/47	1/28	R/17	1/37	5/23	R/17	
3.	2/76	1/37	2/23	R/17	2/47	1/47	2/23	R/17
4.	1/150	3/23	R/17	1/37	4/23	R/17		
5.	2/96	2/23	R/17	2/96	2/23	R/17		
6.	1/150	3/23	R/17	1/23	4/23	R/17		
7.	1/170	3/23	R/17	1/23	2/47	2/23	R/17	
8.	1/160	R/17		2/17	R/17			
9.	1/160	R/23		2/23	R/23			
10.	1/180	R/23		1/140	R/23			

DEBLJINSKA GRUPA TRUPACA 35-39 cm  
RASPOREDI PILA

1.	2/100	1/37	1/23	R/17	1/47	5/23	R/17		
2.	1/180	1/47	2/23	R/17	1/23	1/23	1/76	R/23	
3.	1/160	1/47	2/23	R/17	2/23	2/47	2/17	R/23	
4.	1/180	1/47	2/23	R/17	1/23	1/23	1/76	2/17	R/23
5.	1/220	2/23	R/17		2/23	1/23	1/47	2/23	R/17
6.	1/220	2/23	R/17		2/47	1/47	2/23	R/17	
7.	1/220	2/23	R/17		1/47	5/23	R/17		
8.	1/47	2/47	2/23	R/17					
9.	2/47	1/47	3/23	R/17					
10.	1/37	2/37	2/23	R/17					

DEBLJINSKA GRUPA TRUPACA 40—44 cm  
 RASPOREDI PILA

1.	1/220	1/47	2/23	R/17	1/23	1/23	2/47	4/17	R/23
2.	2/120	1/37	1/23	R/17	1/37	5/23	R/17		
3.	1/220	1/37	2/23	R/17	1/23	1/23	1/76	R/17	
4.	1/220	1/47	1/23	R/17	1/66	1/23	1/76	2/17	R/23
5.	1/240	1/47	2/23	R/17	1/23	1/23	2/47	2/23	R/17
6.	2/100	1/47	2/23	R/17	1/47	5/23	R/17		
7.	1/160	R/17			2/17	R/17			
8.	1/160	R/23			2/23	R/23			
9.	1/180	R/23			1/140	R/23			
10.	1/160	R/23			2/23	R/23			

 DEBLJINSKA GRUPA TRUPACA 45—49 cm  
 RASPOREDI PILA

1.	1/160	R/23			2/23	R/23			
2.	1/180	R/23			1/140	R/23			
3.	1/200	1/23	R/17		1/160	R/23			
4.	1/220	2/23	R/17		2/76	R/23			
5.	1/250	R/23			1/47	1/47	R/23		
6.	2/23	R/23							
7.	1/160	R/17			2/17	R/17			
8.	1/180	R/17			1/140	R/17			
9.	1/220	1/47	R/23		1/47	2/47	R/23		
10.	1/200	1/47	R/23		2/47	1/47	R/23		

 DEBLJINSKA GRUPA TRUPACA 50—54 cm  
 RASPOREDI PILA

1.	1/300	1/47	R/23		1/23	2/23	2/47	R/23	
2.	1/320	1/47	R/23		2/23	1/23	2/47	R/23	
3.	1/320	1/47	R/23		2/23	1/23	3/47	R/23	
4.	1/340	1/47	R/23		1/23	2/23	3/47	R/23	
5.	1/350	2/47	R/23		1/23	1/20	3/47	R/23	
6.	1/360	1/47	R/23		1/23	1/23	2/47	R/23	
7.	1/370	1/47	R/23		1/23	2/23	2/47	R/23	
8.	1/380	1/47	R/23		1/23	2/23	2/47	R/23	
9.	1/240	1/47	R/23		2/47	1/47	R/23		
10.	1/200	1/47	R/23		2/47	1/47	R/23		

Bilo je, dakle, promatrano 35 različitih debljina trupaca.

### 3.1. Utjecaj promjera, pada promjera i dužine trupca na izbor optimalnog rasporeda

Svih spomenutih 35 različitih debljina trupaca bilo je kombinirano sa svakim od 5 pada promjera: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 cm/m, te sa svakom od 7 dužina trupaca: 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5 i 6,0 m.

Bilo je, dakle, raspiljeno  $35 \times 5 \times 7 = 1225$  različitih trupaca. Budući da je svaki trupac bio raspiljen s 10 različitih rasporeda, to znači da je svaki trupac bio raspiljen s 10 različitih rasporeda, što znači da je bilo izvršeno 12250 simuliranih piljenja.

Raspiljivanje je izvršeno sa slijedećim uvjetima:

Širina propiljka na jarmači: 3,4 mm;

Širina propiljka na krajčarici: 5,0 mm;

Širina propiljka na rubilici: 4,5 mm;

Dozvoljeni postotak građe ispod nominalne debljine: 10,0;

Netočnost piljenja:  $\sigma = 0,20$  mm;

Postotak vlažnosti do koje se građa suši: 20,0;

Minimalna dužina građe: 100 cm;

Minimalna širina građe: 8 cm;

Porast dužine građe po 25 cm.

Porubljivanje i okrajčivanje vršeno je tako da bi se dobio maksimalni volumen građe.

Za kvalitetnu analizu utjecaja debljine, dužine i pada promjera trupca, na izbor rasporeda (u smislu postizanja najvećeg volumnog iskorišćenja trupaca), sastavljene su Tabela I i Tabela III.\*

Tabela I. uključuje 84 manje tablice, koje su dobivene tako da su za naznačenu dužinu, promjer i pad promjera (pp) trupca ispisani redni brojevi (bez točke) onih rasporeda pila koji čine prvih pet po rang u (od promatranih 10). Najbolji raspored napisan je u tabeli na najvišem mjestu i ima rang 5, zatim ispod njega drugi s rangom 4 itd.

Iz tih se tabela vidi kako se položaj rasporeda u rangiranom nizu mijenja s promjenom dimenzija trupaca. Kod čitanja tih tabela treba imati u vidu da se rasporedi, dakle i njihovi redni brojevi, mijenjaju s promjenom debljinskog stupnja. Linija koja po vertikalni spaja pojedine rasporede znači da je postotak volumnih iskorišćenja tih rasporeda jednak u prvoj decimali.

U detaljnu analizu ovih tabela ovdje se neće ulaziti, već će se ukazati na neke interesantne činjenice.

Promotrimo npr. dio Tabele I koji se odnosi na debljinski stupanj 25 — 29 cm. Prije svega je uočljivo, da se svaki od 10 promatranih rasporeda pojavljuje među 5 najboljih. To znači da su rasporedi dobro odabrani i da ih treba pažljivo birati, odnosno da bi trebalo trupce vrlo fino sortirati. Naravno da je to moguće, no vjerojatno nije niti potrebno. Lako je, naime, uočljiva dominacija rasporeda broj 1 i rasporeda broj 8, koji su, od 60 mogućih, zauzeli 55 prvih mjesta (ta dva rasporeda dominiraju i na drugom mjestu). Smatra se da je ta činjenica interesantna, jer je u tom debljinskom razredu izbor najboljeg rasporeda sveden na svega dva rasporeda. Treba naglasiti, međutim, da je izbor između ta dva rasporeda veoma osjetljiv na promjenu pada promjera. Ta osjetljivost je vrlo nepravilna, tako da nije moguće dati pravila kada treba koji raspored upotrijebiti, već se jedino možemo poslužiti direktno tabelama.

\* Podaci tabele II grafički su prikazani na dijagramima 2.1 — 2.21, a njihove brojčane vrijednosti nisu ovdje tiskane.

Zanimljivo je pokazati kako su rangirani rasporedi: prvo za različite debljine i različite vrijednosti pada promjera, bez obzira na dužinu trupca, te drugo za različite debljine i različite dužine bez obzira na pad promjera trupca. Ta su grupiranja interesantna ako se trupci ne sortiraju: (1) prema dužinama i (2) prema padu promjera. Zbog toga su formirani dijagram 1. i dijagram 2.

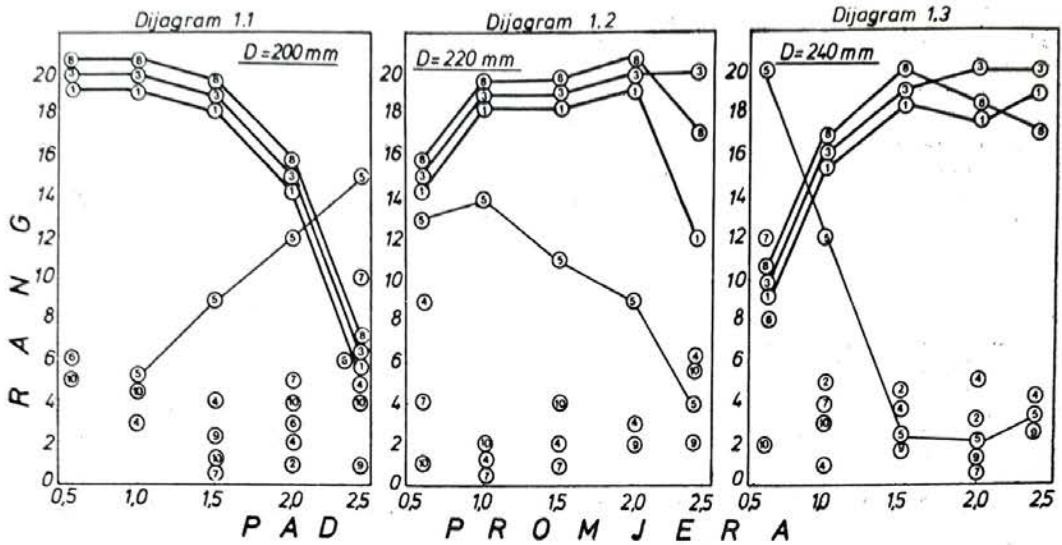
Tabela 1. Rasporedi po rang-u s obzirom na prosječni, padova promjera i dužina trupca

D	30					34					38					42				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
10	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
20	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
30	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
40	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
50	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
60	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
70	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
80	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
90	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
100	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.

D	30					34					38					42				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
10	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
20	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
30	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
40	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
50	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
60	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
70	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
80	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
90	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
100	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.

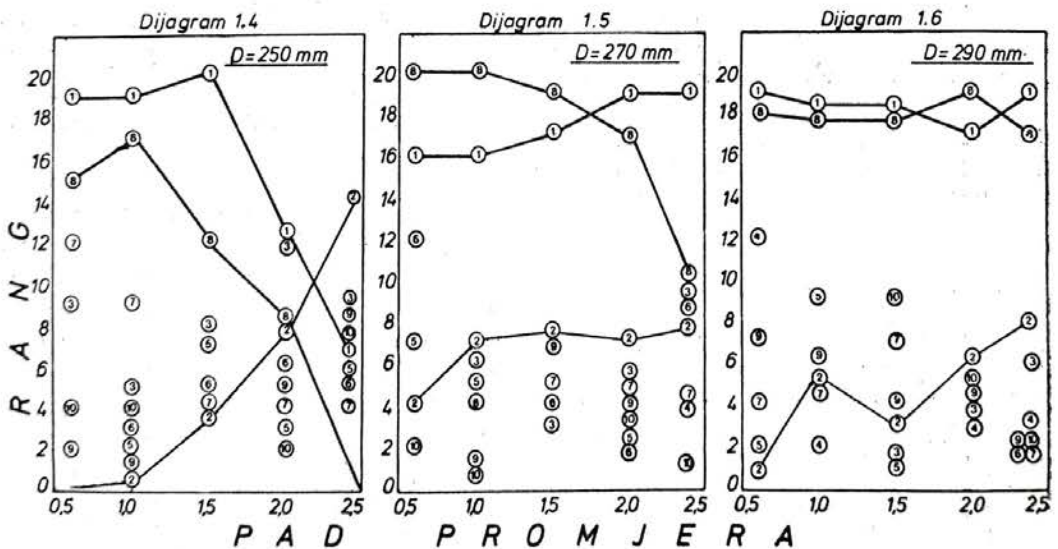
Dijagram 1. je dobiven tako da su rangovi za svaki pad promjera zbrojeni po svim dužinama. Trend ranga, s obzirom na promjenu pada promjera, spojen je za interesantnije rasporede u poligon. Npr. na dijagramu 1.11 vidi se da vrijednost rasporeda br. 10 pada s porastom pada promjera, dok u isto vrijeme rastu vrijednosti rasporeda br. 6 i br. 5. Nadalje na dijagramu 1.8 vidi se kako je raspored br. 10 najbolji za sve vrijednosti pada promjera. Iz dijagrama 1.7, 1.8 i 1.9 može se vidjeti da je raspored br. 10 najbolji u debljinskom stupnju 30-34 cm, bez obzira o kojoj dužini trupca, odnosno o kojem padu promjera se radi.

Dijagram 2. načinjen je slično. Rangovi za svaki raspored su zbrojeni za svaku dužinu preko svih vrijednosti pada promjera.



## RASPOREDI PILA:

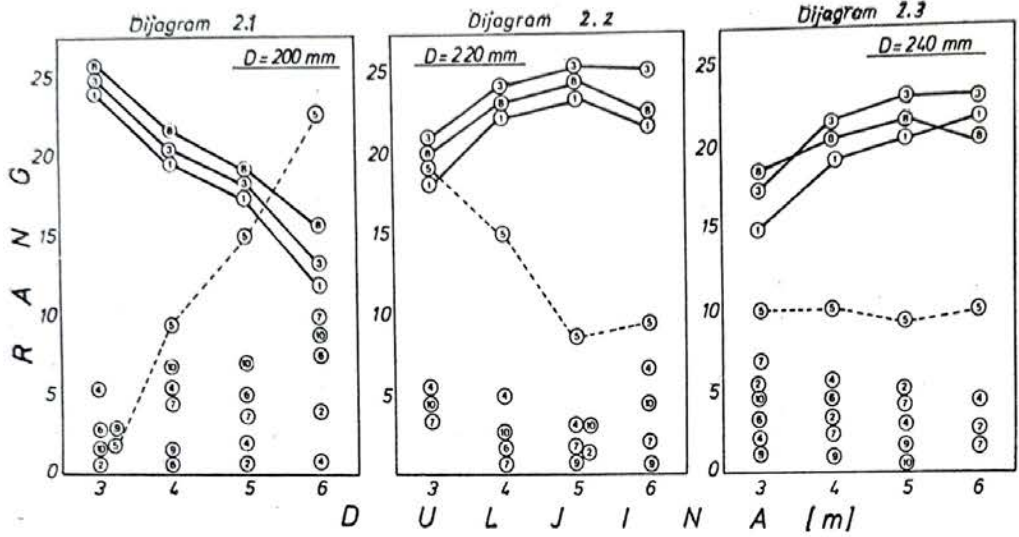
- ① 11120 2123 10117 ② 11100 2123 10117 ③ 11120 2123 10117 ④ 11120 2123 10117 ⑤ 11190 10123  
 11100 3123 10117 1123 3123 10117 11100 2123 10117 1123 3123 10117 1190 10123
- ⑥ 11100 10123 ⑦ 1190 10123 ⑧ 11120 10123 ⑨ 11120 10123 ⑩ 11120 10117  
 2123 10123 1137 10123 1100 10123 2123 10124 2117 10117



## RASPOREDI PILA:

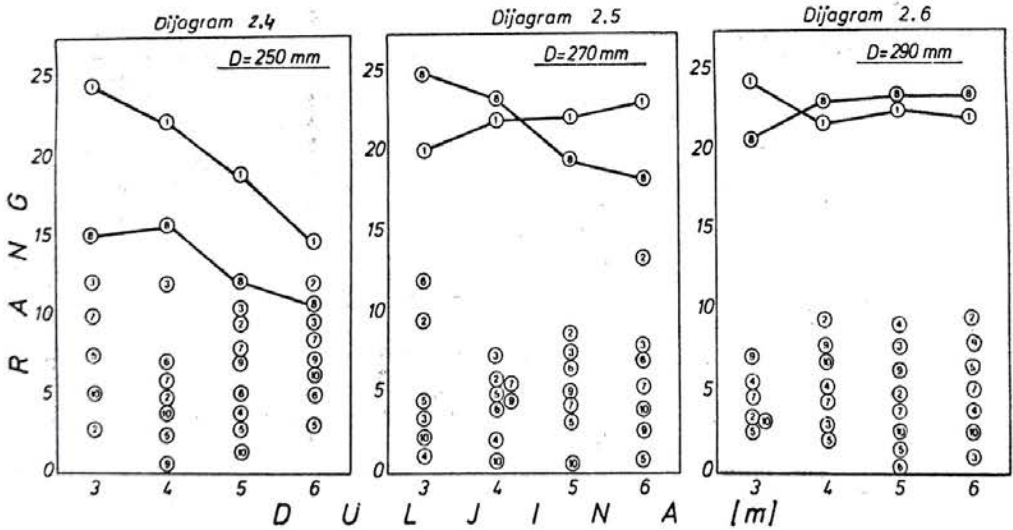
- ① 11160 3123 10117 ② 11150 3123 10117 ③ 1117 10117 ④ 11180 1137 10123 ⑤ 11100 3123 10117  
 1140 3123 10117 1123 4123 10117 1137 3117 10123 1137 2137 2117 10123 1123 5123 10117
- ⑥ 11160 10117 ⑦ 11160 10123 ⑧ 11180 10123 ⑨ 11150 10123 ⑩ 11120 10123  
 2117 10117 2123 10123 1140 10123 2123 10123 2123 10123

RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER, PAD PROMJERA ZA  
 DULJINE 3+6 m



RASPOREDI PILA:

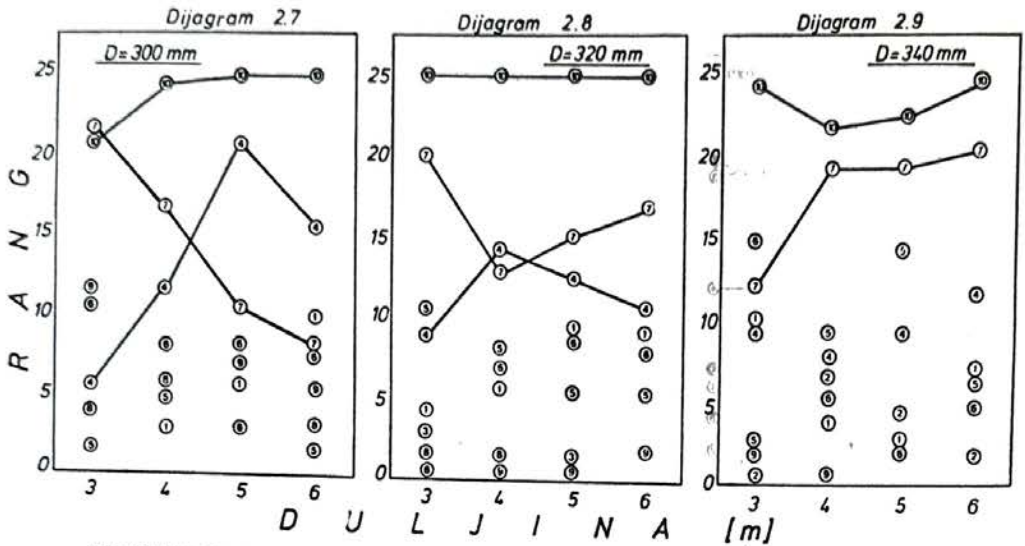
- ① 11120 2123 10117  
11100 3123 10117
- ② 11100 2123 10117  
1123 3123 10117
- ③ 11120 2123 10117  
11100 2123 10117
- ④ 11120 2123 10117  
1123 3123 10117
- ⑤ 1190 10123  
1190 10123
- ⑥ 11100 10123  
2123 10123
- ⑦ 1190 10123  
1137 10123
- ⑧ 11120 10123  
11100 10123
- ⑨ 11120 10123  
2123 10124
- ⑩ 11120 10117  
2117 10117



RASPOREDI PILA:

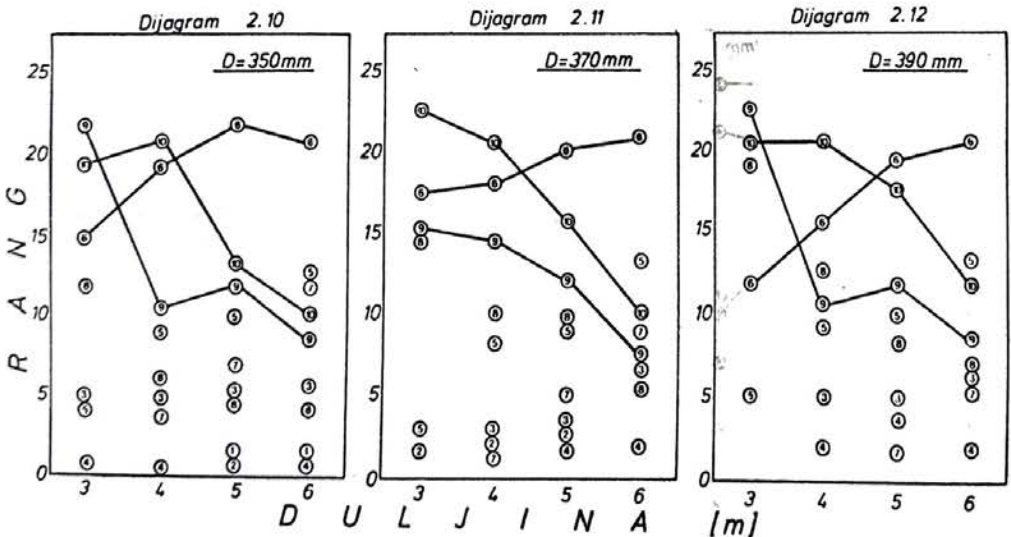
- ① 11160 3123 10117  
11140 3123 10117
- ② 11150 3123 10117  
1123 4123 10117
- ③ 1117 10117  
1137 3117 10123
- ④ 11180 1137 10123  
1137 2137 2117 10123
- ⑤ 11100 3123 10117  
1123 5123 10117
- ⑥ 11160 10117  
2117 10117
- ⑦ 11160 10123  
2123 10123
- ⑧ 11180 10123  
11140 10123
- ⑨ 11150 10123  
2123 10123
- ⑩ 11120 10123  
2123 10123

RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER I DULJINU ZA PAD PROMJERA 0,5 + 2,5



## RASPOREDI PILA:

- ① 11150 3123 10117  
1137 5124 10117
- ② 11120 1147 1129 10117  
1137 5123 10117
- ③ 2176 1137 2123 10117  
2147 1147 2123 10117
- ④ 11150 3123 10117  
1137 4123 10117
- ⑤ 2196 2123 10117  
2196 2123 10117
- ⑥ 11150 3123 10117  
1123 4123 10117
- ⑦ 11170 3123 10117  
1123 2147 2123 10117
- ⑧ 11160 10117  
2117 10117
- ⑨ 11160 10123  
2123 10123
- ⑩ 11180 10123  
11140 10123

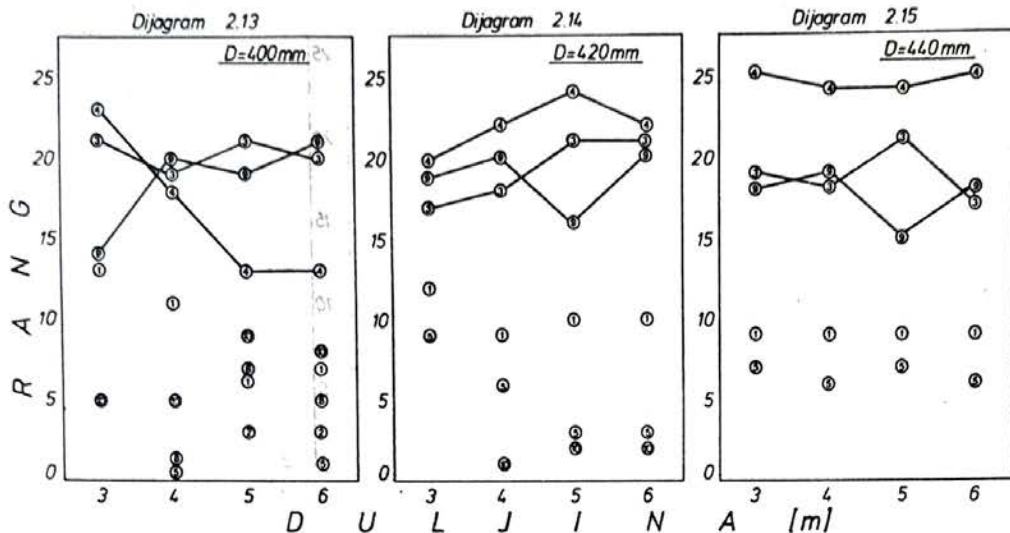


## RASPOREDI PILA:

- ② 11180 1147 2123 10117  
1123 1123 1176 2123
- ③ 11160 1147 2123 10117  
2123 2147 2117 10123
- ④ 11180 1147 2123 10117  
1123 1123 1176 2117 10123
- ⑤ 11220 2123 10117
- ⑥ 11220 2123 10117  
2147 1147 2123 10117
- ⑦ 11220 2123 10117  
1147 5123 10117
- ⑧ 11147 2147 2124 10117  
2124 10117
- ⑨ 2147 1147 3123 10117
- ⑩ 11137 2137 2123 10117
- ① 21100 1137 1123 10117  
1147 5123 10117

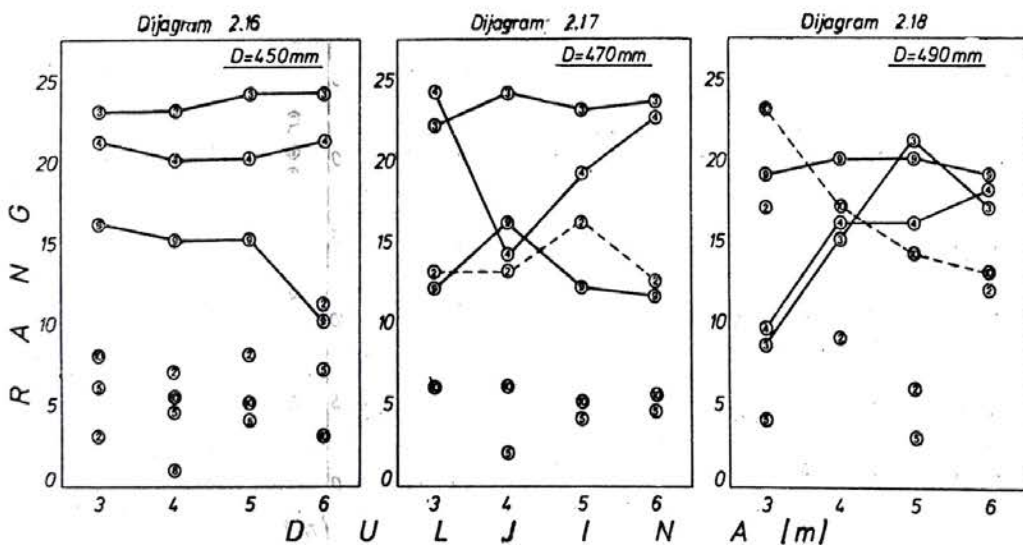
RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER I DULJINU ZA PAD  
PROMJERA 0,5+2,5





RASPOREDI PILA:

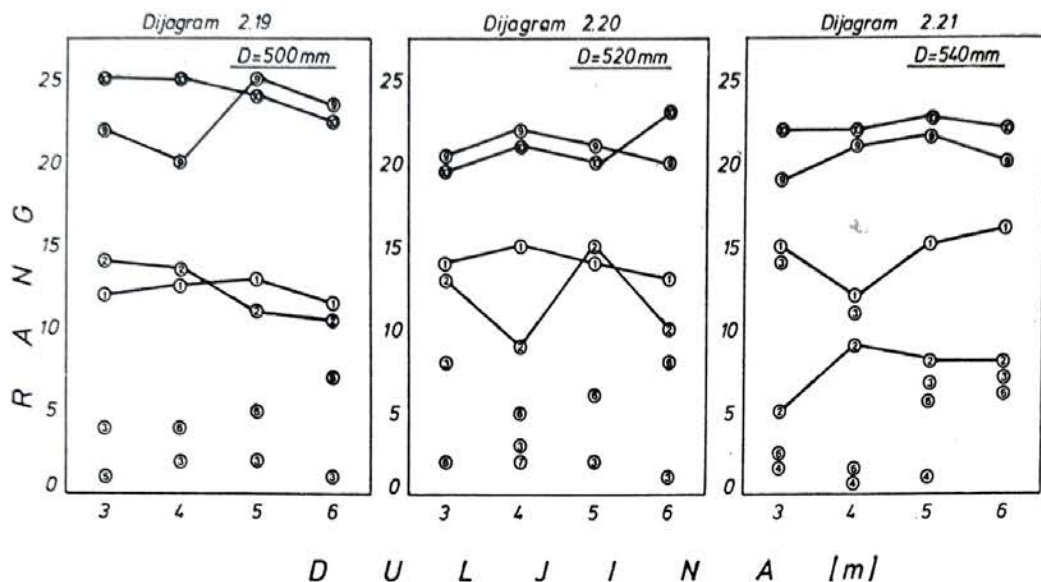
- ① 11220 1147 2123 10117    ② 21120 1137 1123 10117    ③ 11220 1137 2123 10117    ④ 11220 1147 1123 10117    ⑤ 11240 1147 2123 10117
- 1123 1123 2147 4117 10123    1137 5123 10117    1123 1123 1176 10117    1166 1123 1176 2117 10123    1123 1123 2147 2123 10117
- ⑥ 21100 1147 2123 10117    ⑦ 11160 10117    ⑧ 11160 10123    ⑨ 11180 10123    ⑩ 11160 10123
- 1147 5123 10117    2117 10117    2123 10123    11140 10123    2123 10123



RASPOREDI PILA:

- ① 11160 10123    ② 11180 10123    ③ 11200 1123 10117    ④ 11220 2123 10117    ⑤ 11250 10123
- 2123 10123    11140 101140    11160 10123    2176 10123    1147 1147 10123
- ⑥ 2123 14123    ⑦ 11160 10117    ⑧ 11180 10117    ⑨ 11220 1147 10123    ⑩ 11200 1147 10123
- 2117 10117    11140 10117    1147 2147 10123    2147 1147 10123

RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER I DULJINU ZA PAD PROMJERA 0,5 + 2,5



RASPOREDI PILA:

- ① 11300 1147 10123    ② 11320 1147 10123    ③ 11320 1147 10123    ④ 11340 1147 10123    ⑤ 11350 2147 10123  
 1123 2123 2147 10123    2123 1123 2147 10123    2123 1123 3147 10123    1123 2123 3147 10123    1123 1123 3147 10123  
 ⑥ 11360 1147 10123    ⑦ 11370 1147 10123    ⑧ 11380 1147 10123    ⑨ 11240 1147 10123    ⑩ 11200 1147 10123  
 1123 1123 2147 10123    1123 2123 2147 10123    1123 2123 2147 10123    2147 1147 10123    2147 1147 10123

**RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER I DULJINU ZA PAD PROMJERA 0,5+2,5**

Usporedba dijagrama 1. s dijagramom 2. naznačuje, kako izgleda, dosta opće pravilo, da se rangovi nekih značajnijih rasporeda mijenjaju podjednako s promjenom dužine kao i s promjenom pada promjera. Usporedimo li npr. dijagram 1.7 sa njemu odgovarajućim dijagramom 2.7, može se primijetiti da raspored br. 10 dominira na oba dijagrama, da je rang rasporeda br. 4 u porastu, a rang rasporeda br. 7 u padu na oba dijagrama. To pravilo ima i iznimaka. Uspoređujući npr. dijagrame 2.3 i 1.2, može se uočiti da je rang rasporeda br. 5 neovisan, s obzirom na promjenu dužine, dok je o promjeni pada promjera ovisan.

U dalje analize se ovdje neće ulaziti, ali je sigurno da su navedene tabele i dijagrami korisni svakom tehnologu.

**3.2. Utjecaj promjera, širine raspiljka i netočnosti piljenja na izbor optimalnih rasporeda piljenja**

Slijedeći faktori čiji je utjecaj na rang rasporeda ispitan bili su širina raspiljka na jar-

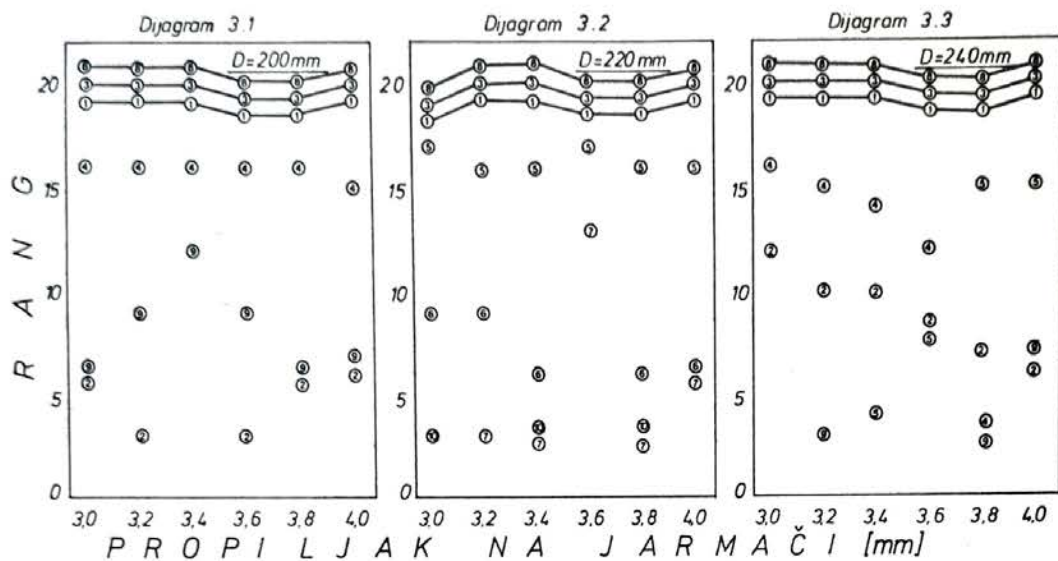
mači i netočnost piljenja (izražena kao standardna devijacija debljina). Širina raspiljka je varirana od 3 mm do 4 mm s porastom 0.2 mm, a netočnost piljenja od 0.1 mm do 0.4 mm sa porastom 0.1 mm.

Zbog jednostavnosti promatrani su samo trupci dužine 4 m, s padom promjera 1.5 cm/m.

U svakom od 7 debljinskih stupnjeva upotrebljeni su isti rasporedi koji su navedeni na početku točke 3. Ispiljeno je, dakle,  $4 \times 6 \times 5 \times 7 = 840$  različitih trupaca, svaki s po 10 rasporeda, što je ukupno 8400 piljenja.

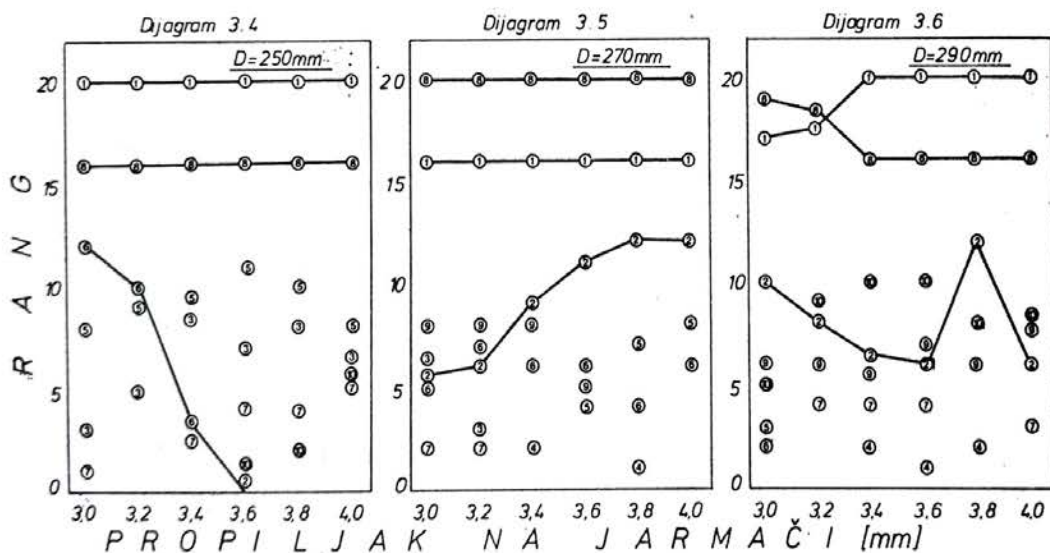
Rezultati su prikazani na dijagramu 3. i tabeli III. Dijagram 3. načinjen je analogno dijagramima 1. odnosno 2. dok je tabela III analogna tabeli I.

Na dijagramu 3. se može uočiti da linije koje spajaju najbolje (dominantne) rasporede nisu kod tankih trupaca ispresijecane i relativno su konstantne visine. To znači da je kod tankih trupaca rang najboljih rasporeda neosjetljiv na promjenu veličine propiljka na jarmači.



RASPOREDI PILA:

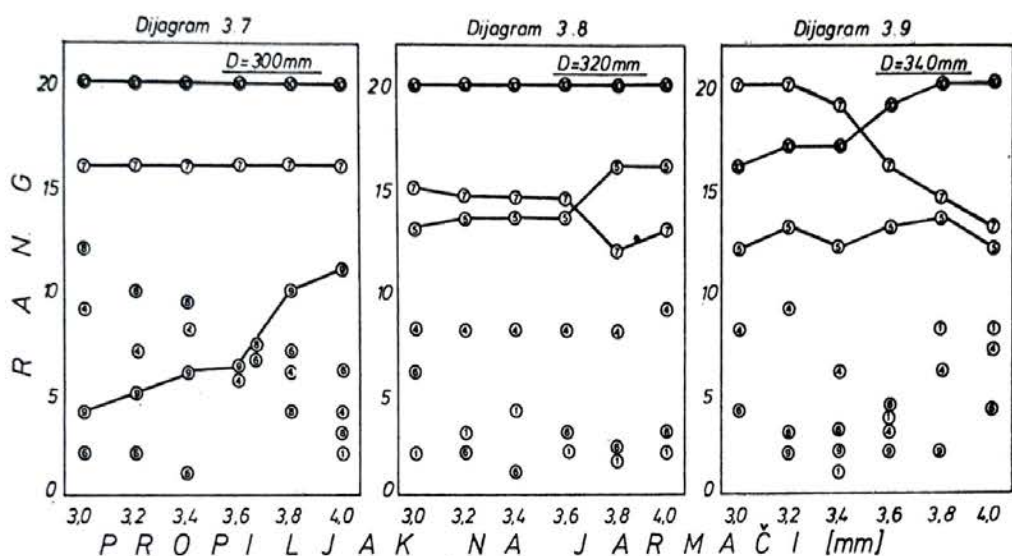
- ① 11120 2123 10117  
11100 3123 10117
- ② 11100 2123 10117  
1123 3123 10117
- ③ 11120 2123 10117  
11100 2123 10117
- ④ 11120 2123 10117  
1123 3123 10117
- ⑤ 1190 10123  
1190 10123
- ⑥ 11100 10123  
2123 10123
- ⑦ 1190 10123  
1137 10123
- ⑧ 11120 10123  
11100 10123
- ⑨ 11120 10123  
2123 10124
- ⑩ 11121 10117  
2117 10117



RASPOREDI PILA:

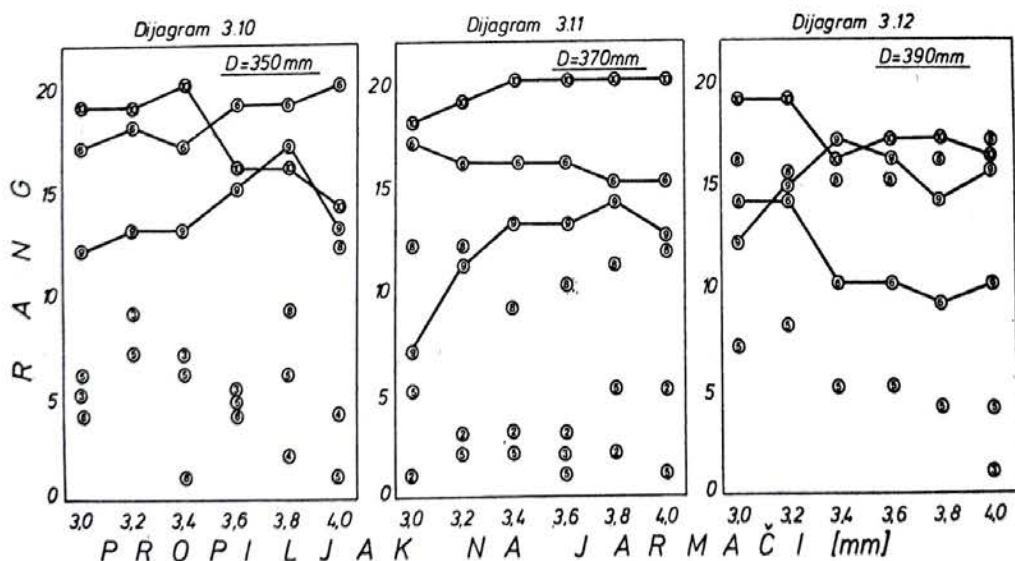
- ① 11160 3123 10117  
1110 3123 10117
- ② 11150 3123 10117  
1123 4123 10117
- ③ 1117 10117  
1137 3117 10123
- ④ 11180 1137 10123  
1137 2137 2117 10123
- ⑤ 11100 3123 10117  
1123 5123 10117
- ⑥ 11160 10117  
2117 10117
- ⑦ 11160 10123  
2123 10123
- ⑧ 11180 10123  
11140 10123
- ⑨ 11150 10123  
2123 10123
- ⑩ 11120 10123  
2123 10123

RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER I PROPILJAK NA JARMAČI ZA NETOČNOST PILJENJA 0,1±0,4



## RASPOREDI PILA

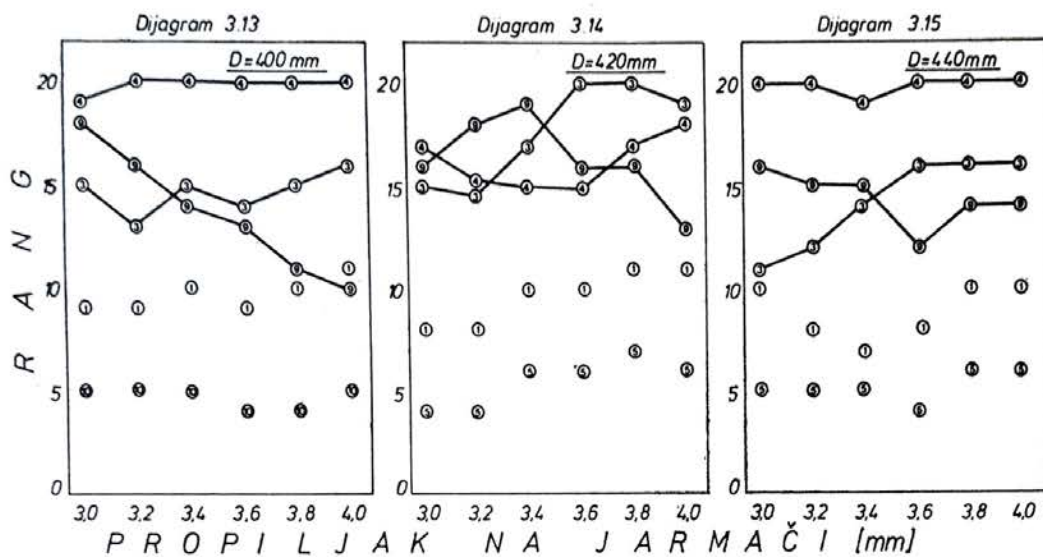
- ① 11150 3123 10117  
1137 5124 10117
- ② 11120 1147 1129 10117  
1137 5123 10117
- ③ 2176 1137 2123 10117  
2147 1147 2123 10117
- ④ 11150 3123 10117  
1137 4123 10117
- ⑤ 2196 2123 10117  
2196 2123 10117
- ⑥ 11150 3123 10117  
1123 4123 10117
- ⑦ 11170 3123 10117  
1123 2147 2123 10117
- ⑧ 11160 10117  
2117 10117
- ⑨ 11160 10123  
2123 10123
- ⑩ 11180 10123  
11140 10123



## RASPOREDI PILA

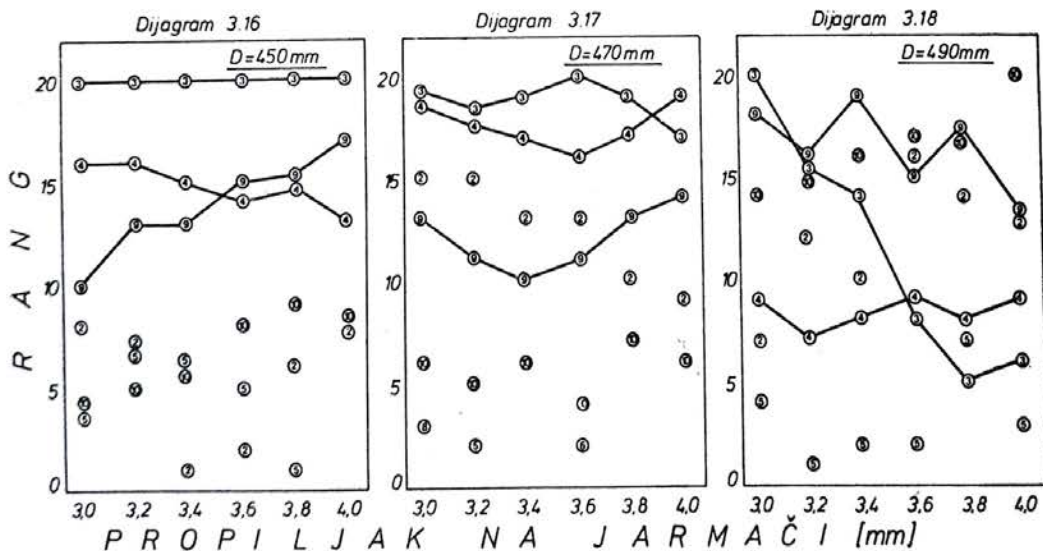
- ② 11180 1147 2123 10117  
1123 1123 1176 2123
- ③ 11160 1147 2123 10117  
2123 2147 2117 10123
- ④ 11180 1147 2123 10117  
1123 1123 1176 2117 10123
- ⑤ 11220 2123 10117  
1123 1123 1147 2123 10117
- ⑥ 11220 2123 10117  
2147 1147 2123 10117
- ⑦ 11220 2123 10117  
1147 5123 10117
- ⑧ 1147 2147 2124 10117  
2124 10117
- ⑨ 2147 1147 3123 10117
- ⑩ 1137 2137 2123 10117
- ① 21100 1137 1123 10117  
1147 5123 10117

RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER I PROPILJAK NA  
JARMAČI ZA NETOČNOST PILJENJA 0,1÷0,4



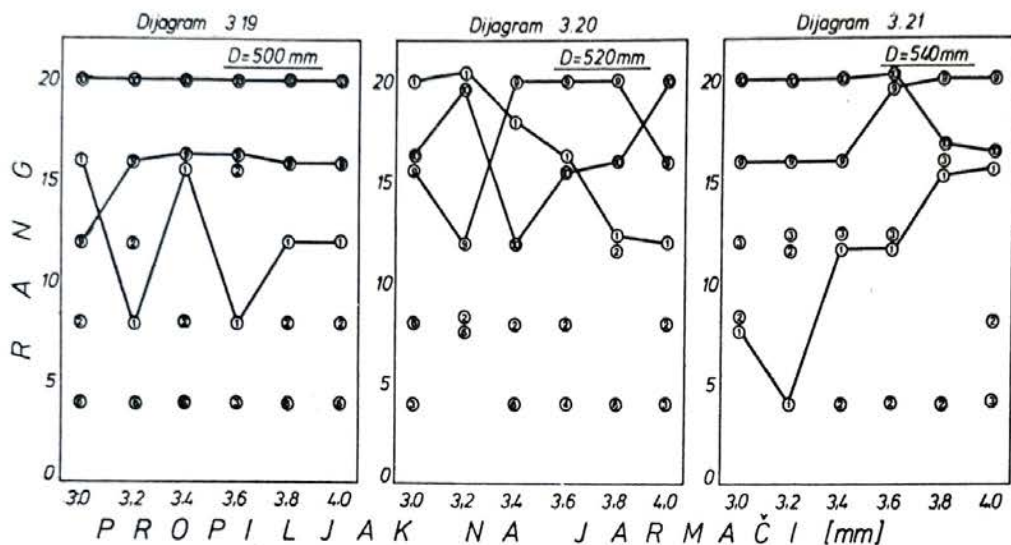
RASPOREDI PILA

- ① 11220 1147 2123 10117    ② 21120 1137 1123 10117    ③ 11220 1137 2123 10117    ④ 11220 1147 1123 10117    ⑤ 11240 1147 2123 10117
- 1123 1123 2147 4117 10123    1137 5123 10117    1123 1123 1176 10117    1166 1123 1176 2117 10123    1123 1123 2147 2123
- ⑥ 21100 1147 2123 10117    ⑦ 11160 10117    ⑧ 11160 10123    ⑨ 11180 10123    ⑩ 11160 10123
- 1147 5123 10117    2117 10117    2123 10123    11140 10123    2123 10123



RASPOREDI PILA

- ① 11160 10123    ② 11180 10123    ③ 11200 1123 10117    ④ 11220 2123 10117    ⑤ 11250 10123
- 2123 10123    11140 101140    11160 10123    2176 10123    1147 1147 10123
- ⑥ 2123 14123    ⑦ 11160 10117    ⑧ 11180 10117    ⑨ 11220 1147 10123    ⑩ 11200 1147 10123
- 2117 10117    11140 10117    1147 2147 10123    2147 1147 10123



RASPOREDI PILA:

- ① 11300 1147 10123    ② 11320 1147 10123    ③ 11320 1147 10123    ④ 11340 1147 10123    ⑤ 11350 2147 10123  
 1123 2123 2147 10123    2123 1123 2147 10123    2123 1123 3147 10123    1123 2123 3147 10123    1123 1123 3147 10123  
 ⑥ 11360 1147 10123    ⑦ 11370 1147 10123    ⑧ 11380 1147 10123    ⑨ 11240 1147 10123    ⑩ 11200 1147 10123  
 1123 1123 2147 10123    1123 2123 2147 10123    1123 2123 2147 10123    2147 1147 10123    2147 1147 10123

**RANGVI RASPOREDA PILA OBZIROM NA PROMJER I PROPILJAK NA JARMAČI ZA NETOČNOST PILJENJA 0,1÷0,4**

Što je trupac deblji, linije su više ispresije-cane i strmije, što opet znači da kod debljih trupaca promjena veličine raspiljka zahtijeva da se više pažnje pokloni izboru rasporeda. Taj je zaključak općenit, no više manje teoretskog značenja. Za praktičnu upotrebu najbolje se služiti direktno iznesenim dijagramima. Promotrimo npr. debljinsku grupu trupaca 45 do 49 cm. Dok je kod debljine 45 cm raspored broj 3 najbolji za sve promatrane netočnosti piljenja i širine propiljka, dotle je za trupce samo 2 cm deblje, tj. za debljinu 49 cm, taj isti raspored najbolji za veličinu propiljka od 3 mm, dok mu vrijednost (rang) za veće propiljke naglo pada.

Kako netočnost piljenja promatrana za različite veličine propiljka djeluje na rang rasporeda

prikazano je u tabeli III. Promatrajući tabelu III, također se može donijeti općenit zaključak da netočnost piljenja više utječe na rang rasporeda kod tanjih trupaca nego kod većih, no smatra se da ipak treba voditi računa i o iznimkama. Tako se npr. već kod trupaca debljine 22 cm i širine propiljka 3 mm pojavljuje raspored br. 5 kao najbolji kod netočnosti piljenja 0,1 mm, dok taj raspored u svim ostalim slučajevima prima prepusta rasporedima broj 1, 3 i 8.

Ovo što je iznijeto dovoljno je da stručnjake upozna s odnosima između različitih rasporeda u ovisnosti o promatranim faktorima koji na te odnose djeluju. U ispitivanju KVANTITATIVNIH odnosa nastojat će se analizirati i neki drugi faktori koji ovom analizom nisu bili obuhvaćeni.

Tabela 3. Rasporedi na osnovu kriterija na presjeku, različiti presjeci na jarmci, sa ostacima

biljeske od 0,1 mm do 0,4 mm. Dužina trupca je 4 m a presjek 15 cm<sup>2</sup>

Presjeci na jarmci:

	3,0			3,2			3,4			3,6			3,8			4,0		
1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
net.	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
pijlj.																		

LITERATURA

- [1] BELL, G. E.: Factor Influencing the Manufacture of Sawlogs, Into Lumber in Eastern Canada, For. Prod. Lab. Div. Canada, Bulletin No. 99, Ottawa 1951.
- [2] BREZNJAK, M.: 1971. Analiza nekih elemenata koji utječu na kvantitativno iskorišćenje trupaca u pilanskoj preradi. Rukopis, Katedra za tehnologiju drva, Sumarski fakultet Zagreb.
- [3] BUTKOVIC, D.: 1979. Komparativna istraživanja volumnog iskorišćenja trupaca kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 7 (5) : 15-34, tab. 1, sl. 12.
- [4] HITREC, V.: 1978. Optimalizacija piljenja korišćenjem kompjutorske tehnike. — Rangiranje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca s obzirom na kvantitativno iskorišćenje. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 6 (3) : 1-42, sl. 11, program RARAVO-1, dijagram toka.
- [5] HITREC, V.: 1979. Raravo — ZIDI, program za elektronski računar. Rangiranje rasporeda piljenja na jarmci prema volumnom iskorišćenju. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 7 (1) : 1-52, sl. 6, program Raravo-ZIDI, dijagram toka.
- [6] HITREC, V.: 1979. Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja. Bilten ZIDI, Šum. fak. Zagreb, 7 (5) : 35-41.
- [7] HITREC, V.: 1981. Određivanje rasporeda pila metodom simuliranog piljenja trupaca na jarmcima. DRVNA INDUSTRIJA, 32 (1/2) : 13-20.
- [8] KNEZEVIC, M.: 1956. Racionalna prerada drveta na gateru. Beograd.
- [9] KNEZEVIC, M.: Utjecaj širine reza i rasporeda gaterskih testera na procenat iskorišćenja. Šumarstvo, VI (1953) 4, str. 292-308.
- [10] SEDLECKIJ, I. F.: 1947. Postava na rasplivku bremen. Moskva-Leningrad.
- [11] VLASOV, G. D.: 1948. Lesopilnoe proizvodstvo. Moskva-Leningrad.

Recenzent:  
prof. dr. M. Breznjak

OPCE UDRUŽENJE SUMARSTVA,  
PRERADE DRVA I PROMETA  
HRVATSKE — Zagreb i  
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ  
INDUSTRIJI SUMARSKOG  
FAKULTETA — ZAGREB

organiziraju

SAVJETOVANJE

## ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ PROIZVODA U DRVNOJ INDUSTRIJI

koje će se održati 26. i 27. V 1982. u KUMROV-  
CU. Kompletni troškovi savjetovanja iznose  
1600,00 Din i uplaćuju se na žiro-račun ASTRA-  
TOURS — Zagreb: 35210-601-1487 do 10. V 1982.

Za detaljnije obavijesti možete se obratiti na  
organizatore savjetovanja, a svi OOUR-i i RZ  
drvne industrije detaljne programe dobit će po-  
štom.

Program savjetovanja podijeljen je u četiri  
dijela:

1. Metode traženja ideja i intuitivnog predviđanja. Tržišni, tehnološki i antropološki aspekti.
2. Metode upravljanja i rukovođenja projektima uvođenja novih proizvoda
3. Kriteriji optimalizacije kod razvoja proizvoda
4. Kvaliteta proizvoda i upravljanje kvalitetom u sistemu proizvođač — korisnik

Ukupno je prijavljeno 18 referata. Predavači su poznati znanstveni i stručni radnici Zavoda za istraživanje u drvnoj industriji — Zagreb, Instituta za drvo — Zagreb i udruženog rada drvne industrije SR Hrvatske.

Savjetovanje je namijenjeno svim stručnjacima iz drvne industrije koji se bave poslovima istraživanja tržišta, operativne prodaje, analize tržišta, analize poslovanja, projektiranja i oblikovanja proizvoda, konstrukcijama, razvojem proizvoda, organizacijom razvoja, razvojem tehnologije, pripremom rada, projektiranjem toka tehnološkog procesa, kontrolom kvalitete i organiziranjem proizvodnje i poslovanja.

Cilj savjetovanja je pružiti uvid u teoretske metodološke i organizacijske novosti na području istraživanja i razvoja proizvoda u drvnoj industriji i time na neposredan način omogućiti transfer teorije u praksu, da se izmijene iskustva stručnih kadrova o načinu rješavanja problematike iz prakse te o uspjesima koji su postignuti na ovom području.

Svi sudionici seminara dobit će tiskani materijal svih referata.

# INTERFORST 82



4. međunarodni  
sajam za šumsku  
tehniku i tehniku  
obrade



i manipulacije oblovinom  
s međunarodnim kongresima i  
posebnim izložbama

29. lipnja - 4. srpnja 1982.  
München, sajamski prostor

### Ponuda

Uzgoj šuma, gradnja i održavanje šumskih putova, zaštita šuma, zaštita na radu (higijena rada) prva pomoć, sječa šuma, mjerenje oblovine, privlačenje i transport drva, aparati za mjerenje radnog vremena, skladištenje oblovine, oprema za stovarišta drva i skladišta oblovine, oprema za pilane, strojevi i uređaji za obradu oblovine, šumarsko obrazovanje i stručno usavršavanje, zaštitni uređaji i oprema za odmor u šumi.

### Okrirni program

- 4. međunarodni kongres INTERFORST (kongresni jezik njemački / engleski)
- 3. međunarodni pilanski kongres (kongresni jezik njemački)

### Posebne izložbe

- Izobrazba u industriji za preradu drva
- Sječa i uporaba tankog drva

INTERFORST 82 — Kupon

Molim da mi pošaljete detaljnije obavijesti

Ime .....

Adresa .....

### Obavijesti daju:

Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messengelände,  
Postfach 12 10 09, D-8000 München 12, Telefon (089) 51 07-1,  
Telex 5 212 088 ameg d

OZEHA, RO za ekonomsku propagandu, P. p. 591, Trg Republike 5,  
YU-41000 Zagreb, Tel. 27 73 33, Telex 21-663 yu ozeha