

DRVNA INDUSTRIJA

ČASOPIS ZA PITANJA EKSPLOATACIJE ŠUMA, MEHANIČKE I KEMIJSKE
PRERADE DRVA, TE TRGOVINE DRVETOM I FINALNIM DRVNIM PROIZVODIMA



**TEŠKA STOLNA GLODALICA
TIP FSU 10...21 S JEDNIM VRETENOM**
iz velikoserijske proizvodnje

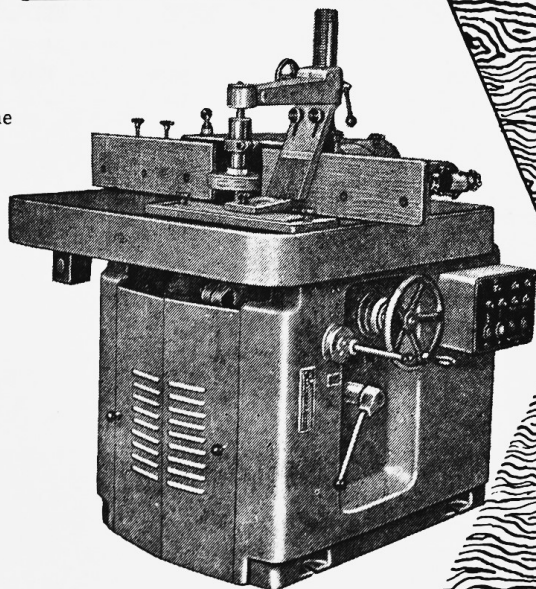
Stroj je udešen za nadograđivanje, a ovo su mu glavne osobine:

- znatno uvećani pogonski učinak;
- po želji može se snabdjeti pomičnim stolom s provrtom od 260 mm promjera i dograđenim valjčastim stolom, čija se visina može podešavati, ili jednostavnim čvrstim stolom;
- izmjenjiva vretena s morze-konusom za usadivanje nasadnih trnova ili vreteno u jednom;
- izbor broja okretaja pomoću tipkala.

VEB KNOHOMA — WERKE SCHMOLLN



SCHMOLLN (Bez. LEIPZIG)



**TEŠKI JEDNOSTAVNI STROJ ZA ČEPOVANJE
TIP FZE br. 6**

Naš stroj za jednostavnu izradu čepova i raskola upotrebljava se u industrijskoj proizvodnji vrata, prozora i pokućstva kao i kod izrade karoserija, u brodogradnji, građevnoj stolariji itd.

Stroj služi za izradu jednostavnih, duplih, kosih, profiliranih i usječenih čepova, kao i čepova s nejednakim nasjedima. Nadalje služi za prikracivanje i pravokutno odrezivanje svih vrsta čepova.

Informacije u vezi izvoza daje:

**VEB ELLEFELDER MASCHINENBAU
ELLEFELD/VOGTL.**



NJEMAČKA DEMOKRATSKA REPUBLIKA

Eksportne informacije daje
zastupstvo:



Aussenhandelsunternehmen für Werkzeugmaschinen — Metall-
waren — Werkzeuge, — **BERLIN W 8, MOHRENSTRASSE 60/61.**

DRVNA INDUSTRIJA

GODINA XIV

STUDENI — PROSINAC 1963.

BROJ 11—12



S A D R Ž A J

Prof. dr inž. Lazar Vujičić:

SIMPLEKSNI METOD LINEARNOG PROGRAMIRANJA U
DRVNO-INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA

S. F.

JARMAČA ILI TRAČNA PILA ZA TRUPCE KOD PILJENJA
LISTAČA

Prof. dr inž. Ivo Horvat:

MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O TEHNOLOGIJI DRVA

*** NOVO U NOVOME

*** NOVE KNJIGE

C O N T E N T S

Prof. dr. ing. Lazar Vujičić:

SIMPLEX METHOD OF LINEAR PROGRAMMING IN THE
WOOD-WORKING ENTERPRISES

S. F.

FRAME-SAW OR BAND-SAW FOR SAWING OF BROAD-
LEAVED HARD-WOODS

Prof. dr. ing. Ivo Horvat:

INTERNATIONAL MEETING ABOUT WOOD-TECHNOLOGY

*** NEWS FROM WOOD-WORKING ENTERPRISE NOVI VINODOL

*** NEW BOOKS

„DRVNA INDUSTRIJA“, časopis
za pitanja eksploatacije šuma,
mehaničke i kemijske prerade te
trgovine drvetom i finalnim drv-
nim proizvodima. — Uredni-
štvo i uprava: Zagreb, Ul.
8. maja 82/I. Telefon 37.974. Na-
ziv. tek. računa kod Narodne
banke 400-182-603-419 (Institut za
drvo). — Izdaje: Institut za
drvo. — Odgovorni ured-
nik: dr inž. Stjepan Frančišković. — Redakcioni odbor:
Veljko Auferber, prof. dr Roko
Benić, inž. Bogomil Čop, inž.
Zvonko Ettinger, dipl. ec. Sveto-
zar Grgurić, inž. Milan Kovačević,
prof. dr Juraj Krpan, inž.
Branko Matić, inž. Zora Smolčić,
inž. F. Stajduhar — Urednik:
A. Ilić. — Casopis izlazi jedamput
mjesečno. — Pretplata: Go-
dišnja 1000 Din za pojedince i
5000 Din za poduzeća i ustanove.
Tisak: Izdavačko tiskarsko podu-
zeće „A. G. MATOŠ“ — Samobor

Slika na omotu:

Utovar drvene građe u luci Novi Vinodol — snimio A. Sorić

SIMPLEKSNI METOD LINEARNOG PROGRAMIRANJA U DRVNO-INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA

U našim radovima iz oblasti linearnog programiranja objavljenim u brojevima 11—12/1962 i 3—4/1963 god. ovoga časopisa obradili smo uvodna izlaganja o linearnom programiranju te grafički i algebarski metod linearnog programiranja. Naslanjajući se na ove radove, u narednim redovima obradićemo simpleksni metod linearnog programiranja prilagođavajući ga za primenu u oblasti preduzeća drvne industrije.

Prilikom rešavanja zadataka linearnog programiranja grafičkim i algebarskim metodom u matematičkoj interpretaciji zadataka dozvolili smo sebi — radi lakšeg praktičnog rešavanja zadataka ovim metodima — izvesne teoretske netačnosti, koje su se sastojale u tome, što smo operisali s jednačinama i u onim slučajevima, kada se stvarno radilo o **nejednakostima**. Tako smo, pri traženju kombinacija proizvodnje dvaju proizvoda s ograničenim kapacitetima, polazili od toga, da će se izrađivati koja bilo količina proizvoda jednoga tipa ili koja bilo količina proizvoda drugoga tipa. Odatle je u algebarskim izračunavanjima proistekla jednačina tipa:

$$k_1 \cdot x + k_2 \cdot y = K.$$

Međutim, stvar se tamo nije ticala jednačina ukoliko su bila dopustiva i takva rešenja, pri kojima se kapacitet koristio nepotpuno. To se — u grafičkom izražavanju — ispoljavalo vrlo očigledno na tačkama, koje su se nalazile unutar poliedra. To znači, da bi — matematički tačnije izraženo — uslove zadataka linearnog programiranja trebalo predstaviti ovakvim izrazom nejednakosti:

$$k_1 \cdot x + k_2 \cdot y \leq K.$$

Veća tačnost u ovakvom izrazu sastoji se u tome, što se stvarno po uslovima zadatka dozvoljava nepotpuno iskorišćavanje proizvodnog kapaciteta, a nije moguće samo njegovo preoračenje. Međutim, proračunavanja s nejednakostima nije zgodno ni lako vršiti, pa je potrebno da se nejednakost preobrazuje u jednakosti s uvođenjem u jednačinu novih promenljivih z . Na taj način dopunjena prednja jednačina dobila bi ovaj oblik:

$$k_1 \cdot x + k_2 \cdot y + k_3 \cdot z = K.$$

Ova nova promenljiva u jednačini — z ima u izvesnom stepenu pomoćni ili slučajni karakter, jer predstavlja veštački stvorenu veličinu, koja u ekonomskoj interpretaciji označava »neizrađivane proizvode«. U vezi s ovim ovu promenljivu smatraćemo kao **pomoćnu** promenljivu, koja se još može nazvati veštačkom, dopunskom, suvišnom, kliznom ili pseudopromenljivom za razliku od **strukturnih** promenljivih, koje izražavaju tehnološke uslove proizvodnog procesa. Značaj pomoćnih promenli-

vih sastoji se ne samo u tome, što one omogućavaju da se nejednakost preobrazuje u jednačinu, nego i u tome, što one omogućavaju rešenje zadataka linearnog programiranja simpleksnim metodom.

Da bi se lakše shvatila suština simpleksnog metoda, poslužićemo se konkretnim primerom i na njemu prikazati doslednost rada. Poslužićemo se poznatim primerom s dvema promenljivima i s dvema jednačinama datim već u drugom primeru algebarskog proračuna¹ i na slici 3 grafičkog proračuna (proizvodnja spavaćih soba — $z = 2$; $o = 2 + 1$).

Umesto polaznih strukturnih jednačina:

$$1,5 \cdot x + y = 9000$$

$$1,143 \cdot x + y = 8000$$

uslovi zadatka mogu se pravilnije napisati sledećim nejednakostima:

$$1,5 \cdot x + y \leq 9000$$

$$1,143 \cdot x + y \leq 8000$$

Ove nejednakosti preobrazuje se u jednačinu uvođenjem novih pomoćnih promenljivih z_1 i z_2 pa će dobijene jednačine imati ovaj oblik:

$$1,5 \cdot x + y + z_1 = 9000$$

$$1,143 \cdot x + y + z_2 = 8000.$$

U ovim jednačinama x predstavlja količinu soba tipa A, a y količinu soba tipa B; z_1 je pomoćna promenljiva za prvu, a z_2 je pomoćna promenljiva za drugu jednačinu.

Metod jediničnih vektora

Jednačine s četiri promenljive, posmatrano s geometrijske tačke gledišta, rešavaju se u četvorodimenzionalnom prostoru ($D = 4$). Ovaj se prostor obično naziva **prostorom rešenja**. Da bi se olakšao ovaj proračun, jednačine će se prevesti iz četvorodimenzionalnog u dvodimenzionalni prostor ($D = 2$), radi čega će se preći od srazmernosti količine promenljivih na srazmernost količine jednačina, pa se tako dobijeni novi

¹ L. Vujičić, Algebarski metod linearnog programiranja u drvno-industrijskim preduzećima, Drvena industrija br. 3—4/63, str. 44—45.

prostor naziva prostorom **traženja** ili prostorom **zahteva** ili prostorom **uslova**.

Pre prelaza na izvršenje ovoga postupka, koji se naziva **preobrazovanjem**, interpretiraće se izvesni poznati stavovi, koji se odnose na oblast linearnog programiranja. Naprimjer, iz jednačina:

$$\begin{aligned} 2 \cdot x + y &= 9 \\ x + 4 \cdot y &= 8 \end{aligned}$$

može se sastaviti sumarna jednačina:

$$2 \cdot x + y + 4 \cdot y = 9 + 8$$

ili sa sređenim upisivanjem:

$$(2 + 1) \cdot x (1 + 4) \cdot y = 9 + 8.$$

Shodno ovome napred navedene jednačine sa strukturnim i pomoćnim promenljivima:

$$\begin{aligned} 1,5 \cdot x + y + z_1 &= 9000 \\ 1,143 \cdot x + y + z_2 &= 8000 \end{aligned}$$

mogü se izraziti na sledeći način:

$$(1,5 + 1,143) \cdot x + (1 + 1) \cdot y + (1 + 0) \cdot z_1 + (1 + 1) \cdot z_2 = 9000 + 8000.$$

Koeficijenti uz promenljive i same promenljive mogu se predstaviti kao koordinate tačaka u prostoru traženja, u našem primeru u prostoru dveju dimenzija:

Tačka P_1	ima koordinate	(1,5; 1,143);
„ P_2 „	„	(1; 1);
„ P_3 „	„	(1; 0);
„ P_4 „	„	(0; 1);
„ P_0 „	„	(9000; 8000).

Na taj način sumarna jednačina može se napisati tako da se poznata tačka P_0 izrazi pomoću tačaka P_1 , P_2 , P_3 i P_4 i imaće ovaj oblik:

$$P_0 = x \cdot P_1 + y \cdot P_2 + z_1 \cdot P_3 + z_2 \cdot P_4.$$

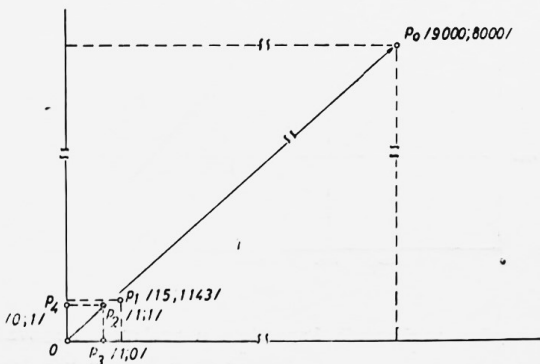
Tačke P_3 i P_4 , koje su obrazovane od pomoćnih promenljivih, imaju u grafičkoj predstavi tu interesantnu osobinu, da svaka od njih leži neposredno na jednoj koordinatnoj osi (x ili y). To znači, da se jedna od njihovih koordinata izražava s nulom, a druga je jedinica, odnosno jedinični vektor, pa se zato sve tačke na osi x mogu lako izraziti pomoću tačke P_3 , a na osi y mogu se izraziti pomoću tačke P_4 .

Jedinični vektori, koji leže na koordinatnim osama i koji imaju početnu tačku u početku koordinatnog sistema, obrazuju **osnovu** ili **bazu rešenja**.

Na ovaj način se u isti mah stvara mogućnost da se izrazi koja bilo tačka u dvodimenzionalnom prostoru. Tako se tačke u našem konkretnom primeru mogu predstaviti u obliku prikazanom pomoću sledećih izraza:

$$\begin{aligned} P_1 &= 1,5 \cdot P_4 + 1,143 \cdot P_3 \\ P_2 &= 1 \cdot P_3 + 1 \cdot P_4 \\ P_0 &= 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4. \end{aligned}$$

Grafička predstava ovih izraza data je na sl. 7.



Slika 7. Grafička predstava tačaka u prostoru traženja

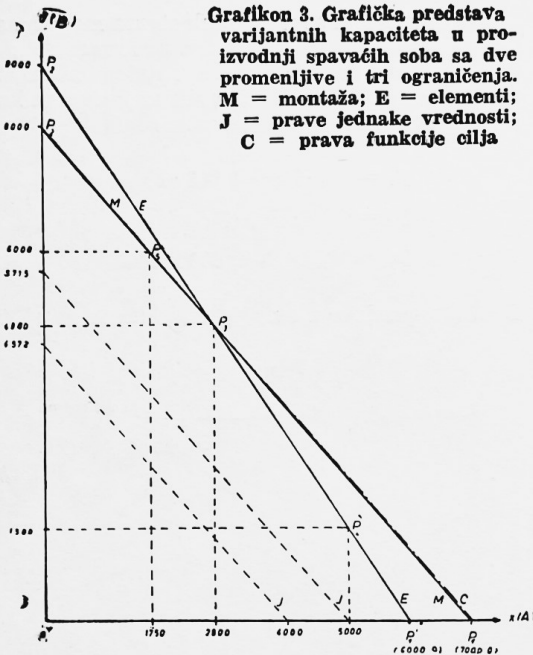
Rešenje zadatka se sastoji u tome, što se traži moguća kombinacija dveju tačaka, kojima se može izraziti tačka P_0 . Između njih se izabire ona, koja je najpogodnija s gledišta funkcije cilja.

Tačka P_0 se može izraziti jednačinom s početkom (0; 0) pomoću kombinacije tačaka:

$$\begin{aligned} P_1 \text{ i } P_2 \text{ ili } P_1 \text{ i } P_3 \text{ ili } P_1 \text{ i } P_4 \text{ ili} \\ P_2 \text{ i } P_3 \text{ ili } P_2 \text{ i } P_4 \text{ ili} \\ P_3 \text{ i } P_4. \end{aligned}$$

U celini ovim šest mogućnostima odgovara broj ili količina od šest rešenja, koja su predstavljena u grafičkom izražavanju na grafikonu 3 tačkama P_1 , P_2 , P_3 i 0. ²⁾

Tačku P_0 može se lako izraziti pomoću kombinacije dveju drugih tačaka, koje imaju poznate koordinate, jer se pri tom polazi od osnovnog izražavanja tačke P_0 pomoću tačaka s jediničnim koordinatama, napuštajući u isti mah tačku obrazovanu od jedne pomoćne promenljive i zamenjujući je s tačkom dobijenom od jedne strukturne promenljive. Na ovaj način postupno se obrazuju sve kombinacije, koje pri ovom proračunavanju mogu da dođu u obzir. Rezultati ovakvog proračunavanja dati su u pregledu broj 1-sm.



Grafikon 3. Grafička predstava varijantnih kapaciteta u proizvodnji spavaćih soba sa dve promenljive i tri ograničenja. M = montaža; E = elementi; J = prave jednake vrednosti; C = prava funkcije cilja

Proračuni u pregledu broj 1-sm vršeni su na sledeći način:

Rešenje 1 kao polazno sa

$$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$$

s pomoćnim promenljivim u ekonomskoj interpretaciji označava »proizvodnju neproizvodljivih proizvoda« i odgovara na grafikonu 3 početku sistema koordinata (0; 0).

Rešenje 2 s jednačinom

$$P_0 = 7000 \cdot P_1 - 1500 \cdot P_3$$

dobilo se računskim rešavanjem jednačina P_0 i P_1 uz isključivanje pomoćne promenljive P_4 množenjem jednačine P_1 sa (-7000) i odbijanjem ovoga umnoška od P_0 . Ovo rešenje odgovara na grafikonu tački P_1 (7000; 0), odnosno proizvodnji-montaži od 7000 garnitura spavaćih soba tipa A.

Do rešenja 3 s jednačinom

$$P_0 = 6000 \cdot P_1 + 1142.$$

došlo se rešavanjem jednačina tačaka P_0 i P_1 uz isključivanje pomoćne promenljive P_3 , množenjem jednačine P_1 s (-6000) i odbijanjem dobijenog umnoška od P_0 . Na grafikonu ovo rešenje odgovara tački P_1 (6000; 0), odnosno

Proračun varijantnih kapaciteta u proizvodnji spavaćih soba pomoću tačaka s jediničnim vektorima, kada su u pitanju dve promenljive i tri ograničenja

Pregled 1-sm

Proračuni	Rezultati — rešenja
$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$ $P_1 = 1,5 \cdot P_3 + 1,143 \cdot P_4 / -7000$	1) $P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$
$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$ $-7000 \cdot P_1 = -10500 \cdot P_3 - 8000 \cdot P_4$	2) $P_0 = 7000 \cdot P_1 - 1500 \cdot P_3$
$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$ $P_1 = 1,5 \cdot P_3 + 1,143 \cdot P_4 / -6000$	3) $P_0 = 6000 \cdot P_1 + 1142 \cdot P_4$
$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$ $-6000 \cdot P_1 = -9000 \cdot P_3 - 6858 \cdot P_4$	4) $P_0 = 8000 \cdot P_2 + 1000 \cdot P_3$
$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$ $P_2 = P_3 + P_4 / -8000$	5) $P_0 = 9000 \cdot P_2 - 1000 \cdot P_4$
$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$ $-8000 \cdot P_2 = -8000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$	6-a) $P_0 = 2800 \cdot P_1 + 4800 \cdot P_2$
$P_0 = 9000 \cdot P_3 + 8000 \cdot P_4$ $-9000 \cdot P_2 = -9000 \cdot P_3 - 9000 \cdot P_4$	6-b) $P_0 = 2800 \cdot P_1 + 4800 \cdot P_2$
$P_0 = 7000 \cdot P_1 - 1500 \cdot P_3$ $P_0 = 8000 \cdot P_2 + 1000 \cdot P_3 / 1,5$	
$1,5 P_0 = 7000 \cdot P_1 - 1500 \cdot P_3$ $1,5 P_0 = 12000 \cdot P_2 + 1500 \cdot P_3$	
$2,5 P_0 = 7000 \cdot P_1 + 12000 \cdot P_2 / 2,5$	
$P_0 = 6000 \cdot P_1 + 1142 \cdot P_4$ $P_0 = 9000 \cdot P_2 - 1000 \cdot P_4 / 1,142$	
$1,142 \cdot P_0 = 6000 \cdot P_1 + 1142 \cdot P_4$ $1,142 \cdot P_0 = 10272 \cdot P_2 - 1142 \cdot P_4$	
$2,142 \cdot P_0 = 6000 \cdot P_1 + 10272 \cdot P_2 / 2,142$	

odgovara proizvodnji — mašinskoj izradi elemenata proizvoda za 6000 garnitura spavaćih soba tipa A.

Četvrto rešenje $P_0 = 8000.P_2 + 1000.P_3$ dobilo se rešavanjem jednačina tačaka P_0 i P_2 uz isključivanje pomoćne promenljive P_4 množenjem jednačine P_2 sa (-8000) i odbijanjem ovoga umnoška od P_0 . Dobijeno rešenje odgovara tački P_2 (0; 8000) na grafikonu i predstavlja proizvodnju — montažu 8000 garnitura spavaćih soba tipa B.

Peto rešenje $P_0 = 9000.P_2 - 1000.P_4$ dobijeno je rešavanjem jednačine P_0 i P_2 uz isključivanje pomoćne promenljive P_3 množenjem jednačine s (-9000) i odbijanjem dobijenog umnoška od P_0 . Ovim putem dobijeno je rešenje, koje na grafikonu odgovara tački P_2 (0; 9000), i predstavlja proizvodnju — izradu elemenata proizvoda za 9000 garnitura spavaćih soba tipa B.

Šesto rešenje $P_0 = 2800.P_1 + 4800.P_2$ dobijeno je na dva načina i to:

Prvi način pod tač. 6-a: rešavanjem jednačina dobijenih drugim i četvrtim rešenjem uz isključivanje pomoćne promenljive P_3 množenjem četvrte jednačine s 1,5, sabiranjem ovoga umnoška s drugom jednačinom i deljenjem zbira s 2,5. Dobijeno rešenje na grafikonu je predstavljeno tačkom P_3 (2800; 4800) s proizvodnjom od 2800 garnitura spavaćih soba tipa A i 4800 garnitura spavaćih soba tipa B.

Drugi način pod tač. 6-b: rezultat je postignut rešavanjem jednačina trećeg i petog rešenja uz isključivanje pomoćne promenljive P_4 množenjem pete jednačine s 1,142, sabiranjem ovoga umnoška s trećom jednačinom i deljenjem dobijenog zbira s 2,142.

Obe kombinacije, tj. 6-a i 6-b, u rešavanju su dale isti rezultat:

$$P_0 = 2800.P_1 + 4800.P_2.$$

Pošto je izvršen proračun svih tačaka, odnosno svih rešenja, potrebno je da se ustanovi, koja su od ovih rešenja dozvoljena. Polazeći od grafikona 3 to treba da budu količinska rešenja, koja odgovaraju krajnjim tačkama, odnosno vrhovima poliedra, tj. tačkama P_1' , P_2 i P_3 .

Ako se pažljivo razmotri struktura algebarskih formula rešenja od broja 1—6, videće se, da su dopustiva samo ona rešenja, u kojima je P_0 izraženo samo s pozitivnom kombinacijom količinskih tačaka, a to su u razmatranom konkretnom slučaju rešenja pod tačkom 3) tj. P_1' (6000; 0), pod tačkom 4) tj. P_2 (0; 8000) i pod tačkom 6) tj. P_3 (2800; 4800). Treba naglasiti da je i prvo rešenje pod tačkom 1) tj. $P_0 = 9000.P_3 + 8000.P_4$ takođe pozitivna kombinacija tačaka, ali su one s nultim veličinama, pa zbog toga ne mogu da se uzmu u obzir, odnosno nisu dozvoljene.

Napred su data dopustiva rešenja samo u odnosu na količinski kapacitet fabrike. No ako se uzme u obzir i kapacitet tržišta, onda rešenje pod tačkom 3) s P_1' (6000; 0) prebacuje kapacitet tržišta za spavaće sobe tipa A za 1000 garnitu-

ra, a pod tačkom 4) s P_2 (0; 8000) prebacuje kapacitet tržišta za sobe tipa B za 2000 garnitura. To znači da s obzirom na kapacitet tržišta, kao dozvoljeno ostalo bi samo rešenje pod tačkom 6 s P_3 (2800; 4800). Ovo rešenje bi u isti mah bilo i **optimalno**, odnosno s najvećom vrednošću proizvodnje, što se vidi i iz jednačine funkcije cilja, koja je ista kao i u algebarskom načinu rešavanja tj:

$$80000.x + 70000.y = Z_{\max}$$

$$8000 \cdot 2800 + 70000 \cdot 4800 = 560 \text{ mil. Din}$$

Navedeni način rešavanja zadataka toliko je opšti, da se njime, praktički, mogu rešavati svi zadaci linearnog programiranja. Međutim, ovaj postupak u rešavanju predstavlja u izvesnom stepenu nerazumljiv »uspon — pad — uspon« postupak, pri kome se u toku računanja čas približava, a čas udaljava od optimalnog rešenja, da bi se opet i ponovo penjalo na vrh poliedra, tj. ka optimalnom rešenju. U vezi s ovim moglo bi se postaviti pitanje, da li iz broja mogućih rešenja treba odrediti sva dopustiva rešenja, zato da bi se u završnoj računskoj operaciji i završnom razmatranju između njih izabralo optimalno rešenje? Da li bi se cilj mogao postići i na neki drugi i brži način? Plastično rečeno, da li bi se moglo, startujući od određenog vrha poliedra, u sledećoj etapi računanja preći na vrh, koji se nesumnjivo nalazi bliže optimalnom rešenju i na taj se način postupno približavati optimumu?

O ovakvoj neekonomičnoj postupnosti u rešavanju, pri kojoj bi u razmatranje trebalo uzeti sva dopustiva rešenja, može se stvoriti jasnija predstava iz razmatranja grafičkog rešenja zadatka s velikim brojem činilaca. Tako, naprimer, u grafičkoj predstavi varijantnih kapaciteta proizvodnje kuhinja (graf. 4, str. 192 »Drvne industrije« br. 11—12 1962.) broj tačaka svih dopustivih količinskih rešenja iznosi pet: P_{e2} (0; 18000); P_4 (5900; 11000); P_3 (9750; 5300); P_{b1} (13000; 0) i 0, dok broj tačaka svih kombinacija dolazi do 10, u koje, osim već navedenih pet tačaka, dolaze i ove tačke: P_{m2} (0; 19000); P_{b2} (0; 23000); P_7 (7750; 9250); P_{m1} (14000; 0) i P_{e1} (16000; 0). U grafičkoj predstavi varijantnih kapaciteta u proizvodnji kancelarijskog nameštaja (grafikon 5, str. 194 »Drvne industrije« broj 11—12-1962.) broj tačaka svih dopustivih količinskih rešenja i broj tačaka svih kombinacija još je veći.

Ovakva neekonomična postupnost može se izbeći primenom **simpleksnog metoda**.

Simpleksni metod

Simpleksni metod se ne ograničava samo konstatacijom činjenice, da se rešenje sastoji samo u pozitivnim kombinacijama tačaka, već on uključuje u sebe i način, odnosno algoritam traženja najekonomičnije računске procedure, u kojoj je broj etapa u rešavanju zadataka linearnog programiranja minimalan. Ova računska

procedura razmotriće se na primeru varijantnih kapaciteta u proizvodnji spavaćih soba, koji su prikazani na grafikonu 3 i u simpleksnim pregledima broj 2-4-sm.

Formulisanje simpleksnog metoda

Da bi moglo da se pređe na rešavanje određenih zadataka simpleksnim metodom, potrebno je da se izvrši formulisanje svakoga zadatka. Formulisanje zadatka, koji se rešava simpleksnim metodom, sastoji se iz tri dela:

1. od funkcije cilja, formulisane odgovarajućom formulom,
2. od garniture ograničenja, datih odgovarajućim formulama i
3. od indeksnog reda.

U vezi s navedenim prvo će se razmotriti drugi deo formulacije, tj. razmotriće se ograničenja i prikazati odnosi sastavnih elemenata u ovim ograničenjima. U cilju boljeg razumevanja matematičke formulacije sve formule će se grupisati zajedno i to tako, što će se iz podataka u navedenom primeru sastaviti sistem jednačina, koji će — pomoću pomoćnih promenljivih — preobraziti nejednakosti u jednačine. Na ovaj način svaka jednačina dobiva po jednu pomoćnu promenljivu s koeficijentom.

Sistem nejednakosti prema navedenom primeru glasi:

1. $1,5.x + y \leq 9000$
2. $1,143.x + y \leq 8000$
3. $x' \leq 5000$
4. $y' \leq 6000$
5. $80000.x + 70000.y = Z_{max}$

Posle postavljanja sistema nejednakosti proverava se, da li se matematičkom zamenom promenljivih može neka nejednačina isključiti, pošto se tim isključivanjem — ukoliko je ono moguće — smanjuje broj formula, pa prema tome i obim docnijih proračuna, jer je za svaku nejednačinu u docnijim proračunima najčešće potreban po jedan simpleksni pregled ili bar po jedan simpleksni red.

Kada je skraćivanje završeno, ili, ako se ustanovi, da je ono nemoguće, prelazi se na ubacivanje pomoćnih promenljivih u postavljene nejednačine.

Uzgred se napominje da u citiranom našem primeru nema uslova za skraćivanje, odnosno zamenu jednih promenljivih drugima.

Ubacivanjem pomoćnih promenljivih u svaki izraz nejednakosti ovoga sistema, dobiće se sistem jednačina, koji glasi:

- I. $1,5.x + y + z_1 = 9000$
- II. $1,143.x + y + z_1 = 8000$
- III. $x' + z_3 = 5000$
- IV. $y' + z_4 = 6000$
- V. $80000.x + 70000.y + 0.z_1 + 0.z_2 + 0.z_3 + 0.z_4 = Z_{max}$.

Veličine z_1, z_2, z_3 i z_4 označavaju razlike između veličina promenljivih i konstanti, odnosno veličina na desnoj strani odnosnih jednačina. Tako naprimer, ako u jednačini I promenljive x i y budu jednake nuli, to će biti $z_1 = 9000$.

Sve promenljive u navedenim formulama-jednačinama, pa i pomoćne, moraju biti pozitivne ili nulte veličine. Ovaj uslov je svojstven ovome načinu rešavanja i potreban je radi toga, da bi rešavanje bilo podesno i da bi se s njim moglo raditi.

Veličine pomoćnih promenljivih u jednačinama I do V treba međusobno razlikovati, jer će one među sobom obično biti nejednake. To postaje očevidno naročito onda, kada se promenljive x i y i x' i y' u ovim izrazima izjednače s nulama. Tada postaju:

$$\begin{array}{ll} z_1 = 9000; & z_3 = 5000; \\ z_2 = 8000; & z_4 = 6000. \end{array}$$

U jednačinama I i II veličine z_1 i z_2 su proizvodni kapaciteti, koji nisu iskorišćeni u proizvodnji proizvoda A i B. U formulama III i IV z_3 i z_4 su neiskorišćeni kapaciteti tržišta za ove iste proizvode.

Matrica simpleksnog metoda

Matrica simpleksnog metoda predstavlja sistem brojeva sveden u specijalni pregled radi matematičkog ili brojčanog rešavanja, odnosno proračunavanja.

Posle formulisanja zadatka i eventualnih matematičkih uprošćavanja prilikom formulisanja zadatka po simpleksnom metodu je, kao prva faza, unošenje veličina promenljivih u specijalni simpleksni pregled-matricu.

Sastavni delovi simpleksne matrice su: ciljni red, red promenljivih, osnovni deo matrice, jedinični deo matrice, indeksni red, ciljni stubac, stubac promenljivih, stubac konstanti i kontrolni stubac, te ključni red, ključni stubac, ključni broj i glavni red. Svi ovi elementi matrice prikazani su u početnoj simpleksnoj matrici broj 2-sm i drugom simpleksnom pregledu broj 3-sm.

Ciljni red predstavlja, ustvari, funkciju cilja i upisuje se u gornjem redu početne matrice (pregled broj 2-sm). To se čini zbog toga, što je ciljni red potreban za rešavanje po simpleksnom metodu samo u prvoj fazi rešavanja, odnosno u prvoj simpleksnoj matrici. Kada je sama početna matrica potpuno oformljena, ciljni

POČETNI SIMPLEKSNI PREGLED

I varijanta

Pregled broj 2-sm

	Ciljni stubac	Stubac promenljivih	0	80 000	70 000	0	0	0	0	0	0	150 000	Ciljni red
			Stubac konstanti	X	Y	X'	Y'	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Kontrolni stubac	
I	0	Z ₁	9000	1,5	1	0	0	1	0	0	0	9003,500	Ključni red
II	0	Z ₂	8000	1,143	1	0	0	0	1	0	0	8003,143	
III	0	Z ₃	5000	0	0	1	0	0	0	1	0	5002,000	
IV	0	Z ₄	6000	0	0	0	1	0	0	0	1	6002,000	
Indeksni red			0	-80000	-70000	0	0	0	0	0	0	-150000	

Ključni broj Ključni stubac Osnovni deo matrice Jedinični deo matrice

red je — u narednim simpleksnim pregledima — nepotreban.

U red promenljivih upisuju se osnovne i pomoćne promenljive.

Osnovni deo matrice obuhvata sve jednačine ili sva ograničenja izuzev jednačinu funkcije cilja. U ovaj deo matrice ulaze svi koeficijenti osnovnih promenljivih, ali bez konstanti. Brojevi-koeficijenti u osnovnom delu matrice mogu biti pozitivni, nulti ili negativni.

Jedinični deo matrice se obrazuje od koeficijenata pomoćnih promenljivih. U njemu su u početnoj matrici jedinice — 1 raspoređene u dijagonali, dok su svi ostali elementi jednaki nuli. U početnu jediničnu matricu se ne dozvoljava uvođenje negativnih brojeva i bilo kakvih drugih brojeva osim 1 ili 0. Dijagonalno upisane jedinice — 1 odgovaraju svakome ograničenju ili ujednačavanju osnovnog dela matrice. Nadalje, jedinična matrica uključuje samo jednu jedinicu — 1 u kojem bilo redu ili stupcu početne matrice.

Ciljni stubac predstavlja jediničnu vrednost, jediničnu cenu, jediničnu dobit ili jedinične troškove veličina navedenih u stupcu promenljivih. Pošto z₁, z₂, z₃ i z₄ daju nultu vrednost, to će i odgovarajuće im brojčane veličine u ciljnom stupcu početne matrice biti nule. U našem konkretnom primeru u početnoj matrici, u osnovnom delu matrice, date su jedinične vrednosti samo za veličine x i y, tj. za veličine proizvodnog kapaciteta, dok su za veličine tržišnog kapaciteta x' i y' date samo nule, jer bi u protivnom došlo do sabiranja vrednosti proizvodnog i tržišnog kapaciteta i time se dobile ne-realne vrednosti.

Stubac promenljivih u početnoj matrici je skup promenljivih koje ulaze u jedinični deo matrice. Napominje se da red i stubac z₁ u početnoj matrici presecaju jedinični deo matrice u dijagonalnom pravouglu ili kvadratu, u kome je raspoređena jedinica — 1. Tako je to i u odnosu na z₂, z₃ i z₄.

Tačnije bi se moglo reći, da je stubac promenljivih skup promenljivih, koje daju brojčana rešenja. Naročito treba zapamtiti, da **rešavanje po simpleksnom metodu počinje s nulom**. Drugačije rečeno, rešavanje počinje od momenta, u kome se ništa ne proizvodi. To i omogućava, da se pomoću postupnih faza u rešavanju odredi potreban obim proizvodnje svakoga proizvoda prema datoj funkciji cilja i prema postavljenim ograničenjima.

Ako se proizvodi A i B ne izrađuju, to proizvodni kapaciteti ostaju neiskorišćeni u količini z₁ i z₂, odnosno 9000 i 8000 garnitura spavaćih soba. Isto tako ostaju neiskorišćeni i tržišni kapaciteti u količini z₃ i z₄, odnosno 5000 i 6000 garnitura. Dakle, s prvim približavanjem rešenje se daje u stupcu promenljivih i u stupcu konstanti. To rešenje će biti x = 9000; y = 8000; x' = 5000 i y' = 6000 garnitura spavaćih soba. Dalje, u toku rešavanja će se videti, da će se u onoj meri, u kojoj se približava ka konačnom rešenju, pomoćne promenljive u stupcu promenljivih zamenjivati s osnovnim promenljivima.

Stubac konstanti predstavlja skup postojećih veličina — desnih strana jednačina ili skup ograničenja. Veličina svakoga broja u ovom stupcu treba da bude ili nulta ili pozitivna. Jedino u pravougaoniku na preseku ovoga stupca i indeksnog reda veličina ovoga broja, u nekim zadacima, može da bude negativna. Ovaj uslov ostaje u važnosti počev od momenta sastavljanja matrice, pa sve do postizanja konačnog rešenja. Ako je u neki red stupca konstanti upao negativni broj, izuzev u indeksnom redu, to znači, da je ili matrica nepravilno sastavljena ili da je nastala greška u toku izračunavanja odnosnog reda.

Indeksni red se dobiva iz osnovnih podataka navedenih u formulama I, II, III i IV. Da bi se dobio indeks svakoga stupca, pomnožice se broj ovoga stupca s odgovarajućom veličinom ili vrednošću ili cenom ciljnoga stupca. Dobijeni umnošci-proizvodi će se sabrati i od dobijene

sume odbiće se veličina ciljnoga reda, koja odgovara svakome stupcu. Kao rezultat svega ovoga dobiće se veličina indeksa. Ova veličina se upisuje na odgovarajuće mesto u indeksnom redu. Ovakvi postupci vrše se za sve stupce, koji ulaze u osnovni i jedinični deo matrice, u stubac konstanti i u kontrolni stubac.

Ovi postupci su potrebni samo prilikom prvog formulisanja zadatka, a kada je indeksni red već jednom nađen, ne treba ih ponavljati.

Postupak za iznalaženje brojevanih vrednosti indeksnog reda u prvoj matrici — matematički izražen — je sledeći:

$$I_{sk} = (900.0 + 8000.0 + 5000.0 + 6000.0) - 0 = 0$$

$$I_x = (1,5.0 + 1,143.0 + 0.0 + 0.0) - 80000 = -80000$$

$$I_y = (1.0 + 1.0 + 0.0 + 0.0) - 70000 = -70000$$

$$I_{ks} = (9003,500.0 + 8003,143.0 + 5002.0 + 6002.0) - 150000 = -150000.$$

Sličan postupak je i za ostale stupce — x' , y' , z_1 , z_2 , z_3 i z_4 pa se ovde neće navoditi, dok su rezultati ovoga proračuna dati u početnoj matrici, i gde iznose 0. Jasno je, da će, ukoliko ciljni stubac sadrži samo nule-0, indeksni red biti predstavljen samo negativnim veličinama i nulama u ostalim stupcima. No to nije slučaj uvek, jer u mnogim zadacima ciljni stubac sadrži i drugačije veličine od nule. Zato se kod proračuna indeksa u indeksnom redu proračun mora vršiti vrlo pažljivo prema opisanom postupku.

Broj u vrhu stupca konstanti — ciljnog redu početne matrice — uvek je ravan nuli, jer matrica počinje s nulom veličinom. Prema tome i veličina indeksa u indeksnom redu u stupcu konstanti u početnoj matrici će uvek biti ravna nuli.

Ponovo treba podvući da se proračun indeksa u indeksnom redu na ovakav način vrši samo prilikom formiranja početne simpleksne matrice.

Ključni stubac je onaj stubac, koji u osnovnom ili jediničnom delu matrice sadrži najveći negativni broj u indeksnom redu. U ostalim delovima matrice ključni stubac ne postoji. Ključni stubac u matrici se stavlja u zatvorenu zagradu.

Ključni red je onaj red u matrici, koji sadrži najmanji količnik dobijen deljenjem brojeva iz stupca konstanti s odgovarajućim pozitivnim brojevima ključnog stupca koji ulaze u osnovni ili jedinični deo matrice. Rezultati deljenja za početnu simpleksnu matricu su ovi:

$$9000 : 1,5 = 6000; 8000 : 1,143 = 7000; \\ 5000 : 0 = \infty; 6000 : 0 = \infty.$$

Prema tome, ključni red s najmanjim pozitivnim količnikom je I — sa 6000. I ključni red se stavlja u zatvorenu zagradu.

Ključnim brojem naziva se onaj broj u matrici koji se nalazi u pravougaoniku na preseku ključnog reda s ključnim stupcem.

Ključni broj se stavlja u uglate zagrade ili se okružuje krugom.

Kontrolni stubac je krajnji desni stubac u matrici, koji u donjim fazama simpleksnog metoda služi za kontrolu aritmetičkih rezultata, a dobiva se sumiranjem u odnosnim redovima počinjući sa stupcem konstanti. S brojevima kontrolnog stupca postupa se kao s običnim delom matrice, ali se oni koriste pri dobijanju ključnog stupca.

Rešavanje simpleksnim metodom

Posle objašnjenja značenja svih sastavnih delova početne matrice, postoje svi uslovi za prelazak na daljnje rešavanje po simpleksnom metodu, tj. na prelazak na drugu fazu rešavanja, odnosno na izradu **drugoga simpleksnog pregleda**.

Prvi korak u ovome rešavanju je iznalaženje **glavnog reda** u drugom simpleksnom pregledu. Ovaj — drugi — simpleksni pregled formira se aritmetičkim proračunima na osnovu brojevanih podataka prvoga simpleksnog pregleda.

U drugom i daljnjim simpleksnim pregledima ciljni red više nije potreban, pa se on u ove pregledne više i ne unosi.

Glavni red u drugom simpleksnom pregledu dobija se na taj način, što se svi brojevi iz ključnog reda početne matrice, počev od stupca konstanti, dele s ključnim brojem i rezultati unose u glavni red drugog simpleksnog pregleda u odgovarajuće stupce kao i u početnom simpleksnom pregledu. Proračun glavnog reda za drugi simpleksni pregled (broj 3-sm) je sledeći:

$$G_{sk} = 9000 : 1,5 = 6000;$$

$$G_x = 1,5 : 1,5 = 1;$$

$$G_y = 1,0 : 1,5 = 0,667;$$

$$G_{x_1} = 0 : 1,5 = 0;$$

$$G_{y_1} = 0 : 1,5 = 0;$$

$$G_{z_1} = 1,0 : 1,5 = 0,667;$$

$$G_{z_2} = 0 : 1,5 = 0;$$

$$G_{z_3} = 0 : 1,5 = 0;$$

$$G_{z_4} = 0 : 1,5 = 0;$$

$$G_{ks} = 9003,5 : 1,5 = 6002,333.$$

Druga faza simpleksnog metoda prikazana je u drugom simpleksnom pregledu broj 3-sm.

Glavni red u drugom simpleksnom pregledu se upisuje u red u kome je bio ključni red u početnom simpleksnom pregledu — konkretno u red I. Umesto z_1 u stubac promenljivih u glavnom redu drugog simpleksnog pregleda

DRUGI SIMPLEKSNII PREGLED

I varijanta

Pregled broj 3-sm.

	Ciljni stubac	Stubac promenljivih	Stubac konstanti	x	y	x'	y'	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Kontrolni stubac	Primedba
I	80000	x	6000	1	0,667	0	0	0,667	0	0	0	6002,333	Glavni red
II	0	Z ₂	1142	0	0,238	0	0	0,762	1	0	0	1142,476	Ključni red
III	0	Z ₃	5000	0	0	1	0	0	0	1	0	5002,000	
IV	0	Z ₄	6000	0	0	0	1	0	0	0	1	6002,000	
Indeksni red			480, nil	0	16667	0	0	53333	0	0	0	480,037	mil.

↓
Ključni stubac

upisuje se x, a u ciljni stubac u glavnom redu na mesto vrednosti 0 upisuje se cena od 80000 din., koja se uzima iz ciljnog reda na vrhu ključnog stupca u početnoj matrici.

Daljnje promene u drugom pregledu u ciljnom stupcu promenljivih u ostalim redovima se ne vrše do prelaska na treći simpleksni pregled.

Pošto je formiran glavni red u drugom simpleksnom pregledu prelazi se na izračunavanje proizvodnih brojeva za ostale redove.

Proizvodni brojevi se izračunavaju za sve redove i stupce izuzev, kako je već naglašeno, za ciljni stubac promenljivih.

Koji bilo izabrani broj u početnom simpleksnom pregledu (izuzev broja u ključnom redu ili stupcu) zajedno s ključnim brojem, ključnim redom i ključnim stupcem obrazuje pravougaonik. Da bi se dobio proizvodni broj potrebno je da se pomnože brojevi ključnog reda i ključnog stupca, njihov umnožak da se podeli s ključnim brojem i rezultat deljenja oduzme od izabranog broja, pa ovako dobijena razlika predstavlja proizvodni broj. Dobijeni proizvodni broj upisuje se u drugi simpleksni pregled u isti red i stubac koji je u početnom simpleksnom pregledu zauzimao izabrani broj.

Formulom izraženo iznalaženje proizvodnog broja imalo bi ovaj oblik:

$$b = b_i - \frac{b_{kr} \cdot b_{ks}}{b_k}$$

gde su:

b — proizvodni broj,

b_i — izabrani broj,

b_{kr} — odgovarajući broj ključnog reda,

b_{ks} — odgovarajući broj ključnog stupca,

b_k — ključni broj.

Evo primera za iznalaženje proizvodnih brojeva za II—IV i indeksni red drugog simpleksnog pogleda (broj 3-sm) počinjući s izabranim brojem, 8000 u II redu u stupcu konstanti prvog simpleksnog pregleda:

II red:

$$b_{ak} = 8000 - \frac{9000 \cdot 1,143}{1,5} = 1142;$$

$$b_x = 1,143 - \frac{1,5 \cdot 1,143}{1,5} = 0;$$

itd.

$$b_{ks} = 8003,143 - \frac{9003,5 \cdot 1,143}{1,5} = 1142,476.$$

III red:

$$b_{ak} = 5000 - \frac{9000 \cdot 0}{1,5} = 5000;$$

$$b_x = 0 - \frac{1,5 \cdot 0}{1,5} = 0;$$

itd.

$$b_{ks} = 5002 - \frac{9003,5 \cdot 0}{1,5} = 5002.$$

IV red:

Proračun se vrši kao i za II i III red.

Indeksni red:

$$b_{sk} = 0 - \frac{9000 \cdot 80000}{1,5} = 480 \text{ mil.}$$

itd.

$$b_{ks} = -150000 - \frac{9003,5 \cdot -80000}{1,5} = 480,037 \text{ mil. din.}$$

Iznaženje proizvodnog broja za ključni stubac — konkretno za broj 1,143 u II redu pregleda 3-sm — prema prednjem objašnjenju i formuli malo je teže shvatljivo nego za brojeve izvan ključnog stupca zbog toga, što broj 1,143 u isti mah odgovara i izabranom broju i odgovarajućem broju u ključnom stupcu, dok broj 1,5 u isti mah odgovara i odgovarajućem broju u ključnom redu i ključnom broju.

Tačnost proračuna proizvodnih brojeva u svim redovima kontroliše se kontrolnim stupcem, čiji broj mora da bude isti kako prilikom proračuna proizvodnog broja tako i sabiranjem svih proizvodnih brojeva u odnosnom redu počev od stupca konstanti, pa sve do poslednjeg stupca u jediničnom delu matrice — u konkretnom primeru do za.

Ako su svi proračuni u drugom simplek-snom pregledu tačno izvršeni, tj. ako su zbirovi redova jednaki proizvodnom broju u kontrolnom stupcu, znači da postoje svi uslovi za prelazak na proračun **trećega simpleksnog pregleda** — broj 4-sm.

Treći simpleksni pregled dobiva se pomoću istih računskih operacija kao i drugi. To dalje znači da — ako je prvi simpleksni pregled sačinjen pravilno — svi sledeći pregledi dobiće se ponavljanjem istih računskih operacija čiji rezime glasi:

1) Izabire se najnegativniji broj u indeksnom redu (isključujući stubac konstanti i kontrolni stubac). Ovaj **najnegativniji broj** određuje **ključni stubac** koji se ograđuje debelim linijama.

2) Pozitivni brojevi u stupcu konstanti dele se s odgovarajućim brojevima u ključnom stupcu i između ovih odnosa izabire red s **najmanjim pozitivnim količnikom**. Red s najmanjim

pozitivnim količnikom u isti mah predstavlja **ključni red**. I ključni red se ograđuje debelim linijama.

3) Iznalazi se ključni broj koji se nalazi na **preseku ključnog reda i ključnog stupca** i ograničava uglatim zagrađama.

4) Svaki broj u ključnom redu deli se s ključnim brojem i dobiveni količnici upisuju u isti red u narednom simpleksnom pregledu čime se formira **glavni red** ovog — narednog — pregleda. Formulom izražena ova operacija glasi:

$$\text{Glavni red} = \frac{\text{Ključni red}}{\text{Ključni broj}}$$

5) Svi ostali — **proizvodni** — brojevi u ostalim redovima narednog simpleksnog pregleda dobivaju se formulom:

$$b = b_i - \frac{b_{kr} \cdot b_{ks}}{b_k}$$

Značenje pojedinih elemenata u ovoj formuli dato je napred.

6) Sve računске operacije navedene pod tačkama 1—5 ponavljaju se sa svakim daljnjim simpleksnim pregledom sve dotle, dok u indeksnom redu **ne nestane negativnih brojeva**. Kada je u indeksnom redu (isključujući stubac konstanti i kontrolni stubac) **nestalo negativnih brojeva** znači da je simpleksnim proračunavanjem postignuto **optimalno rešenje**.

Ponavljanje računskih operacija, naročito kod izračunavanja proizvodnih brojeva (po t. 5) omogućava da se proračunavanja mehanizuju pomoću elektronskih računskih mašina i tabulatora. O ovome načinu rešavanja zadataka linearnog programiranja u ovome radu nećemo govoriti.

TREĆI SIMPEKSNI PREGLED

I varijanta

Pregled broj 4-sm

	Ciljni stubac	Stubac promenljivih	Stubac konstanti	X	Y	X'	Y'	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Kontrolni stubac	Primedba
I	80000	X	2799,522	1	0	0	0	2,802	-2,802	0	0	2800,522	
II	70000	Y	4798,319	0	1	0	0	-3,202	4,202	0	0	4800,319	Glavni red
III	0	Z ₃	5000	0	0	1	0	0	0	1	0	5002,000	
IV	0	Z ₄	6000	0	0	0	1	0	0	0	1	6002,000	
Indeksni red			mil. 559,974	0	0	0	0	29	70029	0	0	560,044	mil.

Iz trećeg simpleksnog pregleda (broj 4-sm), koji je proračunat prema navedenim uputstvima, vidi se da indeksni red pod osnovnim delom matrice u ovome pregledu ne sadrži više negativnih brojeva, već samo nule. U jediničnom delu pregleda u indeksnom redu pozitivni su svi stupci izuzev z_1 , koji je vrlo nisko negativan s (-29), tj. za svega 29 din. po jedinici proizvoda A, što u odnosu na cenu ovoga proizvoda od 80000 din. iznosi svega 0,04%. Do ove neznatne negativnosti došlo je usled zakružavanja koeficijenata u formulama prilikom formiranja aritmetičkih formula i prilikom simpleksnih proračunavanja i rešavanja ovoga zadatka. Ako se postojeća negativnost u stupcu z_1 — zbog svoje neznatnosti — zanemari, izlazi da se s trećim simpleksnim pregledom postiglo zadovoljavajuće optimalno rešenje. Potpuno optimalno rešenje bilo bi postignuto kad u indeksnom redu ne bi bilo negativnih brojeva. Međutim, da bi se ovo postiglo, trebalo bi se ili povratiti na početak i sve proračune koeficijenata i konstanti vršiti — u toku proračuna — s većim brojem decimala, što bi jako usporilo sam proračun ili bi trebalo nastaviti s proračunavanjem daljnjih simpleksnih pregleda — od četvrtog pa dalje, tj. sve dok u svim kolonama u indeksnom redu ne nestane negativnih brojeva (isključujući stubac konstanti i kontrolni stubac). Za praktičnu primenu ovoga zadatka, međutim, to bi bilo samo suvišno gubljenje vremena, jer je već s trećim simpleksnim pregledom — kako je već napred napomenuto — postignuto zadovoljavajuće optimalno rešenje.

Ovde treba naglasiti da se optimalno rešenje, u normalnim slučajevima, dobiva s onoliko simpleksnih pregleda, koliko u zadatku ima osnovnih ograničenja odnosno formula — više jedan, tj. potreban je početni simpleksni pregled i još onoliko daljnjih koliko se u zadatku pojavljuje osnovnih formula, odnosno osnovnih ograničenja.

Optimalno rešenje postignuto trećim simpleksnim pregledom glasi, da treba proizvoditi $x = 2799,522 \cong 2800$ garnitura spavaćih soba tipa A i $y = 4798,319 \cong 4800$ garnitura soba tipa B. Ovo optimalno rešenje jednako je optimalnom rešenju postignutom grafičkim putem u tački P_3 (2800; 4800) datoj na grafikonu 3 i algebarskim putem — takođe u tački P_3 (2800; 4800) sa funkcijom cilja:

$$80000 \cdot x + 70000 \cdot y = Z_{\max}$$

$$80000 \cdot 2800 + 70000 \cdot 4800 = 560 \text{ mil. din} \\ = Z_{\max}.$$

Pošto se u indeksnom redu pod osnovnim delom matrice trećeg simpleksnog pregleda (br. 4-sm) nalaze samo nule, znači da pri dobijenom optimalnom rešenju neće biti neiskorišćanih proizvodnih kapaciteta i da će se proizvodnja

oba tipa spavaćih soba kretati u granicama postojećih tržišnih kapaciteta. U isto vreme navedeno optimalno rešenje daće maksimalnu vrednost proizvodnje.

Svaki broj u indeksnom redu poslednjeg simpleksnog pregleda ima svoje značenje i svoj smisao. Tako broj 559,974 miliona dinara označava zbir vrednosti optimalnog proizvodnog kapaciteta u granicama tržišnih kapaciteta za oba proizvoda.

Nule u kolonama x i y pokazuju da se proizvodni kapaciteti koriste u potpunosti, a nule u kolonama x' i y' pokazuju da se proizvodnja oba tipa proizvoda nalazi u granicama tržišnog kapaciteta.

Broj (-29) u koloni z_1 pokazuje da se s povećanjem kapaciteta za proizvode tipa A vrednost proizvodnje smanjuje za 29 din. po svakoj jedinici proizvoda, dok se s povećanjem kapaciteta za proizvode tipa B vrednost proizvodnje povećava za 70029 din. za svaku jedinicu proizvoda.

Uopšte bi se moglo reći, da pozitivne veličine indeksa pod osnovnim delom matrice pokazuju za koliko se pogoršalo optimalno rešenje po jedinici proizvoda usled povećanja obima proizvodnje ili usled povećanja veličine odnosno promenljive, dok pozitivne veličine indeksa pod jediničnim delom matrice pokazuju, za koliko se — po jedinici svakoga proizvoda — može poboljšati optimum, ako se granice odnosno ograničenja prošire.

Iz navedenog izlazi, da pozitivne veličine indeksa predstavljaju ili moguću veličinu vrednosti proizvodnje ili moguću veličinu troškova proizvodnje ili dobiti (opportunity cost or profit), a koji, opet, zavise od izmena u sistemu jednačina u zadatku, a naročito zavise od postavljenih ograničenja u zadatku. Indeksi, dakle, predstavljaju ukupne i jedinične promene optimalnog rešenja koje nastaju u zavisnosti od bilo koje varijacije u ograničenjima ili od bilo koje varijacije u politici preduzeća. Ovim načinom može se, dakle, pokazati uticaj ovakve ili onakve politike preduzeća na ukupnu veličinu proizvodnje, dobiti ili troškova.

Moguća dobit je sintetički pokazatelj, koji ima vrlo veliki značaj pri rešavanju pitanja izbora ove ili one veličine kapaciteta kod projektovanja novih, ili rekonstrukcije postojećih preduzeća i fabrika, ili kod rešavanja pitanja zamene jedne opreme drugom — savremenijom, ili kod rešavanja pitanja i politike prodaje proizvoda na tržištu. Ovaj značaj je velik i zbog toga što pri početnom postavljanju zadatka uopšte nije jasno, kako će se na konačnu visinu dobiti odraziti ovo ili ono ograničenje u zadatku.

Sastavljanje proizvodnog plana simpleksnim metodom za agregatne mašine veličine indeksa omogućavaju da se tačno ustanovi koje će ma-

šine dati najveću dobit od povišenja opterećenja i koju je postojeću opremu korisnije zameniti novom. Ova povećana dobit može za dva pa i više puta da prebaci dobit proračunatu običnim matematičkim metodama.

Ovo što je rečeno o dobiti u istoj meri važi i za vrednost proizvodnje, visinu troškova proizvodnje, visinu troškova transporta itd. jer i ovde veličine indeksa pokazuju, koje izmene u proizvodnji treba izvršiti u kapacitetima i visini proizvodnje da bi se postigla što viša vrednost proizvodnje i što niži troškovi za postizanje maksimalne dobiti na svaki utrošeni dinar.

Uprošćenja u proračunima simpleksnog metoda

Iz toka proračuna navedena tri simpleksna pregleda se vidi, da su ovi proračuni dosta obimni, pa prema tome i spori za obična ručna računanja. Pri korišćenju računskih mašina, međutim, ova računanja su znatno brža i napred date metodike treba se potpuno pridržavati pri mašinskim proračunima. No ručni proračuni mogu se znatno skratiti u onim redovima i kolonama simpleksnih pregleda, gdje se pojavljuju jedinice — 1 i nule — 0. Ta skraćivanja mogu se izvršiti s primenom ovih nekoliko pravila:

1. Ako neka promenljiva u stupcima promenljivih — x , y , x' , y' , z_1 , z_2 , z_3 , z_4 itd. ima vrednost 1, tada će u ostalim redovima istoga stupca vrednosti iste promenljive biti ravne nuli — 0, pa se u vezi s tim još pre izvršenja proračuna u odnosnim redovima ove vrednosti — 0 mogu upisati. Ovo pravilo može se lako proveriti uvidom u navedena tri simpleksna pregleda.

2. Ako se u nekom redu u ključnom stupcu nalazi nula — 0, to će red i stubac u kome se nalazi ova nula, u sledećem simpleksnom pregledu, ostati nepromenjena. To se lako može uočiti iz redova III i IV u ključnom stupcu pregleda broj 2-sm i u istim redovima u stupcu x pregleda broj 3-sm, te iz redova I, II i III u ključnom stupcu pregleda broj 4-sm.

3. Ako se u nekom stupcu ključnog reda nalazi nula — 0, to će u istom redu i stupcu sledećeg pregleda ova nula ostati nepromenjena. I ovo se pravilo može lako proveriti uvidom u navedene simpleksne preglede. Tako, naprimer, u ključnom redu prvog simpleksnog pregleda u stupcima x' i y' , z_2 , z_3 i z_4 nalaze se nule, a u drugom simpleksnom pregledu u redu broj I u istim stupcima nule su ostale nepromenjene.

4. Iz algebarskog formulisanja zadatka i iz simpleksnih pregleda 2—4-sm se vidi, da se u zadatku pojavljuju četiri promenljive odnosno četiri ograničavajuća činioaca, i to dve osnovne promenljive — x i y , tj. proizvodni kapaciteti mašinskih i montažnog odeljenja i dve dopunske promenljive — x' i y' , tj. kapaciteti tržišta za proizvode A i B. Iz trećeg simpleksnog pregleda se, dalje, vidi da optimalne osnovne-pro-

izvodne promenljive iznose: $x \cong 2800$ i $y \cong 4800$ i da su one manje od datih dopunskih-tržišnih promenljivih: $x' = 5000$ i $y' = 6000$.

Ako bi se rešenje zadatka otpočelo sa simpleksnim matricama sa samo prve dve osnovne promenljive, tj. s traženjem optimalnog rešenja za proizvodne kapacitete, onda bi se proračuni smanjili za dva reda i dobilo bi se isto optimalno rešenje: $x = 2799,522 \cong 2800$; $y = 4798,319 \cong 4800$, a visina proizvodnje u indeksnom redu u stupcu konstanti iznosila bi $559,974 \cong 560$ miliona dinara. — Znači da bi se u sve tri ove matrice proračuni vršili svega za tri reda umesto za pet, kako je to bio slučaj za simpleksni proračun s četiri promenljive. Rezultati za ovu drugu varijantu znatno kraćeg proračuna dati su u nastavku u pregledima broj 5—7-sm.

Ako bi se u matricama broj 5—7-sm vršila i skraćivanja prema pravilima navedenim pod t. 1—3, onda bi sva skraćivanja iznela i do 75% od vremena utrošenog za redovne ručne proračune po simpleksnom metodi.

Ovo četvrto pravilo skraćivanja, međutim, ima ograničeni značaj, jer se može primeniti samo u onim slučajevima, ako su dobivene optimalne veličine osnovnih promenljivih po ovom četvrtom pravilu jednake ili manje od veličina odgovarajućih dopunskih promenljivih. Ako to nije slučaj i ako su dobijene optimalne veličine konstanti osnovnih promenljivih veće od odgovarajućih konstanti dopunskih promenljivih, onda se ovo četvrto pravilo skraćivanja proračuna ne bi moglo primeniti i proračun bi se mogao izvršiti samo redovnim simpleksnim proračunom s uzimanjem u obzir svih promenljivih. Razume se, da bi u ovom slučaju trebalo primeniti skraćivanja po pravilima navedenim u tačkama 1—3.

Iz svega navedenog izlazi, da u sličnim zadacima, tj. kada postoje osnovna i dopunska ograničenja, proračun optimuma treba otpočeti i izvršiti prvo po ovom četvrtom pravilu, pa ako dobijene optimalne veličine konstanti osnovnih promenljivih premašuju veličine konstanti dopunskih promenljivih, tada se treba vratiti na početak i proračune treba vršiti sa svima promenljivima i osnovnim i dopunskim.

Na potpuno analogan način mogu se vršiti proračuni i za veći broj osnovnih promenljivih od dve, tj. za broj osnovnih promenljivih od tri pa na više. Razume se da će u ovom slučaju biti potreban proračun odgovarajućeg broja simpleksnih pregleda, kako je to već napred naglašeno.

Alternativna rešenja

Ukoliko se želi da se pored optimalnog proračunaju i alternativna rešenja, tada se ovi alternativni proračuni vrše na sledeći način:

OSNOVNA SIMPLEKSNA MATRICA

II varijanta

Pregled broj 5-sm

	Ciljni stubac	Stubac promenljivih	0	80000	70000	0	0	150 000	Ciljni red
			Stubac konstanti	x	y	Z ₁	Z ₂	Kontrolni stubac	Red promenljivih
I	0	Z ₁	9000	[1,5]	1	1	0	9003,5	Ključni red
II	0	Z ₂	8000	1,43	1	0	1	8003,143	
Indeksni red			0	-80000	-70000	0	0	-150000	

Ključni stubac

DRUGI SIMPLEKSNI PREGLED

II varijanta

Pregled broj 6-sm

	Ciljni stubac	Stubac promenljivih	Stubac konstanti	x	y	Z ₁	Z ₂	Kontrolni stubac	Primedba
I	80000	x	6000	1	0,667	0,667	0	6002,333	Glavni red
II	0	Z ₂	1142	0	[0,238]	-0,762	1	1142,476	Ključni red
Indeksni red			480 mil	0	-16667	53333	0	480,037	

Ključni stubac

TREĆI SIMPLEKSNI PREGLED

II varijanta

Pregled broj 7-sm

	Ciljni stubac	Stubac promenljivih	Stubac konstanti	x	y	Z ₁	Z ₂	Kontrolni stubac	Primedba
I	80000	x	2799,522	1	0	2,802	2,802	2800,522	
II	70000	y	4798,319	0	1	-3,202	4,202	4800,319	= Glavni red
Indeksni red			559,974 mil	0	0	-34	70034	560,044 mil	

U poslednjem simpleksnom pregledu, u indeksnom redu, obično se nalaze nule— 0. Ove nule omogućavaju da se dobije drugo optimalno zapravo alternativno rešenje. Da bi se dobilo ovo alternativno rešenje s nulom se operiše kao s pozitivnim brojem i na taj način u poslednjem simpleksnom pregledu izabire ključni stubac. Sve ostale daljnje faze rešavanja iste su kao i one koje su opisane napred.

S alternativnim rešenjima povećava se složenost zadatka, koja omogućava da se planer ubedi u to, da svaka faza proračuna znatno utiče na ekstremno rešenje. Iz svega ovoga može se lako uvideti da zadatke ove vrste ne mogu

rešavati planeri, koji ne poznaju dobro metodiku linearnog programiranja i specijalno metodiku simpleksnog proračunavanja.

Nulte veličine indeksa daju alternativna rešenja s istim veličinama optimuma, a najmanja pozitivna veličina indeksa daje — s tačke gledišta optimalnosti — sledeće rešenje. To znači da, ako se traže dopunska alternativna rešenja, a veći broj optimalnih rešenja na bazi nulnih indeksa je iscrpljen, izbor ključnog stupca obično se osniva na najmanje pozitivnom indeksu. Kao rezultat proračuna dobiće se novi indeks na preseku indeksnog reda i stupca konstanti, koji će pokazati veličine otklona od optimuma.

Zaključna razmatranja

Simpleksni metod rešavanja zadataka linearnog programiranja je — ako se u njega s razumevanjem udubi — dosta prost i lagan za proračunavanje. Međutim, on je u isti mah i dosta spor, ako se proračuni vrše ručnim putem, pa čak i u onom slučaju, ako se vrše i sa skraćenim načinima. Ova sporost naročito dolazi do izražaja onda, kada se rešavaju zadaci s tri ili više osnovnih promenljivih i što je broj promenljivih veći, to proračuni duže traju.

Ako se međusobno uporede grafički, algebarski i simpleksni metod linearnog programiranja onda se može reći:

da je grafički metod najprimjenjiviji za rešavanje zadataka linearnog programiranja s dve osnovne promenljive i

da je simpleksni metod jednostavniji od algebarskog i pogodniji za rešavanje zadataka linearnog programiranja kada su u pitanju tri ili više promenljivih, odnosno kada su u pitanju tri ili više proizvoda.

Međutim, i pored sve komplikovanosti i sporosti u rešavanju, koristi od primene linearnog programiranja u organizaciji proizvodnje, u ekonomici i projektovanju su nesumljive i ogromne, pa ga treba uvesti u redovnu primenu u preduzećima drvne industrije angažujući za ovu svrhu jednoga, dvojicu ili trojicu za tu svrhu osposobljenih stručnjaka u svakome preduzeću.

LITERATURA

1. Akademija nauk SSSR, Lineinoe programmirovanié, Moskva, 1961 g.
2. Birman I. Ja., Transportnaja zadaća lineinogo programmirovanija, Moskva, 1962.
3. Ferguson O. Robert i dr., Lineinoe programmirovanié, metodi i primenenié, Moskva, 1962 (prevod sa engleskog).
4. Gabr Jaroslav, Lineinoe programmirovanié, Moskva, 1960 (prevod sa češkog).
5. Gerčuk Jakov, Problemi optimalnogo planirovanija, Moskva, 1961.
6. Reinfeld N. i dr., Matematičeskoe programmirovanié, Moskva, 1960 (prevod sa engleskog).
7. Romakin M. I., Elementi lineinoi algebr i lineinogo programmirovanija, Moskva, 1963.
8. Vujičić Dr ing. Lazar, Linearno programiranje u drvno-industrijskim preduzećima, Drvna industrija, Zagreb, broj 11—12/1962 (str. 186—195).
9. Vujičić Dr ing. Lazar, Algebarski metod linearnog programiranja u drvno-industrijskim preduzećima, Drvna industrija, Zagreb, broj 3—4/1963 (str. 42-50).

ISPRAVKE:

U radu »Algebarski metod linearnog programiranja u drvno-industrijskim preduzećima« od Dr-a Lazara Vujičića, objavljenom u »Drvnoj industriji« broj 3—4/1963 na str. 42—50, potkrale su se sledeće štamparske greške, koje bi trebalo ispraviti pri čitanju rada:

Strana 43, stubac I, red 25-ozdo — Stoji: $2 \cdot y + x = 10000$, a **treba da stoji: $2 \cdot x + y = 10000$** ;

strana 43, stubac II, red 22-ozdo — Stoji:

$1 \cdot A = 2 \cdot B = 80000$ dinara odnosno

a **treba da stoji:**

$1 \cdot A = 2 \cdot B = 2 \cdot 40000 = 80000$ dinara odnosno;

strana 44, stubac I, red 3-ozdo — Stoji:

$6000 \cdot k_1 + 0 \cdot k_1 = K$,

a **treba da stoji: $6000 \cdot k_1 + 0 \cdot k_2 = K$**

strana 45, stubac I, red 4-ozgo ispod grafikona 3 —

Stoji: pravne, a **treba da stoji: prave**

SIMPLEXE METHODE DER LINEAREN PROGRAMMIERUNG IN DEN HOLZINDUSTRIEBETRIEBEN

Die simplexe Methode der linearen Programmierung bearbeitet der Verfasser in diesem Artikel in Bezug auf seine Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Linearen Programmierung in dieser Zeitschrift und zwar: 1) Lineare Programmierung in den Holzindustriebetrieben (Nr. 11—12/1962, S. 186—195) und 2) Algebraische Methode der linearen Programmierung in den Holzindustriebetrieben (Nr. 3—4/1963, S. 42—50).

In diesem Artikel bearbeitet der Verfasser die theoretischen Grundlagen der Einheitsvektoren-Methode als Übergangsmethode zu dem Simplex Verfahren, und theoretische Grundlagen der simplexen Methode allein, beide Methoden der Anwendung in den Betrieben der Holzindustrie anpassend. Im Ziele der besseren Verbindung und Leichterem Verstehen der theoretischen Grundlagen diente sich der Verfasser mit einnigen praktischen Beispielen, die schon in seinen oben genannten Veröffentlichungen benutzt wurden.

Der Verfasser findet — in der Zusammenfassung die graphische, algebraische und simplexe Methode vergleichend — die graphische Methode vorteilhafter für die Lösung von Problemen mit zwei basischen veränderliche Größen, gibt aber der simplexen Methode Vorteil, wenn es sich um drei oder mehr veränderlichen Größen, bzw. Produkte, handelt und empfiehlt sie für die normale Anwendung in der Fertigungsorganisation, in der Ökonomik und im Projektieren von Holzindustriebetrieben.

JARMAČA ILI TRAČNA PILA ZA TRUPCE KOD PILJENJA LISTAČA

U poznatom je austrijskom stručnom časopisu »Internationaler Holzmarkt«, Wien-Berlin, br. 1 (1963) objavljen interesantan referat o ekonomičnosti primjene jarmače i tračne pile u savremenom pilanarstvu kod prerade oblovine listača. Referat od anonimnog autora nosi naslov »Einsatz- und Leistungsfähigkeit des Vollgatters und der Blockbandsäge beim Laubholzeinschnitt«. Budući da su u prikazu učinjene nekoje aluzije na prilike u našem pilanarstvu, smatram potrebnim, da glavne postavke ovog traktata iznesem u slobodnoj obradbi pred našu operativu.

Svrha je objavljene analize, da pokuša odrediti najpovoljniji izbor radnih strojeva u pilanarstvu. Pitanje prednosti jarmače ili tračne pile za trupce nije moguće ispravno riješiti, ako se u obzir ne uzmu specifični odnosi i zahtjevi prerade. Ono što vrijedi za električni stroj za usisavanje prašine, čija primjena nema smisla tamo gdje nema električne struje ni većih količina prašine, — to vrijedi u općim crtama i za mehanizaciju uopće. Jedna loša ili prevelika mehanizacija može neosporno biti nerentabilna, dok nasuprot, ispravno provedena mehanizacija znači krupan progres u proizvodnji.

Problem je mehanizacije uvijek kompleksan pa se mora osvijetljavati s više strana, — s jedne strane obzirom na obrazovanje specijalnog stručnog kadra i potrebnih pomoćnih instalacija, a s druge strane s obzirom na način prerade sirovine. Uvođenjem tračne pile u preradu tvrdog drveta ne gubi na važnosti vertikalna ili horizontalna jarmača. Uvijek će naime nadolaziti slučajevi i prilike, kad će — da se izrazimo ekstremno — biti potreban čak i stari venecijaner.

S obzirom na mogućnost individualne prerade i boljeg iskorišćenja sirovine tračna pila spada među najvažnije radne strojeve u drvnoj industriji. Ali za to ne smijemo horizontalnu jarmaču smatrati kao »zastarjelu«, barem ne dotle, dok je u našim konkretnim prilikama ne možemo zamijeniti boljim i ekonomičnijim strojem. Već iz same činjenice, da se tvrdo drvo najviše pili punim jarmačama i da ponekad od već debele trupce treba pritesati sjekirom (da bi se podesili prolazu jarma), slijedi, da drvena privreda trpi znatne štete, koje se mogu lako izbjeći. Racionalna se primjena tračnih pila za trupce može sažeti u svega nekoliko pravila:

a) Pomoću tračne pile za trupce izvodi se samo nekoliko propiljaka, t.j. njom se uglavnom vrše prizmiranja.

b) Ova se pila mora primjenjivati kod prerade listača, jer samo kod njih dolazi u obzir individualni način piljenja.

c) Kod primjene se mora odabrati ona veličina pile, koja odgovara dimenzijama trupaca.

d) Jednako se tako moraju primijeniti dobri transportni i pomoćni uređaji, a napose naprave za izjednačavanje i oštrenje zubaca.

e) Pogon mora raspolagati s potrebnim kvalificiranim osobljem kako za poslugu stroja tako i za održavanje alata.

f) Za slučaj loma ili drugog kvara na osjetljivijim dijelovima stroja pogon mora raspolagati s neophodnim doknadnim dijelovima, kako bi se izbjeglo duže mirovanje stroja.

g) Kod pogona mora postojati dovoljno velik bazen s vodom, kako bi se potreban broj trupaca mogao konzervirati za rad u ljetnim mjesecima.

Na taj bi se način mogla kroz cijelu godinu piliti i bukovina, a ne samo hrastovina i druge listače kojima ne prijete opasnost od direktne gljivične infekcije. Velika je prednost tračne pile u tome, što kod nje nije potrebno razvrstavanje oblovine na skladištu. U tom je pogledu tračna pila u nekoliko slična ljuštilici kod tvornica šperovanog drveta, pa dosljedno i zahtijeva analogno uređenje skladišta za oblovinu.

Problem produktivnosti

S obzirom na okolnost da drvena industrija prerađuje jedan produkt prirode, koji za upotrebu sazrijeva u vremenu od više ljudskih generacija, zadatak je stručnjaka u drvnoj industriji vrlo težak. Njihova odgovornost ne leži samo u kritici savremenika nego i u kritici kasnijih pokoljenja, koja će naslijediti današnje šume. Tako se kroz razne analize produktivnosti rada provlači kao crvena nit tendencija, da se smanji samo utrošak vremena po jedinici proizvoda, dok se potpuno pušta s vida potreba za bolje iskorišćavanje sirovine. Naravno je u posljednje vrijeme bilo živih diskusija u vezi s problemom štednje na vremenu, ali glasova o štednji na materijalu nije bilo čuti.

Uzmemo li u obzir da jugoslovensko pilanarstvo godišnje proguta oko 3 milijuna m³ drveta, od kojeg oko 1 milijun m³ otpada na oblovinu listača, — i nadalje, da već sami zubi pila unište jednu četvrtinu cjelokupne mase, onda odmah dobivamo odgovor na pitanje: koji stroj u pilanarstvu ima prednost, da li jarmača ili tračna pila. Ali s tim se u vezi postavljaju još i slijedeća pitanja:

— kako stoji sa zupcima pile, s razvrakom, sa stlačivanjem i na koncu s debljinom traka,

— kako se ima uskladištavati oblovinu,

— kakve se dizalice mogu primjenjivati.

Vjerujemo da bi pojam produktivnosti trebalo obuhvatiti više kompleksno i više približiti njegovom cilju pa bi onda za ovaj pojam odgovarao drugi naziv. Pogrešno shvaćena i na laku ruku izabrana »povećanja učinka« pružaju često manje vrijedan a ponekad neupotrebljiv materijal. Često su naime puta postignuti visoki učinci povećanim naporima radne snage i raznim prisilnim mjerama, što sve dovodi do iscrpljenja i oboljenja radnika i do kvarova na strojevima. Time želimo reći, kako svako nastojanje za povećanjem produktivnosti nije samo sebi svrha, već je ono samo jedna komponenta ekonomičnosti. Ono bi to barem trebalo da bude. Pođemo li s ovog stanovišta, onda moramo prije svega znati, kada, gdje i zašto treba primijeniti jarmaču, a kada gdje i zašto treba primijeniti tračnu pilu.

Jarmača ili tračna pila — dilema.

Nekojе pilane iskorišćuju prosječno samo 50% oblovine tako, da gotovo ne bi bilo pogrešno izraz »pilanska industrija« zamijeniti s izrazom »industrija piljevine«. Ima naime čak i takvih pilana, koje proizvode tolike količine piljevine, da je teško riješiti problem odvoženja ovog balasta. Za taj se odvoz često moraju izdavati velike svote.

Budući da postoje prilično velike razlike principijelne naravi između prerade listača četinjača, napose u vezi s glavnim radnim strojevima, potrebno je ove razlike promotriti pobliže. Dok kod četinjača važi osnovno pravilo, da zdrave grane i kvrge ne znače velike greške na proizvedenim daskama, dotle je kod prerade listača gotovo glavni zadatak piljenja baš u uklanjanju uraslih grana i ostalih grešaka. Tu leži i uzrok, zašto kod četinjača postoji za piljenice standardna dužina pa čak i određena širina, dok se naprotiv kod listača mogu upotrebiti i daske vrlo malih dimenzija. Što se pak tiče širine, ova se kod listača odabire tako, kako dozvoljavaju postojeće greške.

Ako se dakle puna jarmača može s uspjehom primjenjivati kod piljenja oblovine četinjača, to onda ne znači da se i svaka veličina jarmače može upotrebiti za svaku debljinu trupca, odnosno piljene građe. Racionalno piljenje četinjača zahtijeva izvjesni oprez: za tanje se trupce moraju primjenjivati manje jarmače, dok se kod prizmiranja mogu upotrebiti veće jarmače s većom širinom prolaza (Durchgangsbreite) i s većom visinom stapaja (Hubhöhe). Kod piljenja je prizama u daske potrebna manja visina stapaja kao i kraća i tanja pila (kao kod jarmače za propiljivanje).

Ova pravila opreznosti imaju svrhu, da što moguće više smanje količinu piljevine kao jedne neizbježne nedaće. Velike naime jarmače imaju i velike visine stapaja a k tomu i dugačke

pile, a ove su opet razmjerno debele, jer debljina pila stoji u lneranoj proporciji s njihovom dužinom.

Ipak za individualnu obradu tvrdog drveta puna jarmača može doći u obzir samo izuzetno i u ograničenoj mjeri. Tu rad s jarmačom mnogo sliči radu sa zavezanim očima. Raspon pila u jarmači proguta sve trupce koji dolaze na preradu. Da li će pak oblovinu biti pritom iskorištena s većim ili s manjim intenzitetom zavisi od savjesnosti rada na skladištu trupaca i od razvrstavanja po promjerima i kvaliteti, a kod bukovine još i po veličini crvene srži. Kad vidimo debeli okrajak ili debelu piljenicu male širine, onda nam mora odmah biti jasno, da je oblovinu u dotičnoj pilani loše iskorištena.

Prednosti tračne pile

Nakon što smo nabrojili nepovoljne strane pune jarmače kod piljenja već danas rijetkih listača, kao što je hrastovina, jasenovina, breštovina i orahovina, možemo navesti neke prednosti tračne pile. Ona se od jarmače bitno razlikuje. Ima samo jednu pilu i prema tome svaku dasku pili individualno. U tvornicama je furnira ova pila neke vrste selekciona stanica, jer pileći trupac odmah prodire u njegovu nutrinju tako, da se neposredno može ustanoviti, da li je on sposoban za izradu furnira ili samo za daske. Nadalje, s obzirom na tanku traku i na individualno piljenje, kod tračne je pile bolje iskorisćenje po kvantiteti i kvaliteti. Zupci tračne pile vrše rezanje kontinuirano pa su potom i ravnomjerno opterećeni, čega kod jarmače nema. Osim toga, kako je već istaknuto, primjena tračne pile prišteđuje poslove na sortiranju trupaca po vrsti drveća, debljini i kvaliteti. Nije potom potrebno veliko skladište za trupce, a otpadaju i poslovi klasifikacije.

Za naše je šumsko gospodarstvo specijalni problem korišćenje bukovine, jer od svih autohtonih lisnatih vrsta otpada na bukovinu oko 70%. Znamo da je bukovina žilavo i nemrno drvo, koje se vrlo teško obrađuje. Ako se pravodobno ne obradi, nastupa opasnost pravosti i truljenja, — a ako se neposredno nakon piljenja pažljivo ne složi u složajeve, nastupa vitoperenje, raspukline, dekoloracija, plijesan i dr. Mnoge pilane (i to ne one najgore) imaju kod prerade bukovine velike poteškoće u rokovima prerade. Takve neprilike javljaju se naročito u proljeće, kad se bukovina mora potapati u vodu ili se mora piliti pa onda kao piljena građa konzervirati. Sva se naime bukova oblovina mora ispiliti do konca aprila ili najkasnije do početka maja, a to je u mnogim pilanama gotovo nemoguće.

Kako treba riješiti ovaj problem i koju ulogu u tome ima tračna pila?

Upravo je tračna pila sposobna da omogući potpuno rješenje navedenih poteškoća. Već smo naglasili, da kod tračne pile nije potrebno pret-

hodno razvrstavanje. To znači, da se svi trupci moraju samo potapati u bazene. Uređenje ovih bazena ne čini nikakvih poteškoća ukoliko je pilana smještena u blizini rijeke ili kakvog potoka. Tu se onda jednako kao i u tvornicama furnira bukovina može piliti kroz čitavu godinu kontinuirano po normalnom pritanju trupaca, pa nema opasnosti sezonske navale.

Za bukovu je oblovinu voda najbolji konzervans. Ona ne samo sprječava da u određenom vremenu nastupi inklinacija k organskoj razgradnji nego još i omogućuje bolje i lakše parenje. Poznato je da je bukovo drvo kao pareno za 5—10% više vrijedno nego nepareno. Pritom parenje napreduje mnogo brže ukoliko je drvo svježije ili dapače mokro.

Prije kratkog je vremena objavljen prijedlog da se parenje bukovine izvrši još u fazi oblovine. To bi značilo da se izvjesni pilanski pogoni mogu orijentirati isključivo na preradu bukovine samo ukoliko imaju dovoljno velike bazene i dovoljno velike parionice. Svakako bi parenje čitavih debala bilo jeftinije, makar se ono na prvi pogled čini skuplje, jer se moraju pariti veće količine. Treba međutim držati u vidu da manipulacija s čitavim deblom pomoću mehaniziranih naprava iziskuje mnogo manji gubitak vremena nego ručno premetanje svake pojedine piljenice. Kod parenja nije skupa sama para, — izuzevši nekoje vrlo rijetke slučajeve koji se ne smiju uopćavati, — već je skupo rukovanje s materijalom.

Ali i tračna pila ima nepovoljnih strana. One međutim imaju subjektivan karakter. Ako se s tračnom pilom ne zna pravilno postupati, onda razumljivo ona može dati i manji učinak od same jarmače. Sve zavisi od toga, da li smo prije postavljanja tračne pile riješili sve kompleksne probleme koji su s njom u vezi. Ukoliko oni nisu riješeni, onda se može dogoditi da se prednosti tračne pile preokrenu u nedostatke.

Optimalni učinak tračne pile

Ovdje nas interesira onaj učinak tračne pile koji istovremeno osigurava povoljno iskorišćenje sirovine i najbolji financijski efekt. Kvantitativni učinak u svakom slučaju predstavlja funkciju izvjesnih tehničkih svojstava stroja. Te pak osobine stoje pod utjecajem s jedne strane same konstrukcije a s druge kvalitete trupca.

A. — Što se tiče samog stroja učinak je zavisian od:

- broja okretaja kotača tračne pile (n),
- promjera kotača tračne pile (d),
- brzine pomaka,
- brzine povratnog hoda kola, odnosno stupnja mehanizacije,
- vremena pričvršćivanja trupca,
- vremena za početak novog piljenja nakon povraćaja kola.

B. — Što se tiče osobina trupca učinak je zavisian od:

- promjera trupca (D),
- dužine trupca (L),
- visine piljenja (h),
- broja propiljaka na jednom trupcu (m),
- vrste i tvrdoće drveta (a)

i napokon od kvalitete samoga piljenja, koja se može mjeriti po broju malih rebrastih izbočina na piljenoj plosi.

Ustanovljenje učinka

U ovom ćemo izvodu navesti jedan praktičan primjer. Velike američke tračne pile za trupce, koje najčešće susrećemo u evropskim pogonima, imaju u pravilu

- promjer kotača . . . 1.800 mm
- broj okretaja oko . . . 450 ok/min.

Ako ove brojke uzmemo kao podlogu, onda možemo obračunati kapacitet tračne pile, t. j. njezinu normu učinka za jednu smjenu, odnosno 8-satni rad. Kod toga ćemo najprije ustanoviti brzinu piljenja, i to po formuli:

$$C_{sec} = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{60} \dots \dots \dots (1)$$

ili za konkretni slučaj:

$$C_{sec} = \frac{1,8 \cdot 3,14 \cdot 450}{60} = 42,5 \text{ m/sec.}$$

Već se tu može odmah zapaziti krupna razlika između tračne pile i jarmače. Kod potonje naime brzina piljenja iznosi:

$$C_{sec} = 3 - 5 \text{ m/sec.}$$

a to znači tek $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{8}$ brzine koju postizava tračna pila. Manja brzina kod jarmače nije posljedica samo polovine stapaja (budući da pile režu samo kod gibanja prema dolje) nego i sinusoidnog kretanja pile, a taj se gubitak kreće od 10—15%.

Ustanovimo sada kolika je debljina piljevine po jednom zupcu ukoliko korak zubaca (z) iznosi 44 mm a srednja visina zupca 7,5 mm. Na podlozi se ovih brojeva mora najprije izračunati površina praznog prostora između zubaca (F_2). Prema tome imamo

$$z = 44 \text{ mm}$$

$$F_2 = 44 \cdot 7,5 = 330 \text{ m}^2.$$

Sada se može obračunati debljina piljevine po jednom zupcu, a to je ustvari veličina pomaka po zupcu (v). Ona se računa po formuli:

$$v = \frac{F_2 \text{ mm}}{h \cdot a} \dots \dots \dots (2)$$

Ako u ovu formulu uvrstimo pripadne brojčane vrijednosti, onda za $h = 1000$ mm a za $a = 2,5$ dobivamo:

$$v = \frac{330}{1000 \cdot 2,5} = 0,132 \text{ mm}$$

Budući da list tračne pile ima 22,8 zubaca po tekućem metru (1000 : 44 = 22,8) svaki metar trake mora izrezati 22,8 ivera s debljinom od 0,132 mm. To znači pomak po jednom metru od 22,8 · 0,132 = okruglo 3 mm. Brzina pak piljenja, kako smo već ustanovili, iznosi 42,5 m/sec. Ako se ona preračuna na minutu, onda iznosi:

$$C_{\min} = 42,5 \cdot 60 = 2.550 \text{ m/min.}$$

Prema tome bi pomak u minuti iznosio 2.550 · 3 mm = 7.650 mm, naravno uz pretpostavku, da visina piljenja iznosi 1 metar. Ukoliko ta visina iznosi više ili manje od 1 m, to će i pomak od 7,65 m/min u razmjeru s visinom rasti ili padati.

Ovo možemo obračunati i pomoću formule za pomak u metrima na minutu:

$$v = \frac{60 \cdot c \cdot 3}{h} \text{ m/min.}$$

i onda po ovoj formuli ustanoviti pomak za svaku povoljnu visinu piljenja.

Nakon što je riješeno pitanje debljine piljevine po jednom zupcu i nakon što je obračunat pomak po minuti, možemo ustanoviti optimalni učinak za vrijeme od 480 minuta, t.j. za jednu radnu smjenu. Uzmimo da kod jednog prosječnog trupca, kod kojeg je

- dužina (L) = 5 m
- promjer (D) = 70 cm
- masa (V) = 1,92 m³,

treba izvršiti 6 propiljaka. Prosječna visina piljenja treba da iznosi 50 cm. Moramo u tu svrhu prijeći po logičnom redu k određivanju utjecajnih veličina. Učinak je, kako je već spomenuto, zavisen od:

1) pomaka trupca za vrijeme procesa piljenja, pa se mora ustanoviti glavno vrijeme (t_h) za ukupno 5 metara,

2) brzine povratnog hoda kola, a ta je konstantna, pa u našem slučaju iznosi 30 m/min. Kola moraju svladati za oko 1 metar duži put nego što iznosi dužina trupca. Dakle, put kola iznosi: dužina trupca + 1. Na ovaj način dobivamo jedan dio neiskorištenog vremena (t_{n1}),

3) vremena potrebnog za postavljanje novog propiljaka, a ono može trajati na pr. 12 sekundi (0,2 min) te se označuje kao drugi dio neiskorištenog vremena (t_{n2}),

4) vremena potrebnog za uklanjanje ostataka ispiljenog i ukopčavanja novog trupca na kola. To je vrijeme također neiskorišćeno, a računa se po empiričnoj formuli

$$t_{n3} = 2 (1 + V) \text{ min.} \dots (4)$$

t.j. za svaki su trupac potrebne 2 minute i povrh toga još i ono vrijeme koje se dobiva za volumen trupca iz vrijednosti »2 minute po m³.

Vrijeme potrebno za izmjenu pile možemo direktno uvrstiti u račun, i to s 10 min po 100 m² ispiljene plohe ili 0,1 min/m², pa je prema tome to vrijeme (t_{n4}):

$$t_{n4} = 0,1 \text{ min/m}^2 \dots (5)$$

T.zv. »diobno vrijeme« je najbolje izraziti u formi jednog faktora unutar niza veličina 0,6 — 0,8. Ovdje ćemo uzeti faktor 0,7.

Označimo li sada ono vrijeme koje je stvarno potrebno za piljenje trupca (osnovno vrijeme) sa znakom »t_g«, pa ustanovimo ukupno veličinu (količinu) piljenja za 8 sati u m³ pomoću slijedeće formule:

$$V_{\text{smjene}} = \frac{480 \cdot 0,7 \cdot V}{t_g} \text{ m}^3 \dots (6)$$

onda nam još preostaje, da ovo osnovno vrijeme obračunamo po jednom trupcu i to po formuli:

$$t_g = t_h + 1_{n1} + t_{n2} + t_{n3} + t_{n4} \text{ min/trup.} (7)$$

Tu najprije moramo ustanoviti, koliko je velik pomak (v) kod visine piljenja 50 cm. Znamo da on kod visine piljenja od 1 m iznosi 7,65 m/min. Prema tome on je kod visine piljenja 0,50 m dvostruko veći, pa iznosi

$$v = 15,3 \text{ m/min.}$$

Sada su nam poznate veličine i to:

	za 1 pro- piljak	za 6 pro- piljaka
t _h = glavno vrijeme prerade 5 m : 15,3 m/min	0,33 min	1,98 min
t _{n1} = povratni hod praznih kola za 1 propiljak = (5 m + 1 m) : 30 m/min	0,20 „	1,20 „
t _{n2} = postavljanje trupca za naredni propiljak	0,20 „	1,20 „
t _{n3} = skidanje starog trupca i ukopčav. novog na kola	0,97 „	5,84 „
t _{n4} = izmjena trake	0,25 „	1,50 „
Prema tome izlazi		
t _g =	1,95 „	11,72 „

Iz ovog se sada može obračunati ukupna količina piljenja u jednoj radnoj smjeni i za 6 propiljaka po naprijed navedenoj formuli:

$$V_{\text{smjene}} = \frac{480 \cdot 0,7 \cdot 1,92}{11,72} = 55 \text{ m}^3$$

U ovoj formuli mogu naravno umjesto jedne brojke za osnovno vrijeme (t_g) uvrstiti pojedine njegove komponente, pa formula dobiva nešto drukčiji oblik:

$$V_{\text{smjene}} = \frac{480 \cdot 0,7 \cdot V}{t_h + t_{n1} + t_{n2} + t_{n3} + t_{n4}}$$

Na ovaj se način može riješiti svaki pojedini slučaj, ukoliko su naravno pojedine komponente brojčano utvrđene.

Iskorišćenje kapaciteta tračne pile

Time što se kod piljenja l'stača trupci raznih dimenzija pile jedan iza drugog i što zbog toga izlaze piljenice raznih debljina (pri čemu broj piljenica zavisi od trupca), mijenja se i

kapacitet tračne pile i to u pojedinim slučajevima vrlo znatno. S obzirom na promjenjivost spomenutih faktora vrlo je teško obračunati kapacitet ove pile. Da bi se mogla izraditi jedna tabela učinaka, moralo bi se nekoliko varijantata tretirati kao konstante. U našem slučaju uzimamo kao konstantu dužinu trupca, a variraju samo promjer trupca i visina piljenja s jedne a broj rezova, odnosno debljina piljenica s druge strane. Na toj smo bazi izradili tabelarni pregled, koji iskazuje za dužinu trupca od 5 metara obračunate učinke po promjerima 56 do 140 cm i za 1—16 piljenica.

Iz ovog se tabelarnog pregleda vidi, da je učinak tračne pile za trupce u mnogom zavisian od broja propiljaka i od promjera trupca. Tako npr. količina piljenja za osamsatni rad kod 16 propiljaka i kod promjera 56 cm (dužina trupca 5 metara) iznosi ukupno 23 m³. Nasuprot tome kod 6 propiljaka i kod promjera 133 cm iskazuje količinu piljenja 95 m³. Količina piljenja je dakle u drugom slučaju 4 puta veća od one u prvom slučaju. Već iz ove činjenice izlazi jasno, da tračnu pilu za trupce treba što moguće više upotrebljavati **samo kod prizmiranja** a daljnju obradu prepustiti sekundarnim strojevima, kao što su tračne pile za propiljivanje, kružne pile s tankim pilama i male jarmače tzv. »Spaltgatter«.

Na učinak tračne pile imaju velik utjecaj naprave za transport, naročito razne dizalice za horizontalni i vertikalni transport trupaca, a jednako tako razni mehanizmi za uklanjanje prizama i teške piljene građe. Upravo je nedostatak prikladnih transportnih naprava u tome što veliki dio osnovnog vremena (t_k) pretvaraju u neiskorišteno vrijeme (t_n), u kojem se ne ostvaruje nikakav učinak. Tračna pila za trupce traži bezuvjetno **dvije električne dizalice** (jedne za deblovinu a druge za prizme) a isto tako i naprave za odvoz piljenog materijala. Tom se zahtjevu mora udovoljiti ako se neiskorišteno vrijeme (t_n) želi skratiti na najmanju moguću mjeru.

Od strojeva za daljnju preradu ovdje treba ponovno spomenuti **tračnu pilu za propiljivanje**, koja ima tanju traku a veću brzinu nego tračna pila za trupce (određena samo za prizmiranje). Ova propilna tračna pila vrši čišće i kvalitetnije piljenje nego tračna pila za trupce.

Ovdje treba još istaći, da se tračne pile za trupce, koje je prije nekoliko godina Jugoslavija nabavila u Americi, nisu se pokazale prikladne za preradu evropskih listača. One dođu mogu piliti i najdeblje trupce, ali s obzirom na njihove debele trake (listove) stvaraju propiljke od 6 mm i više. Time su gubici u nekim slučajevima veći nego kod rada s jarmačama, a ujedno otpada i svaka prednost tračne pile. Za naše je prilike daleko bolji evropski tip tračne pile, koji može piliti trupce do 150 cm promjera i pritom je propiljak najviše 2,4

mm širok. Osim toga je evropski tip sposoban ne samo za prizmiranje već djelomično i za proizvodnju dasaka.

Ekonomičnost tračne pile

Prema prokušanoj empirijskoj formuli iznosi iskorišćenje (Q) kod tvrdog drveta u procentima

$$Q = \frac{D \cdot 100}{2d \cdot g \cdot D} \%.$$

Kod toga je

d = gubitak uslijed debljine propiljka (Schnittfuge) i nadmjere,

g = konstanta, u kojoj su sadržani gubici na otpadnom materijalu, okrajcima itd.,

D = promjer trupca (cm) ili debljina daske (mm).

Želimo li obračunati prosječno iskorišćenje bukovih trupaca A-klase promjera 45 cm, debljine propiljka 5 mm i nadmjere 2 mm po dasci, onda dobivamo

$$Q = \frac{45 \cdot 100}{14 \cdot 15 \cdot 45} = 61\%.$$

U primjenama smo računali s konstantnom $g = 15$. Primjenimo li sad kombinaciju tračne pile za trupce propilne pile, koja ima za 2 mm tanji prerez (3 mm), onda dobivamo

$$Q = \frac{45 \cdot 100}{10 \cdot 15 \cdot 45} = 64\%.$$

a to znači, da iskorišćenje primjenom kombinacije tračne i drugih pila može porasti za 3%.

Iskorišćenje će u stvari kod ovih kombinacija biti još veće, jer se kod individualnog piljenja svaki pojedini trupac može preraditi onako, kako to zahtijevaju njegove specifične osobine. Na ovaj bi se način mogao primjeniti i t.zv. »dijagram piljenja«, kod čega bi se prema potrebi moglo dobiti vrlo cijenjeno rezonantno drvo. Ako mi cijenimo povišenje iskorišćenja po vrijednosti na 10%, onda je to još uvijek u granicama realnih mogućnosti. Naravno, ovakvi se rezultati mogu očekivati samo onda, ako je zadatak uvođenja tračnih pila riješen kompleksno t.j. gdje osim velike tračne pile za trupce u svrhu prizmiranja postoje i manje propilne tračne pile ili propilne jarmače za piljenje prizama — i naravno gdje postoje kvalificirani stručnjaci za manipulaciju sa strojevima i za oštrenje pila.

Uvođenje je tračnih pila u pogone za obradu listača postalo urgentno s obzirom na smanjenje šumskog areala i raspoloživih gromada. Nameće se naime potreba, da se iz manje količine sirovina dobije veća vrijednost piljene građe. Što se pak tiče piljenja četinjača, tu jarmača još nije izgubila svoje prednosti.

S. F.

MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O TEHNOLOGIJI DRVA

1. Uvod

U prošlom broju »Drvne industrije« (vidi god. XIV, broj 9—10, 1963, str. 155) objavljena je kratka bilješka o V FAO konferenciji o tehnologiji drva, održanoj u Madison-u, Wis., USA, od 16. do 27. septembra 1963., s napomenom da će u slijedećem broju ovog časopisa biti dan prikaz rada i zaključaka te konferencije.

Rad konferencije odvijao se u dva plenarna sastanka i to na početku i na kraju zasjedanja, a između njih održani su sastanci radnih grupa. Konferencija o tehnologiji drva imade 8 radnih grupa. To su radne grupe za: 1) metode ispitivanja mehaničkih svojstava drva, 2) fizikalne probleme drva i drvnih proizvoda, 3) metode ispitivanja ploča vlaknatica i ploča iverica, 4) metode ispitivanja furnira i vezanog (šperovanog) drva, 5) klasifikacija drva za građevne (konstruktivne) svrhe, 6) metode ispitivanja pirolitičkih karakteristika drva i drvnih proizvoda, 7) piljenje i strojna obrada drva i 8) konzerviranje drva.

Sastanci su se održavali svaki dan od 16. do 27. septembra 1963. od 9 do 12 sati i od 13,30 do 17 sati. Dnevni red konferencije bio je slijedeći:

a) Dne 16. IX 1963. pregled laboratorija, radionica i pogona Laboratorija za šumske proizvode (Forest Products Laboratory), Madison, Wis.

b) Dne 17. IX 1963. prije podne svečano otvaranje V FAO konferencije o tehnologiji drva, a poslije podne sastanak radne grupe za ispitivanje pi-

rolitičkih karakteristika drva i drvnih proizvoda.

c) Dne 18. IX 1963. sastanak radne grupe za konzerviranje drva.

d) Dne 19. IX 1963. sastanak radne grupe za metode ispitivanja mehaničkih svojstava drva.

e) Dne 20. IX 1963. sastanak radne grupe za klasifikaciju drva u građevne (konstruktivne) svrhe.

f) Dne 21. IX 1963. sastanak radne grupe za metode ispitivanja furnira i vezanog (šperovanog) drva.

g) Dne 23. IX 1963. sastanak radne grupe za metode ispitivanja ploča vlaknatica i ploča iverica.

h) Dne 24. IX 1963. sastanak radne grupe za piljenje i strojnu obradu.

i) Dne 25. IX 1963. sastanak radne grupe za fizikalne probleme drva i drvnih proizvoda.

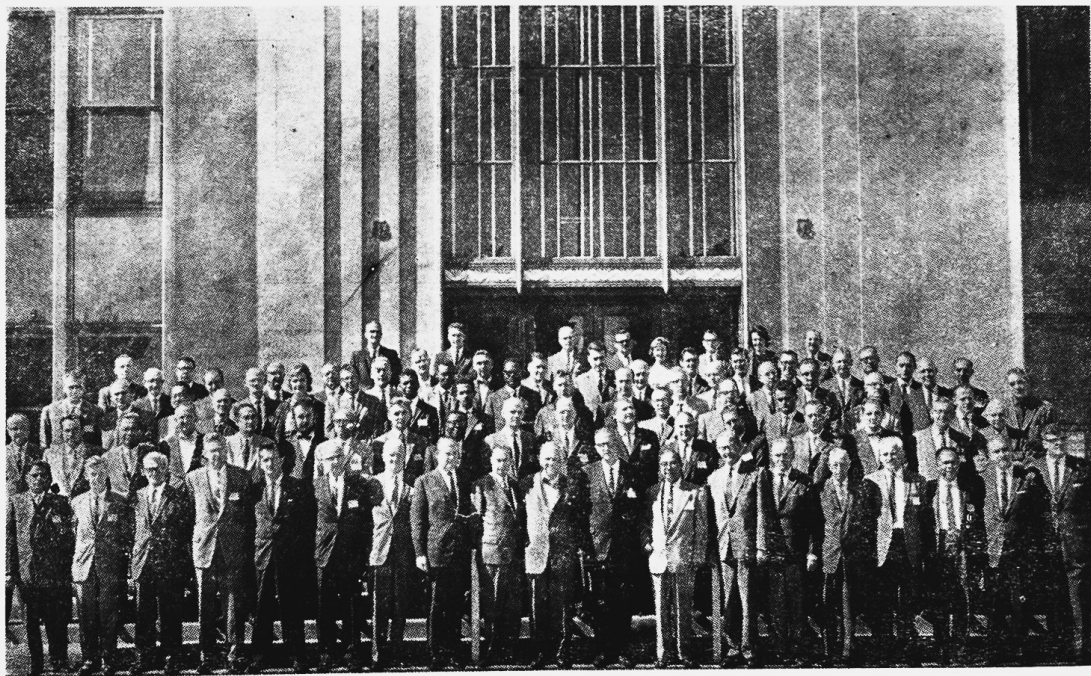
j) Dne 26. IX 1963. prihvaćanje izvještaja pojedinih radnih grupa.

k) Dne 27. IX 1963. završni plenarni sastanak — prihvaćanje zaključnog izvještaja konferencije.

Sastanci radnih grupa održavani su po unaprijed utvrđenom dnevnom redu. Osnovne točke toga dnevnog reda bile su: a) izvještaj predsjednika radne grupe o dosadašnjem radu, b) izvještaji i diskusija, c) prijedlozi i preporuke za daljnji program rada radne grupe.

2. Pirolitičke karakteristike drva i drvnih proizvoda

Za stalnog predsjednika radne grupe izabran je dr J. Collardet, dosadašnji radni predsjednik.



Učesnici konferencije pred zgradom Instituta za drvo u Madisonu — USA

J. Collardet u svojem izvještaju o dosadašnjem radu istakao je, da u mnogim zemljama propisi za ispitivanje sadrže mnogo predrasuda o drvu kao građevnom materijalu, koje smanjuju njegovu potrebu u gradnji privatnih i javnih zgrada; da je neophodno potrebno razviti daljnji rad na metodama ispitivanja pirolitičkih karakteristika drva i drvnih proizvoda i da je na tom području potrebna suradnja svih zainteresiranih internacionalnih organizacija. To su 41. Sekcija — Šumski proizvodi, IUFRO (International Union of the Forest Research Organizations), ISO (International Standards Organization), IBC (International Building Committee), ITCF (International Technical Committee on Fire) i EFWI (European Federation on Woodworking Industries).

Nakon toga članovi radne grupe saslušali su kratki sadržaj četiri izvještaja: o vatri koja tinja u drvu i drvnim proizvodima (F. Amy), o otpornosti drvenih stupova na požar (J. P. Fackler), o pirolitičkim karakteristikama drva i drvnih proizvoda (M. Jean) i o metodama ispitivanja pirolitičkih karakteristika drvnih proizvoda — ploča (F. Kollmann).

U diskusiji o podnesenim izvještajima i o potrebi daljnjih radova na tom području zaključeno je da ispitivanje pirolitičkih karakteristika drva i drvnih proizvoda treba da obuhvate sve pirolitičke karakteristike: vrijeme zapaljivanja, gubitak na težini, porast temperature, visina plamena, širenje plamena, izžaravanje, količina i sastav dimnih i toksičnih plinova. Kollman je podvukao važnost proučavanja parametara bez dimenzija karakterističnih za metodu ispitivanja i pomoću kojih bi se mogli izraziti rezultati ispitivanja. Nadalje je zaključeno, da je potrebno pristupiti izradi terminološkog rječnika, sakupiti i analizirati metode ispitivanja koje se primjenjuju u raznim zemljama, nastaviti s radom na iznalaženju najboljih metoda i raditi dalje na postupcima zaštite drva od požara.

3. Konzerviranje drva

Predsjednik radne grupe dr. G. Becker u svojem izvještaju prikazao je dosadašnji rad ove grupe u periodu od 1959. do 1963. U tom periodu održana su dva sastanka, i to 1959. i 1962. u Rimu. Na prvom sastanku dan je pregled stanja i rezultata istraživanja i iskustava na tom području u nekim zemljama, a na drugom sastanku manji broj predstavnika radne grupe, uglavnom iz Evrope, raspravili su razne zadatke za buduću rad grupe.

Referati pripremljeni za ovu konferenciju mogli bi se podijeliti u četiri područja. Prvo, obuhvaća referate o komparaciji metoda ispitivanja koje se mogu primijeniti u tropskim zemljama i u drugim zemljama u razvoju, koje nemaju dobro opremljene institute. Drugo, obuhvata referate s različitih područja primjene konzerviranja drva, kao što su na pr. sirovo drvo nakon obaranja i za vrijeme transporta, ploče vlaknatice i ploče iverice, bambus. Treće, obuhvaća referate o specijalnim svojstvima konzervansa, o njihovom ispitivanju i problemima

koji se javljaju u praksi. Takva svojstva treba da su kompatibilna s ljepilima, naličima i metalima. Četvrto, obuhvaća referate koji obrađuju potrebu poduzimanja mjera karantene u cilju sprečavanja širenja insekata razarača drva, kao i potrebu izrade nomenklature, definicija i klasifikacije.

Ukupno je podneseno članovima radne grupe 13 referata.

U diskusiji se raspravljalo o unifikaciji metoda ispitivanja konzerviranja drva (Blew na bazi 2 referata Birkner-a), ispitivanju resistantnosti drva na napadaj štetnika koji žive u moru, metodama ocjene konzervansa i prirodne trajnosti drva (Scheffer), zaštiti trupaca i svježe piljenog drva, konzerviranju ploča vlaknatice i iverica (Becker), konzerviranju bambusa u Azijskim zemljama (Purushotham, Premrasmi, Abdurachim, Shibamoto i suradnici, Liese), kompatibilnosti lijepljenja i konzerviranja (Selbo na bazi referata Jagfield-a), sposobnosti lijepljenja impregniranog drva (Blew), određivanju utjecaja konzervansa na koroziju metala (Becker na bazi referata Alliot-a), mjera karantene za sprečavanje širenja insekata razarača drva (Dadswell na bazi referata Tamblin-a), poteškoćama kod impregnacije željezničkih pragova (Quebracho blanco) u Argentini, upotrebi konzervansa kod jeftinih zgrada u Indiji (Purushotham).

Predsjednik je upozorio članove radne grupe na dvije publikacije. Prva, »Rječnik pojmova o konzerviranju drva« (Glossary of Terms Relating to Wood Preservation) izdana po BWPA (British Wood Preserving Association). Druga, »Zaštita drva u zgradama« (Protection of Wood in Buildings) napisana po Lindgren-u i Blew-u za potrebe FAO za zemlje u razvoju.

Nakon diskusije radna grupa je prihvatila prijedloge i preporuke za daljnji rad grupe: rad na unifikaciji metoda ispitivanja, studij osnovnih faktora permeabiliteta drva, kompilacija metoda ocjene penetracije, retencije i distribucije konzervansa u drvu, prikupljanje i prikaz mjera zaštite drva u građevinarstvu, izrada brošure »Zaštita drva u zgradama« u više jezika za različita područja svijeta, izrada višejezičnog rječnika pojmova s područja konzerviranja drva. Zaključeno je da se slijedeći sastanak radne grupe održi za 2 godine u Evropi, a da se istovremeno organizira simpozij o savremenim istraživanjima razaranja drva po organizimima.

4. Mehanička svojstva drva

H. Kühne, predsjednik radne grupe, u kratkoj uvodnoj riječi saopćio je učesnicima konferencije da se rad grupe odvijao u smislu sugestija i preporuka četvrte konferencije o tehnologiji drva održane 1958. god. u Madridu. Na specijalnom sastanku radne grupe održanom u julu 1962. u Rimu ponovno se raspravljalo o nekim problemima radne grupe, a neki su problemi formulirani za diskusiju na petoj konferenciji. Isto je tako radna grupa raspravljala o istraživačkoj aktivnosti na području mehaničkih svojstava drva odgovarajućih komiteta IUFRO, ISO, IWRS i td.

U vezi metoda ispitivanja malih čistih uzoraka radna grupa uzela je ponovno u razmatranje svoje-vremenu preporuku da se uzorci ispituju kod vlage od 12%, odnosno u području od 9 do 15%. Zbog toga što vlaga higroskopske ravnoteže drva ovisi o vrsti drva, zaključeno je, da se preporuča da se uzorci za ispitivanje kondicioniraju kod relativne vlage zraka od 65% i temperature zraka od 20 do 25°C.

Na četvrtoj konferenciji diskutirano je o metodi uzimanja uzoraka. Kako dosadašnje metode ne zadovoljavaju u potpunosti, konferencija je zaključila da dr. R. Youngs i prof. Keylewerth izrade specijalnu studiju o metodama uzimanja uzoraka za slijedeću konferenciju.

Konferencija je konstatala da bi bila poželjna korelacija između metode ispitivanja drva i metode za ispitivanje ploča vlaknata i iverica. Iako su puno drvo, vlaknate i iverice različiti materijali, ipak bi bilo poželjno, da se isti opći principi ispitivanja primijene kod ispitivanja drva i drvnih proizvoda (brzina opterećenja, proporcionalnost uzoraka za ispitivanje i slično).

U toku sastanka učesnici konferencije bili su upoznati s kratkim sadržajem podnešenih referata. Ukupno je bilo podneseno 16 referata. Na osnovu tri referata (Ylinen, Brodeau, Hildbrand) vodila se diskusija o posmiku, torziji i modulu posmika. Ylinen je na osnovu rezultata svojih istraživanja naglasio, da se ti rezultati ne bi mogli smatrati konačnim, jer bi metodu trebalo još usavršiti. Francuska delegacija, na osnovu rezultata istraživanja A. Brodeau-a, smatra, da njihov postupak ispitivanja smicanja onogućava »čisto« smicanje i da daje iste ako ne i bolje rezultate nego postupak A. Ylinen-a. Nakon diskusije zaključeno je da Ylinen nastavi s radom na konačnom izvještaju s tog područja. H. Kühne je izvjestio o rezultatima svojih ispitivanja naprezanja na vlak okomito na vlakna. J. Collardet je spomenuo, da je čvrstoću na vlak furnirskih ploča ispitivao na sličnim uzorcima.

F. H. Armstrong referirao je o rezultatima komparativne studije metoda ispitivanja čvrstoće na udarac (Hatt-Turner, Amsler-Monnin i FPL Toughness Machine Method).

Predsjednik radne grupe izjavio je da radna grupa nema nikakvih preporuka za ispitivanje tvrdoće i abrazije, ali skreće pažnju na tri referata (Anonymous, Sallenave, Strässler-Kühne).

Posebna pažnja ukazana je metodama ispitivanja velikih uzoraka piljenog drva (Freas, Zehrt, Siimes) i oblog drva (Venet). Nakon diskusije zaključeno je da J. Venet i dr. Egner izrade studiju o postojećim metodama ispitivanja oblog drva.

Predsjednik radne grupe dao je kratki izvještaj o svojem referatu o novijem razvoju na području reoloških karakteristika drva. Nakon diskusije zaključeno je da ispitivanja reoloških karakteristika drva imaju veliko značenje i da traže daljnji studij. Predloženo je da dr. R. Youngs izradi studiju o reološkim karakteristikama drva za slijedeću konferenciju.

5. Klasifikacija drva u građevne svrhe

Predsjednik radne grupe B. Thunell u svojoj uvodnoj riječi naglasio je da je prva konferencija o tehnologiji drva (Geneva, 1949) preporučila studij osnovnih principa klasifikacije piljenog drva za građevne potrebe. Na drugoj konferenciji (Iglis 1951.) dan je pregled o dosadašnjem razvoju klasifikacije drva za građevne potrebe u raznim zemljama. Na trećoj konferenciji (Pariz 1954.) raspravljalo se o unifikaciji metoda klasifikacije drva za građevne potrebe. Na četvrtoj konferenciji (Madrid 1958.) raspravljalo se o klasifikaciji i koeficijentu sigurnosti. Na sastanku radne grupe u julu 1962. u Rimu raspravljen je program rada i dnevni red za petu konferenciju o tehnologiji drva.

Bilo je diskusije da srčika imade upliva na čvrstoću. Radna grupa je mišljenja, da tu treba više voditi računa o utjecaju pukotina, utezanja i vitlanja srčike na čvrstoću, a ne toliko o utjecaju same srčike. Radna grupa smatra, da bi trebalo proučiti utjecaj srčike i juvenilnog drva. U odnosu na normalno drvo, juvenilno drvo je manje gustoće, različite strukture stanica i različitih koeficijenata utezanja i bubrenja. Radna grupa je mišljenja da za ovaj studij imade dovoljno interesa koji opravdavaju nastavak radova.

Nedestruktivne metode ispitivanja čvrstoće razrađene su u dvije rasprave (Kollmann, Miller). U prvoj je dan prikaz svih metoda i opisane prednosti nedestruktivnih metoda. U drugoj je opisan postupak ispitivanja čvrstoće greda pomoću metode vibracija.

B. Thunell je u svojoj raspravi prikazao stanje klasifikacije drva u građevne svrhe u nekim zemljama. To su: Kanada, Francuska, Švedska, Švicarska, Sjedinjene Američke države, Savezna Republika Njemačka, Ujedinjena Kraljevina, Finska, Australija, Nova Zelandija i dr. Nakon diskusije zaključeno je, da taj rad na prikupljanju podataka o klasifikaciji drva za građevne potrebe treba nastaviti.

Skjelmerud je iznio rezultate istraživanja klasifikacije drva za lamelirane elemente na osnovu referata koji je napisao J. Moe. Na osnovu rezultata ispitivanja predlaže se da se materijal za lamelirane elemente dijeli u dvije skupine, jedna, za vanjske laminate, i druga, za upotrebu u unutrašnjosti lameliranih elemenata.

A. D. Freas iznio je u svojem referatu opis strojeva za klasifikaciju piljenog drva po elasticitetu i čvrstoći. U tom su referatu opisana dva stroja konstruirana u Sjedinjenim državama, a jedan konstruiran u Engleskoj. Jedan stroj konstruiran u Sjedinjenim državama primjenjuje određenu fleksiju, mjeri silu potrebnu da izazove tu fleksiju i računa elasticitet. Drugi stroj konstruiran u Sjedinjenim državama nastao je ispitivanjem čvrstoće lijepljenja piljenog drva. U Britaniji je nastala konstrukcija trećeg stroja, koji je u principu sličan prvom stroju u Sjedinjenim državama. Svi ovi strojevi za ispitivanje klasifikacije piljenog drva izra-

deni su kao prototipovi. Oni pokazuju stanovite prednosti, ali je konstatirano da je potrebno dalje raditi na njihovom usavršavanju.

F. Siimes je iznio rezultate svojih istraživanja o čvrstoći na vlak finskog piljenog drva. Nakon diskusije zaključeno je da bi bila vrlo korisna razmjena iskustava na tom području između članova radne grupe.

U program za budući rad uvršteno je: nede-struktivne metode ispitivanja, korelacija elastičnosti i čvrstoće u cilju ocjene efikasnosti stroja za klasifikaciju, odnos modula elastičnosti i modula posmika, upliv vlage i volumne težine na slijepljene lamelirane građevne elemente.

6. Metode ispitivanja furnira i šperploča

U svojoj uvodnoj riječi F. H. Armstrong, predsjednik radne grupe, dao je prikaz djelatnosti radne grupe od 1958. (Madrid) do danas. Na sastanku u julu 1962. u Rimu raspravljen je program rada za V. konferenciju.

Nakon uvodne riječi dan je kratak sadržaj referata podnesenih konferenciji. Ukupno je bilo 9 referata: čvrstoća veza šperploča (A. D. Freas), mehanička svojstva duglazijevih šperploča (Doyle-Kuenzi-Wood), ispitivanje šperploča u velikim probama (A. D. Freas), izvod dozvoljenih naprezanja (Curry), čvrstoća i dozvoljeno naprezanje švedskih borovih šperploča (Noren), čvrstoća i elastičnost fin-skih brezovih ploča (Niskanen), pregled metoda ocjenjivanja kvaliteta furnira (Newall), mikološka ispitivanja šperploča, ispitivanja šperploča nožem, zaštita furnirskih trupaca tropskih vrsta drva (Fougerousse).

Nakon diskusije zaključeno je, da u program rada radne grupe treba uvrstiti: istraživanje čvrstoće smicanja šperploča i istraživanje šperploča u velikim dimenzijama. Nadalje treba posvetiti pažnju izvodu naprezanja šperploča i simplifikaciji postojećih metoda ispitivanja.

Na kraju je zaključeno da se na plenarnom sastanku konferencije predloži skraćenje naslova radne grupe, i to u radna grupa za svojstva šperploča.

7. Ploče vlaknatice i iverice

Predsjednik radne grupe Wayne C. Lewis dao je kratki prikaz djelatnosti radne grupe od prošle do današnje konferencije. Isto tako on je u uvodnoj riječi zacrtao program i rad radne grupe u budućnosti. Na sastanku radne grupe raspravljeno je ukupno 9 referata: potreba i mogući postupci za mjerenje glatkoće ploča na bazi metode dr. Pertlena (R. Antoine i H. Thonon), procjena kvalitete površine ploča iverica za furniranje (P. Lutz), metode ispitivanja pirolitičkih karakteristika ploča (F. Kollmann), zatupljivanje alata kod piljenja i obrade na strojevima ploča vlaknatice i iverica (B. Thunell), opažanja o metodama ispitivanja šteta nastalih od ženskih »stiletto« petica na cipeli (Strässler i Kühne), sugestije o ulozi radne grupe o postup-

cima ocjenivanja ploča iverica i vlaknatice prema njihovoj namjeni (Collardet), o stanju metoda ispitivanja ploča vlaknatice i iverica (Wayne C. Lewis, L. Markwardt, ASTM: D1037-63T), o upotrebi autografskih naprava kod ispitivanja ploča vlaknatice i iverica (F. Kollmann), o dugoročnim pokusima humidifikacije ploča iverica (O. Liiri), o određivanju čvrstoće na tlak paralelno s površinom ploča (W. S. Clouser).

Radna grupa raspravljala je o uslovima ispitivanja ploča i zaključila da kod kondicioniranja uzoraka ploča vlaknatice i iverica standardni propisi za relativnu vlagu i temperaturu zraka treba da budu isti kao kod punog drva.

Glatkoća površine ploča vrlo je važno svojstvo i u času proizvodnje i nakon određenog perioda upotrebe, naročito ploča iverica koje služe kao sredica. Radna grupa raspravila je to svojstvo na osnovu dva referata i došla do zaključka:

1. da mjerenje mikro i makro-hrapavosti površine ploča treba vršiti odvojeno,
2. da je potrebno mjeriti glatkoću ploča odmah nakon proizvodnje i nakon određenog perioda upotrebe,
3. za mjerenje glatkoće treba primijeniti mehaničku i optičku metodu, dok pneumatska metoda ne zadovoljava.

Odnosi radne grupe za ploče s drugim grupama raspravljani su na osnovu tri referata. Zaključeno je da ispitivanje pirolitičkih karakteristika ploča preuzme radna grupa za metode ispitivanja pirolitičkih karakteristika drva, a ispitivanje obradivosti ploča da preuzme radna grupa za piljenje i strojnu obradu. Rad o štetama uslijed ženskih »stiletto« petica na cipeli pokazuje, da su tvrdoća i čvrstoća na tlak okomito na površinu dovoljni pokazatelji i da u tu svrhu nisu potrebne nove metode.

J. Collardet je u svojem radu dao sugestije o budućoj aktivnosti radne grupe, i to usmjerene prema postupcima za specifične primjene ploča. To su ploče iverice kao sredice za presvlačenje raznim dekorativnim papirima, za podove, vanjsku oplatu, ambalažu, konstruktivne elemente i oplatu za beton. Radna grupa preporuča da dnevni red slijedećeg sastanka obuhvati procjenu upotrebe ploča iverica u proizvodnji namještaja, a ploča vlaknatice i iverica za oplatu kod betoniranja.

Wayne C. Lewis stavio je na diskusiju različite metode ispitivanja ploča vlaknatice i iverica opisane u njegovom referatu. Nakon demonstracije tehnike i metoda koje se primjenjuju u FPL te nakon diskusije radna grupa je izradila za plenarni sastanak određeni broj preporuka. Dodatak broj 1 sadrži propis za mjerenje bubrenja debljine uslijed upijanja vode, a dodatak broj 2 sadrži promjene kod ispitivanja absorpcije vode i mjerenja bubrenja debljine.

8. Piljenje i strojna obrada

B. Thunell, predsjednik radne grupe, u svojoj uvodnoj riječi opisao je ukratko djelatnost radne grupe od osnivanja (Igls 1951) do danas. Na trećoj

konferenciji (Paris 1954) B. Thunell podnio je 3 referata, koja se bave problemima piljenja i strojne obrade drva. Na četvrtoj konferenciji podneseni su referati o razvoju metoda za procjenu obradivosti drva i drvnih proizvoda, o suvremenom napretku u piljenju, o podacima o piljenju i strojnoj obradi raznih vrsta drva, o nekim svojstvima obradivosti 9 vrsta listača iz šuma Liberije i o ispitivanju obradivosti ploča iverica. U julu 1962. održan je sastanak radne grupe u Rimu na kojem je prihvaćen dnevni red sastanka radne grupe za V. konferenciju.

Učesnicima konferencije iznešen je kratak sažetak četiri referata. A. Chardin je dao prikaz metode ispitivanja svojstva obradivosti drva, on je istakao da veliki broj različitih metoda ispitivanja otežava rad na standardizaciji tih metoda. Dosađnije pokuse treba razlikovati po vrsti obrađivanja (piljenje, blanjanje, rezanje ili ljuštenje) i po metodi (kompleksna ili analitička metoda). B. Thunell je iznio problem zatupljivanja reznih oštrica alata, utjecaj tog zatupljivanja na sile rezanja, potrebe energije i kvalitet obrađene površine. Prof. Antoine je u kratkom izvještaju prikazao podatke o piljenju tropskih vrsta drva. Razlike u podacima mogu se objasniti razlikama u koncepciji i metodi rada. McKenzie obrazložio je potrebu izdavanja terminološkog rječnika za područje piljenja i strojne obrade.

Prof. Fouarge prikazuje principe piljenja drva s tračnom pilom na osnovu referata koji je napisao Balligand.

Nakon diskusije prihvaćen je radni program za grupu. Taj obuhvaća ispitivanje obradivosti pojedinih vrsta drva umjerene i tropske zone, izradu standardne metode procjene habanja zubaca pila, izradu metode procjene habanja noževa blanjalice, standardizacija metoda ispitivanja piljenja i strojne obrade, pregled metoda koje se primjenjuju kod ispitivanja piljenja, obradivosti, rezanja furnira tropskih vrsta, izrada terminološkog rječnika, izrada uputstava za optimalne metode konverzije (piljenje, rezanje furnira i dr.) i t. d.

9. Fizikalni problemi drva i drvnih proizvoda

U svojoj uvodnoj riječi prof. dr F. Kollmann, predsjednik radne grupe, rekao je da fizika drva imade važan položaj u modernom istraživanju drva. Za mehaničku upotrebu drva i drvnih proizvoda od odlučne važnosti su njihova fizikalna svojstva: gustoća, sadržaj vode, sorpcija, utezanje i bubrenje, propustnost za zrak, vodenu paru i plinove, karakteristike drva u procesu difuzije (prirodno i umjetno sušenje), specifična toplina, termička dilatacija, vodljivost topline, absorpcija radijacije, električna svojstva drva istražena su opširno i odnos između tih svojstava i sadržaja vode odnosno gustoće vrlo su važni za primjenu električnih higrometara i za tehniku VF sušenja i lijepljenja. VF sušenje predloženo je prije 25 godina, ali je tek zadnjih 10 godina učinjen neki napredak na tom području. Mag-

netska i piezoelektrična svojstva drva i njegovih osnovnih sastojaka počela su se naučno istraživati tek nedavno. Istražena su akustična svojstva drva i drvnih proizvoda. Ta svojstva su važna ne samo za izolaciju zvuka nego i za gradnju muzičkih instrumenata. U fizikalna svojstva drva idu i svojstva trenja između drva, između drva i drugih materijala, te između tekućina i drvenih cijevi.

Mehanička svojstva drva i drvnih proizvoda, kao što su elasticitet, plasticitet, čvrstoća i ne tako jasno definirana svojstva, kao što su tvrdoća i otpornost na abraziju, dio su fizikalnih svojstava. Ona su toliko važna za mehaničku upotrebu drva i drvnih proizvoda da se razmatraju posebno u literaturi kao i u istraživačkim organizacijama, kao što su FAO radne grupe za tehnologiju drva. Zbog toga se aktivnosti grupa često preklapaju. Ovo preklapanje je korisno, naročito što se tiče reoloških karakteristika drva.

Nakon toga je prof. dr F. Kollman dao kratki prikaz djelatnosti radne grupe od 1958. do danas. Na sastanku u Rimu u julu 1961. raspravljalo se o aktuelnostima i dnevnom redu radne grupe na V konferenciji o tehnologiji drva. Tada je prihvaćen slijedeći program rada: a) fenomen sorpcije i higroskopiciteta, b) utezanje i bubrenje, c) fizikalni zakoni sušenja drva, d) permeabilnost drva, e) dielektrična svojstva drva i ljepila.

Radnoj grupi podneseno je ukupno 9 referata.

J. Venet podnio je izvještaj o metodi utvrđivanja volumne težine dubelih stabala. To je brza metoda određivanja volumne težine izbušaka dobivenih iz dubelih stabala pomoću Pressler-ovog svrdla. Nominalna volumna težina utvrđena je odnosom između težine u posve suhom stanju i volumena u sirovom stanju. Volumen je mjereno ili pomoću kalibriranih svrdla ili volumenometrom ili metodom maksimalnog sadržaja vode. Učešće zone ranog i kasnog drva te njihova volumna težina utvrđeni su pomoću rentgenskih fotografija ispitanih pomoću specijalnog mikrodenzitometra.

L. Weichert podnio je konferenciji referat o sorpciji i higroskopicitetu drva, koji je rezimirao Tarkow. U uvodu prikazane su osnovne karakteristike sorpcije i sorpcijske izoterme. Autor dalje iznosi rezultate istraživanja B. E. Kelsey i G. N. Christensen o sorpciji drva i njegovih osnovnih sastojaka (hemiceluloze, celuloza, lignin). Nakon toga opisana je higroskopska histereza, toplina bubrenja i efekat preliminarnog postupka (toplina, kompresija, iradijacija). Weichert je dao pregled teorija sorpcija po Langmuir, Brunauer, Emmett i Teller, Malmquist i Kollmann.

J. M. Harris je u diskusiji iznio rezultate istraživanja o stabilizaciji dimenzija i utezanja novoze-landskih vrsta drva.

K. Griffioen je prikazao metode ispitivanja utezanja i bubrenja u slijedećim zemljama: Australija, Belgija, Brazil, Kanada, Federalna Republika Njemačka, Francuska, Indija, Japan, Nizozemska, Norveška, Poljska, Portugal, Švedska, Švicarska, Ujedinjeno Kraljevstvo i Sjedinjene države.

A. Chardin je rezimirao referat koji je napisao P. E. Sallenave o mjerenju linearnog utezanja drva.

P. H. Bosshard iznio je u svojem referatu, da je drvo heterogeni materijal i po svojoj morfologiji i po svojem kemizmu. Ove karakteristike zajedno s fizikalnim svojstvima uslovljuju anizotropnost utezanja i bubrenja. Bosshard prikazuje utjecaje pojedinih faktora na anizotropnost utezanja i bubrenja. Struktura fibrila, središnja lamela, mikroskopska struktura (drvni traci), makroskopska struktura (učešće ranog i kasnog drva goda), kemijska struktura i dr. Bosshard ističe, da postoji određena korelacija između gustoće, tenzionog drva, mehaničkih i dielektričkih svojstava i utezanja.

Dr R. Youngs rezimirao je referat koji je napisao T. Perkitny. U referatu su dane definicije raznih fenomena pritiska bubrenja, prikazano je današnje poznavanje pritiska bubrenja, volumni, dvosmjerni i jednosmjerni pritiska bubrenja, metode određivanja pritiska bubrenja. Autor je dao prijedlog za standardni postupak određivanja jednosmjernog pritiska bubrenja drva.

Tarkow je rezimirao referat koji je napisao J. Raczkowski. Nakon osnovnih definicija i prikaza sadašnjeg stanja, autor je opisao rezultate mjerenja topline bubrenja za 20 vrsta drva. Ta toplina varira u granicama od 13—19 kalorija po gramu. Autor ističe da razlike u toplini bubrenja drva srži i bijeli, kao i ranog i kasnog drva goda, ukazuju na hidrofilni karakter drva.

McKnight je dao resume referata D. N. Smith o propusnosti drva za tekućine i plinove. Poznavanje permeabiliteta drva vrlo je važno za tehnologiju konzerviranja i sušenja drva, za zaštitu drva od požara, za stabilizaciju dimenzija i za tehnologiju celuloze.

McMillen je prikazao referat A. Schneidera o fizikalnim principima umjetnog sušenja drva. Nakon toga razvila se živa diskusija o primjeni ubranog prirodnog sušenja prije umjetnog sušenja drva.

C. Skaar u svojem referatu prikazuje principe dielektričnog zagrijavanja kao i dielektrična svojstva drva i ljepila.

Radna grupa je zaključila da plan i program rada treba da obuhvati: volumna težina drva, sorpcija i higroskopicitet, utezanje i bubrenje (standardna procedura, unificirani simboli, rezultati na istoj osnovi), anizotropija utezanja i bubrenja, sušenje drva (registar projekata sušenja, karta vlage higroskopske ravnoteže, režimi sušenja, karakterističke sušenja komercijalnih vrsta drva, korekcije higrometara).

Radna grupa prihvatila je prijedlog predsjednika da se buduća aktivnost grupe dijeli na: a) fundamentalna istraživanja i b) primjenjena istraživanja ili praktična primjena rezultata istraživanja. Nosilac prve aktivnosti bila bi IUFRO Sekcija 41, a druge radna grupa za fizikalne probleme drva i drvnih proizvoda. To znači usku suradnju između **FAO** i **IUFRO** i mogućnost zajedničkih sastanaka.

Dne 26. IX 1963. pojedine radne grupe na plernom sastanku konferencije podnijele su svoje izvještaje koji su nakon diskusije prihvaćeni. Dne 27. IX 1963. održan je završni plenarni sastanak konferencije na kojem je prihvaćen prijedlog završnog izvještaja, koji ukratko rezimira tok V FAO konferencije o tehnologiji drva i donosi najosnovnije zaključke konferencije.

Evo teksta ovog završnog izvještaja:

1. FAO peta konferencija o tehnologiji drva održana je u U. S. Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, od 16. do 27. septembra 1963.

2. Šestdeset i tri delegata i dvanaest promatrača u ime 32 zemlje sudjelovalo je na konferenciji.

3. Konferencija je održala plenarne sastanke na početku i na kraju zasjedanja. Između ovih plenarnih sastanaka konferencija je radila u pojedinih radnim grupama.

4. H. Vogel, regionalni predstavnik FAO za Sjevernu Ameriku, otvorio je svečano konferenciju u ime generalnog direktora FAO. Vogel je pozvao članove konferencije da prihvate dnevni red i da izaberu predsjednika konferencije.

5. Konferencija je prihvatila privremeni dnevni red, pripremljen po Sekretarijatu FAO, i jednoglasno izabrala za predsjednika konferencije Dr E. Locke (USA).

6. Predsjednik je pozvao učesnike da izaberu dva potpredsjednika konferencije. J. Collardet (Francuska) i E. de la Cruz (Filipini) jednoglasno su izabrani za potpredsjednike konferencije. Konferencija je prihvatila sugestiju predsjednika, da se L. J. Markwardt izabere za počasnog potpredsjednika u znak priznanja za njegovo zalaganje u radu ranijih konferencija i za njegovu stalnu suradnju u radnim odborima konferencije.

7. H. Vogel (FAO) izručio je učesnicima konferencije pozdrave generalnog direktora FAO i istakao ciljeve sadašnje konferencije. On je naglasio da razvoj unutar programa rada FAO obavezuje FAO i njegove radne grupe da sve više pažnje posvećuju rješavanju one problematike, koja će omogućiti daljnji ekonomski i socijalni napredak u razvoju u svijetu.

8. E. P. Cliff, šef šumarske službe Sjedinjenih država, zaželio je u ime zemlje domaćina dobrodošlicu učesnicima konferencije i pozvao je sve zemlje da ulože veće napore u istraživanje i razvoj šumskih proizvoda, kako bi šumarstvo povisilo svoju produktivnost za povećano stanovništvo, i kako bi uspješno prihvatilo konkurenciju drugih materijala.

9. Pojedine radne grupe sastale su se prema odobrenom dnevnom redu. Na osnovu izvještaja i dnevnog reda pripremljenog po predsjedniku radne grupe, članovi konferencije su diskutirali o pojedinim izvještajima i prijedlozima. Konferenciji su podneseni izvještaji o tehničkom progresu u istraživanju i o razvoju metoda ispitivanja drva i drvnih proizvoda. U tim izvještajima dan je pregled rada u prošlosti i sadašnjosti i zacrtan je pro-

gram rada u budućnosti. Svaka radna grupa formulirala je svoje izvještaje, ukazujući na specifično područje istraživanja koje traži dopunski rad i članove radne grupe koji su zaduženi da izrade izvještaje za buduće sastanke. Pregledni izvještaji radnih grupa priloženi su ovom izvještaju.

10. Diskutirano je o suradnji s drugim internacionalnim institucijama koje su zainteresirane za istraživanje i razvoj tehnologije drva. Konferencija konstatira, da je rad sekcije 41, Šumski proizvodi, Internacionalne unije šumarskih istraživačkih organizacija (IUFRO) proširen i pozdravlja sugestije da neki sektori rada, koje su dosad vršili neki od radnih grupa konferencije, sada trebaju biti dani u nadležnost 41. sekcije, Šumski proizvodi, IUFRO. Konferencija je istakla potrebu za uskom suradnjom s 41. sekcijom. Šumski proizvodi, IUFRO. Predloženo je da se u budućnosti organiziraju zajednički sastanci FAO/IUFRO za ona područja rada ovih organizacija koja se među se nadopunjuju.

11. Prijedlozi za promjene u organizaciji radnih grupa konferencije prihvaćeni su kako slijedi:

— Privremena radna grupa za konzerviranje drva nastavlja rad kao stalna radna grupa za konzerviranje drva pod predsjedništvom dr G. Becker-a;

— Ime radne grupe za metode ispitivanja furnira i šperploča i drugih lijepljenih furnirskih proizvoda treba se pojednostavniti u Radna grupa za šperploče;

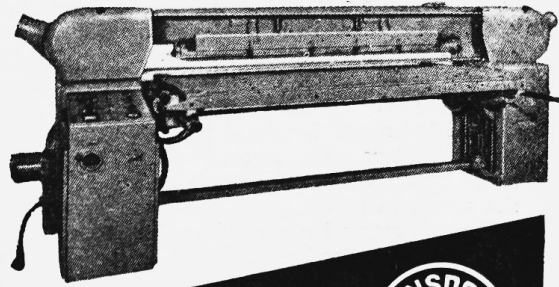
— Sekretarijat FAO je zamoljen da ispita mogućnost osnivanja radne grupe za drvo u građevinarstvu i drvenim konstrukcijama. Ova radna grupa bila bi nadležna da se bavi praktičnom primjenom rezultata istraživanja za upotrebu drva i drvnih proizvoda u građevinarstvu i drvenim konstrukcijama svagdje tamo gdje bi se mogli primijeniti.

12. Konferencija prihvaća da je postojala potreba da stalan nadzor i koordinaciju radnih grupa i preporuči da Izvršni komitet treba da nastavi s radom za vrijeme između sastanaka. Konferencija dalje preporuča, da izvršni komitet treba biti sastavljen od predsjednika radnih grupa i jednog, odnosno 2 dopunska člana. Slijedeći članovi su imenovani u izvršni komitet: Dadswell kao predsjednik i Freas kao potpredsjednik.

13. Konferencija prihvaća da datum i mjesto slijedeće konferencije može najbolje utvrditi generalni direktor FAO uz konzultaciju sa zemljama članicama koje su zainteresirane da preuzmu ulogu domaćina.

14. Na završnom plenarnom sastanku delegati konferencije su izrazili svoju duboku zahvalnost Vladi Sjedinjenih država Amerike za plemenito gostoprimstvo i usluge učinjene konferenciji u Madisonu. Oni se zahvaljuju naročito za specijalne doprinose šefu šumarske službe Sjedinjenih država, direktoru U. S. Forest Products Laboratory i članovima njihovih kolektiva. Izražena je zahvalnost i za priliku koja je dana delegatima da pregledaju U. S. Forest Products Laboratory i da na terenu posjete i pregledaju pokuse o trajnosti drva.

Prof. dr I. Horvat



TRAČNA POLIRNA MAŠINA S DUGOM PRITISNOM GREDOM TIP L B S C H

Zbog velikih prednosti tračnog poliranja stroj postaje neophodna pomoć kod površinske obrade.

Pritisna greda djeluje po cijeloj dužini stola, a opremljen je zračnicama.

Pomicanje stola vrši se pneumatski i može se podešavati bestepenim prijelazom.

Podešavanje stola po visini vrši se električnim putem, a samo upravljanje je ručno.

U svrhu sprječavanja prskanja trake u desnom staku stroja ugrađen je mali rezervoar, koji polirnoj filcanoj traki daje potrebnu vlagu. Pritisak kod poliranja regulira se vrlo lako na rasklopnoj ploči.

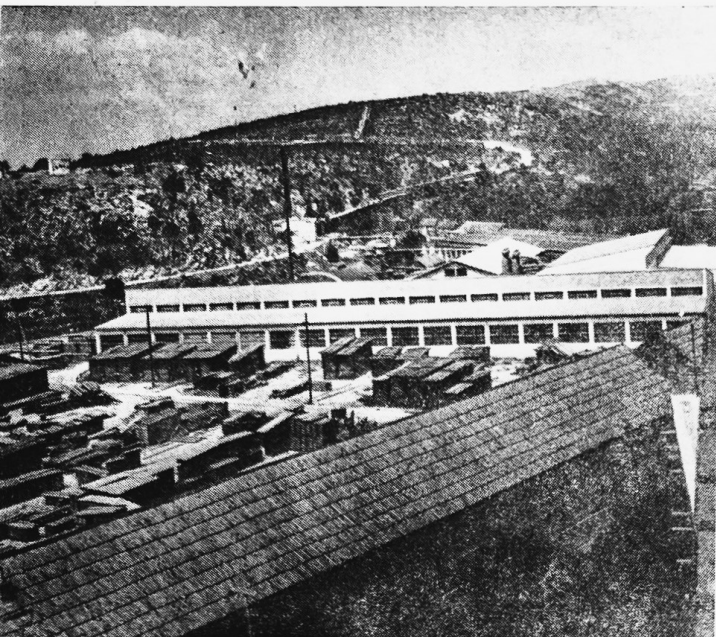
Pomak pritisne grede je pneumatski, a upravljanje se vrši preko rasklopnog pulta.

INFORMACIJE U VEZI IZVOZA DAJE:

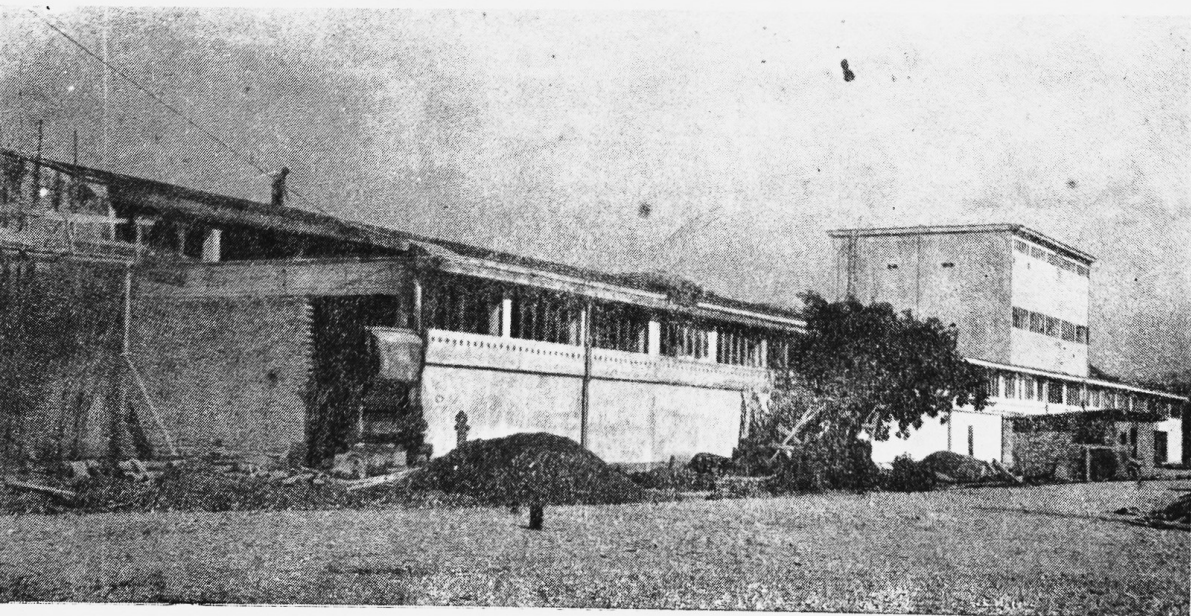


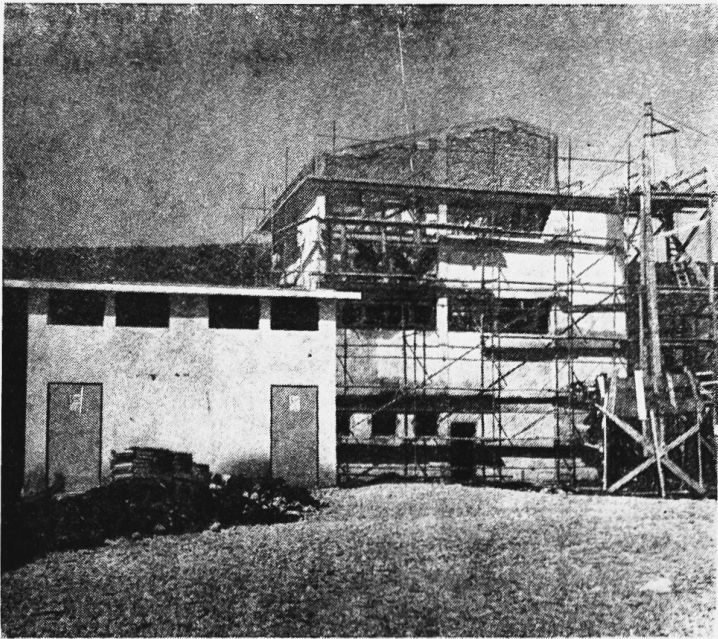
Aussenhandelsunternehmen für Werkzeugmaschinen — Metallwaren-Werkzeuge,
BERLIN W 8, MOHRENSTRASSE 60/61

NOVO U NOVOME



U Novom Vinodolu — u jednom od najljepših mjesta Hrvatskog Primorja — sjedište je poznatog Drvno-industrijskog poduzeća, koje u svom sastavu ima razvijenu pilansku i finalnu proizvodnju, a upravo se dovršava i moderna tvornica okal-ploča. Na slici gore pruža se pogled na glavnu halu finalnog pogona sa skladištem građe, dok donja slika prikazuje novu tvornicu okal-ploča.

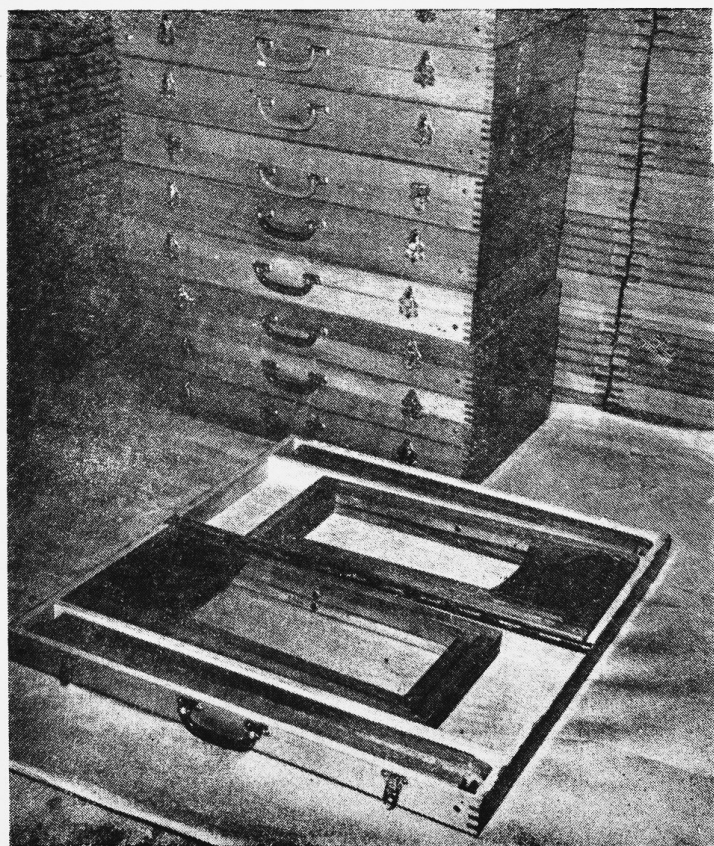
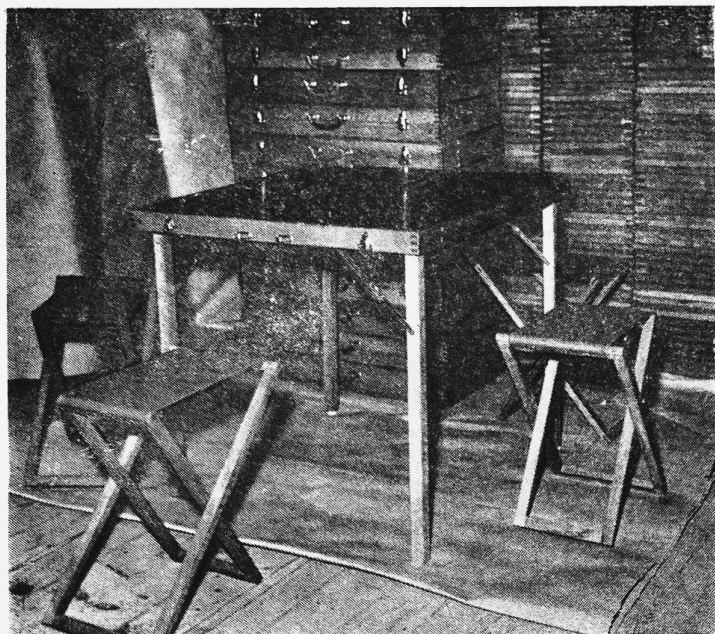




**Detalj s izgradnje novih
proizvodnih kapaciteta**



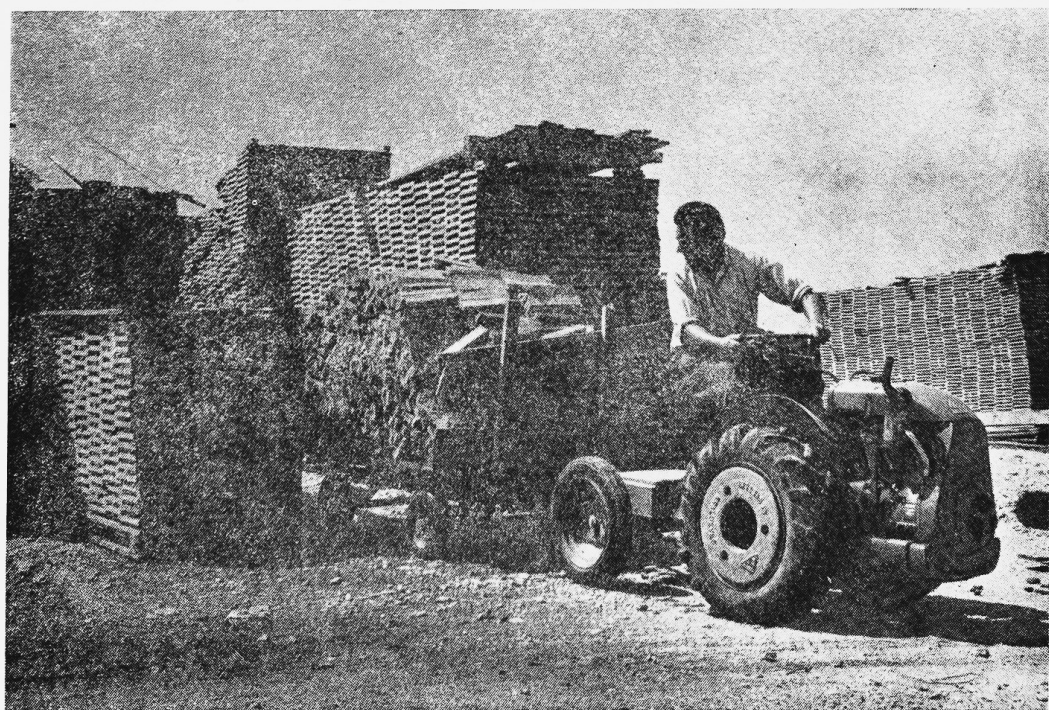
**Pored raznolikog asortimana, finalna
tvornica u Novome izrađuje i skije
za vodu, za kojima pokazuje interes
inozemno tržište i domaće sportske
i turističke organizacije**



Američke »pik-nik« garniture izrađuju se u velikoserijskoj proizvodnji, a većim dijelom namijenjene su inozemnom tržištu. Radi jednostavnijeg i jeftinijeg transporta, ove se garniture izrađuju kao sklopive konstrukcije i isporučuju u vrlo praktičnim kutijama.



Mehanizacija radova na skladištu piljene građe pridonijela je sniženju transportnih troškova. U tu svrhu svrsishodnu primjenu nalazi viličar »Indos« — na slici gore — i traktor za vuču kolica s piljenom građom — slika dolje.



NOVE KNJIGE

STANDARDIZACIJA U DRVNOJ INDUSTRIJI

Standardisierung in der Holzindustrie

Ing. G. Hajek:

Naklada: VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1963. 1. Auflage

Knjiga se u uvodnom dijelu bavi s ekonomskim i političkim značenjem standardizacije. Nakon objašnjenja glavnih pojmova i definicija autor obrađuje osnove i pomoćne materijale za standardizaciju. U daljnjim poglavljima ulazi autor u probleme važnosti i zadatka standardnih propisa u drvnoj industriji i pritom izdvojeno razmatra pojedine grane djelatnosti. U posebnim je poglavljima prikazana struktura, nadležnost i djelovanje organa za standardizaciju, zatim utjecaj i djelovanje masovnih organizacija, državnih kontrolnih organa i predstavnika trgovine kod planiranja rada na izradi standardnih propisa, njihovog uvođenja u praksu i ispravno provođenja.

Djelo je od velike važnosti za inženjere u drvnoj industriji, koji rade na standardizaciji, zatim za inženjere i majstore u drvno-industrijskoj i građevinskoj operativi, nadalje za zavode za planiranje, projektne organizacije i napokon za studente na tehničkim i šumarskim fakultetima. Nabaviti se može preko Knjižarskog poduzeća »Mladost« u Zagrebu, Ilica 30 (Odsjek uvoza i izvoza). Nabavna se cijena kreće oko DM 19,80.

UDŽBENIK GRAĐEVNE STOLARJE

(Izgradnja vratiju i prozora)

G. Zietz:

Lehrbuch für Bautischler (Türen und Fensterbau)

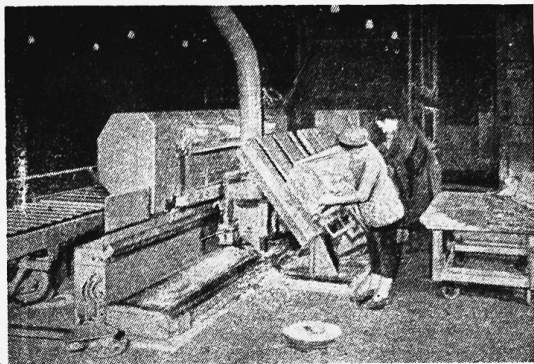
Naklada: VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1963. — 1. Auflage.

Nakon uvoda u razvoj i zadatke građevne stolarije autor obrađuje najprije osnove za konstrukcije i izvođenje vratiju i prozora. Pritom kod izvedbe i oblikovanja sastavnih elemenata iz drva polazi od kriterija svrsishodnosti, estetike, materijala, proizvodne tehnike i cijene. Vrlo su instruktivno objašnjeni konstrukcioni, oblikovni i tehnološki elementi kod vratiju i prozora i to na primjerima raznih tipova. Izvršena je i oblikovna analiza za veliki broj sastavnih elemenata. Jednako je tako riješen veliki broj praktičnih zadataka.

Djelo je namijenjeno u prvom redu studentima i nastavnicima stručnih škola ali kao materija svoje vrste, dosad razmjerno malo obrađivana, dobro dolazi za poslove tehničara i inženjera u pogonima. Naručiti se može preko knjižarskog poduzeća »Mladost« u Zagrebu, Ilica 30. Nabavna cijena DM 13.

POUZDANOST VISOKI UČINAK ČISTE SLJUBNICE

najbolje su preporuke našem visoko razvijenom
AUTOMATSKOM HIDRAULIČNOM STROJU
ZA FURNIRSKE SLJUBNICE TIPA ASFH



Učinak stroja za nános ljepila oko

65 sljubnica

Dimenzije furnira:

dužina

maks. 2600 mm — min. 450 mm

širina

maks. 800 mm — min. 150 mm

Visina paketa

norm. 130 mm — min. 90 mm

Visina ulaganja

280 mm

Radna brzina nosača alata

prema naprijed 12 m/min.

Radna brzina nosača alata

prema natrag 22 m/min.



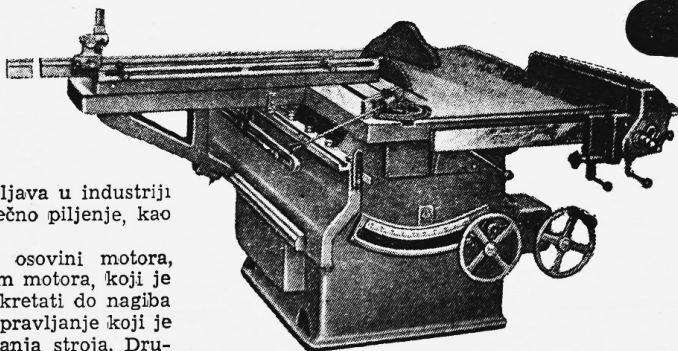
Eksportne informacije daje zastupstvo



VEB STANDARD — Holzbearbeitungs-maschinen — MARKKRANSTADT b. Leipzig
Njemačka Demokratska Republika

Aussenhandelsunternehmen für Werkzeugmaschinen — Metallwaren-Werkzeuge,,
BERLIN W 8,
Mohrenstrasse 60/61

STOLNA KRUŽNA PILA TIP TKN S NAGIBNOM OSOVINOM

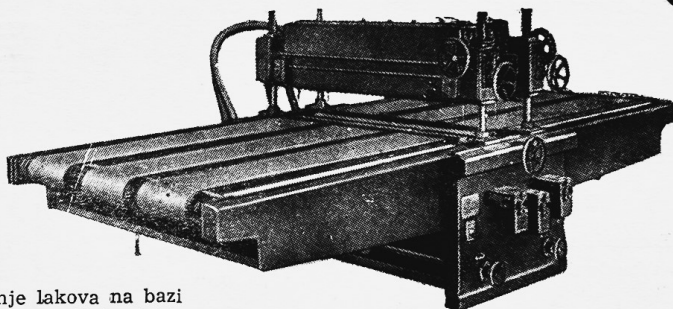


Ova se kružna pila upotrebljava u industriji naročito za uzdužno i poprečno piljenje, kao i za piljenje pod nagibom.

Kružna pila, učvršćena na osovini motora, može se zajedno sa suportom motora, koji je izveden kao nosilac alata, okretati do nagiba od 45° pomoću kotača za upravljanje koji je smješten sa strane posluživanja stroja. Drugim kotačem za upravljanje podešava se visina reza do 130 mm pri okomitom položaju lista pile promjera 500 mm.

Uzdužno uz stol klizi pomični stol na valjcima s kugličnim ležajima, a po stazi vodilici koja je pričvršćena uz sam stroj. Staza vodilica se može po potrebi skinuti radi obrade širokih komada, te se time može postići dužina reza do 1000 mm.

STROJ ZA LIJEVANJE LAKA TIP GFL



Stroj je podešen za lijevanje lakova na bazi poliestera u dvokomponentnom ili kontaktnom postupku, a isto tako za lakiranje nitrolakovima i drugim umjetnim smolama.

Lak se može bez teškoća nanositi na ravne i profilirane komade. Podešavanjem lakfilma može se regulirati količina nanosa laka.

Širina lijevanja (lakfilma)	1250 mm
Brzina posmaka kontinuirano podesiva	36-136 m/min.
Minimalna duljina komada za lakirati	400 mm

VEB ELLEFELDER MASCHINENBAU,
ELLEFELD/VOGTLAND



Eksportne informacije
daje zastupstvo



Aussenhandelsunternehmen für Werkzeugmaschinen — Metall-
waren — Werkzeuge, — BERLIN W 8, MOHRENSTRASSE 60/61.



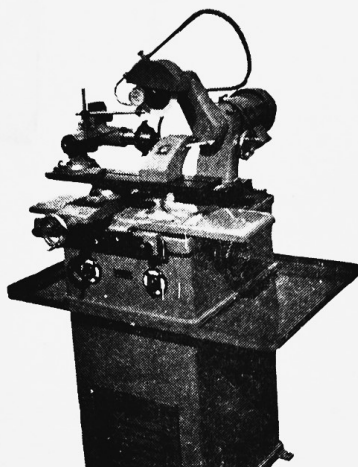
ŽIČNICA

LJUBLJANA, TRŽAŠKA CESTA 49

H. c. 21-686, Komerciala 21-870

PROIZVODI STROJEVE ZA OBRADU DRVA I RAZNE NAPRAVE ZA EKSPLOATACIJU ŠUMA

Visokoturažne stolne i nadstolne te »Karusel« glodalice, formatne kružne testere, polirne strojeve, dvovaljčane brusilice za alat, oscilirajuću bušilicu, mašinu za ovaljne čepove, aparat za dodavanje itd.



Sušare za plemeniti i blind furnir na mlaznice (Düsentrockner) i na valje sa i bez traka, sušare za drvo, pokretne i u zgradi, kabine za brizganje i sušenje laka, kao i ostalu opremu po narudžbi.

VLASTITA LIVNICA ZA OBOJENE METALE

ZA DRVNU INDUSTRIJU

— OTPRAŠIVAČE



PROIZVODI

- KABINE ZA BOJANJE
- SUŠARE ZA DRVO
- UREĐAJE ZA ZRAČNI TRANSPORT PILJEVINE I OTPADAKA
- UREĐAJE ZA VENTILACIJU,
- UREĐAJE ZA ZAGRIJAVANJE PROSTORIJA TOPLIM ZRAKOM
- UREĐAJE ZA KLIMATIZACIJU

TRAŽITE NAŠE PROSPEKTE

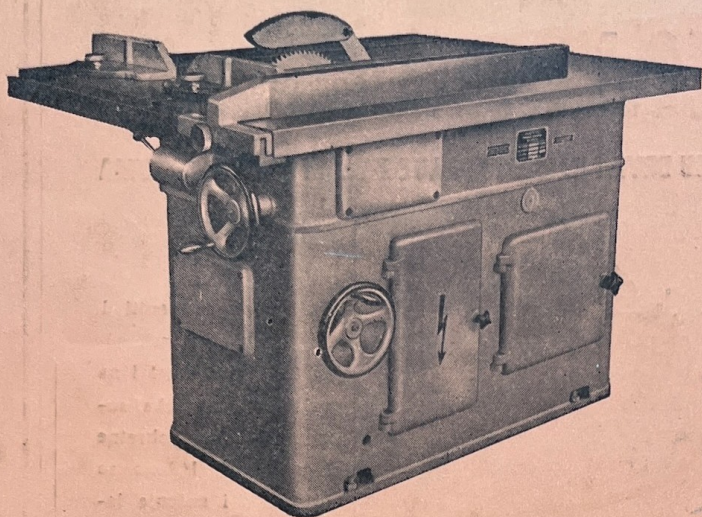
PROJEKTIRA

MONTIRA



VENTILATOR

TVORNICA VENTILACIONIH, TERMICKIH,
MLINSKIH I SILOSNIH UREĐAJA - ZAGREB
Radnička cesta Đuro Đakovića 32, Telefon 53-466



PRVA I JEDINA SPECIJALIZIRANA TVORNICIA U NAŠOJ
ZEMLJI ZA PROIZVODNJU STROJEVA ZA OBRADU DRVA

PROIZVODI STROJEVE ZA OBRADU DRVA:

BLANJALICE, RAVNALICE, KOMBINIRKE, TRAČNE PILE, CIRKULARE, POVLAČNE PILE, KLATNE PILE, OBLIČARKE, TRUPČARE, HORIZONTALNE BUŠILICE, ZIDNE BRUSILICE ZA ČVOROVE, GLODALICE, VISOKOTURAŽNE GLODALICE, LANČANE GLODALICE, TRAČNE BRUSILICE, VALJAČICE, RAZMETAČICE, AUTOMATSKE BRUSILICE NOŽEVA, AUTOMATSKE BRUSILICE PILA.

BRATSTVO

TVORNICIA STROJEVA, ZAGREB, PAROMLINSKA 58