

ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI

*ŠUMARSKI FAKULTET U ZAGREBU
KATEDRA ZA
MEHANIČKU PRERADU DRVA*

BILTEN



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

2018.

GOD. 11

ZAGREB 1983

BROJ 7

ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI ŠUMARSKOG
FAKULTETA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

TEHNIČKI ODBOR SAVJETA ZA NAMJEŠTAJ, OPĆEG UDRUŽENJA
ŠUMARSTVA, INDUSTRIJE ZA PRERADU DRVA I PROMETA SRH,
ZAGREB

INSTITUT ZA DRVO, ZAGREB

SAVJETOVANJE

**OPTIMIZACIJA FINALNE TEHNOLOGIJE
U DRVNOJ INDUSTRIJI
IZ PODRUČJA
FINALNA OBRADA DRVA**

TUHELJSKE TOPLICE, 7.-9. PROSINCA 1983.

REFERATI SAVJETOVANJA SU REZULTAT RADA NA PROJEKTU 67.
"ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ U DRVNOJ INDUSTRIJI" I PROGRAMU
IZRASITO PRIORITETNIH ISTRAŽIVANJA PO ČL. 26, POD NAS-
LOVOM "UVOĐENJE I OPTIMIZACIJA TEHNOLOGIJE U PRERADI
DRVA", KOJE FINANCIRAJU SIZ-IV ZA ZNANSTVENI RAD SRH I
OPĆE UDRUŽENJE ŠUMARSTVA, INDUSTRIJE ZA PRERADU DRVA I
PROMETA SRH, ZAGREB.

Godište 11.

Zagreb, 1983.

Broj 7

Strana

Sadržaj

Sinković, B.

PROJEKTIRANJE NAJPRIKLADNIJIH LINIJA ZA
IZRADU PLOČA IZ MASIVNOG DRVA 1

Jeršić, R.

SPECIJALIZACIJA TEHNOLOGIJE KAO VID OPTI-
MIZACIJE PROIZVODNIH KOMPLEKSA 29

Mihevc, V.

RAZISKOVANJE PROCESA LEPLJENJA MASIVNEGA
LESA 45

Golja, V.

ISTRAŽIVANJA RADA LINIJA U PROIZVODNJI
PLOČASTOG NAMJEŠTAJA 59

Bogner, A. i Grbac, I.

OPTIMIZACIJA OBRADE PLOČASTIH FURNIRANIH
SKLOPOVA 79

Herljević, R.

OPTIMIZACIJA U FINALNOJ TEHNOLOGIJI PRI-
MENOM KOMPJUTORSKI UPRAVLJANIH STROJAVA 101

Jirouš, B.

UTJECAJ NAČINA MONTAŽE PLOČASTOG NAMJE-
ŠTAJA NA CJELOKUPNU TEHNOLOGIJU 119

Redaktori:

Prof.dr Stanislav Bačun

Dipl.ing. Vladimir Herak

Prof.dr mr Mladen Figurić

Prof.dr mr Boris Ljuljka

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

SINKOVIĆ BOŽO, dipl.ing.

PROJEKTIRANJE NAJPRIKLADNIJIH LINIJA
ZA IZRADU PLOČA IZ MASIVNOG DRVA

S a ž e t a k

U radu je opisana tehnologija izrade ploča iz masivnog drva. Opisana je izrada elemenata za lijepljenje, paralelnih i neparalelnih bridova, istih i raznih širina, izrada sljubnica piljenjem, blanjanjem - glodanjem, sortiranje i lijepljenje elemenata, te primjena ljepila.

Prikazane su karakteristične tehnologije izrade ploča iz masivnog drva i napravljena je komparacija pojedinih karakteristika tih tehnologija.

U V O D

Današnji tempo života nameće nam niz kontradiktornih problema u vezi s podmirenjem želja korisnika koji žele da imaju što kvalitetnije proizvode.

Istovremeno, proizvodjači namještaja, nastoje primijeniti suvremena tehnološka rješenja, koja će im omogućiti da iz što jeftinije sirovine dobiju kvalitetniji namještaj.

Stog razloga, traže se najpovoljnija tehnološka rješenja, s najmanjim utroškom energije, fizičkog rada, materijala s optimalnim opterećenjem tehničko-tehnološke opreme tj. s najnižim proizvodnim troškovima.

Problem širinskog spajanja elemenata iz masivnog drva u veće cjeline vrlo je stara problematika u području zanatstva i industrijske proizvodnje namještaja.

Izrada ploča iz masivnog drva vrlo je složena, jer treba riješiti niz problema koji utječu na kvalitetu ploča iz masivnog drva, imajući u vidu nehomogenost drva kao osnovne sirovine.

Upotreba ploča iz masivnog drva kod proizvodnje namještaja vrlo je široka, od sjedala kod stolica, klupa, hoklica, ploča stolova i ostalih radnih ploča, uklada kod namještaja i gradjevne stolarije do korpusa u namještaju i gradjevinarstvu.

S obzirom na široku primjenu ploča iz masivnog drva, one trebaju zadovoljiti i niz zahtjeva koji se javljaju u toku normalne (namjenske) upotrebe tih ploča.

IZRADA PLOČA IZ MASIVNOG DRVA

Da li je masivna ploča poluproizvod ili proizvod, da li je područje primarne ili sekundarne obrade, to je najmanji problem; problem je izraditi što kvalitetniju ploču.

Za kvalitetu ploča podjednako je važna primarna obrada, hidrotermička i sekundarna obrada.

Tehnologija izrade ploča iz masivnog drva sastoji se iz:

- izrade elemenata,
- sušenja elemenata,
- obrade elemenata i izrade sljubnica,
- lijepljenja elemenata,
- konačne obrade ploča.

Grubo izradjeni i osušeni elementi dolaze na obradu i pripremu za lijepljenje. Blanjanjem donje i gornje površine tj. izradu bazne površine, poravnavanjem i obradom elemenata na debeljinu, dobivamo elemenat obradjen za izradu sljubnica.

Gledajući tehnološki, sljubnice možemo izraditi:

- blanjanjem,
- glodanjem,
- piljenjem specijalnim kružnim pilama.

Elementi s obradjenim sljubnicama sortiraju se, prema kvaliteti i strukturi drva i obradjenosti sljubnica, u odabrane cjeline koje se širinski obradjuju na kružnoj pili.

Tako pripremljene cjeline spremne su za lijepljenje.

Uvjetovano vrstom ljepila, neke se sljubnice moraju predgrijavati prije nanašanja ljepila.

Nakon nanašanja ljepila na sljubnice elemenata, oni se slažu u odredjene cjeline u prešu, gdje, uslijed ke- mijsko-fizikalnih procesa, dolazi do konačnog slijepljenja elemenata u ploču.

Nakon faze kondicioniranja, pristupa se konačnoj obradi ploča.

Osnovna sirovina za izradu ploča

Imajući u vidu drvo kao anizotropan, vlaknasto uslojen, heterocelularan materijal, moramo mu obratiti posebnu pažnju prilikom hidrotermičke obrade u svrhu dobivanja kvalitetnih elemenata ili samica za proizvodnju masivnih ploča.

Vodeći računa o racionalnom iskorištenju osnovne sirovine, obično se elementi izradjuju iz lošijih samic koje se mogu krojiti prije ili poslije hidrotermičke obrade. U ovisnosti o obliku u kojem dolazi sirovina, samicama ili elementima, dobit ćemo spektar kvalitete masivnih ploča.

Kada krojimo samice, kao osnovnu sirovinu za izradu ploča, dobije se određeni broj elemenata paralelnih brida odnosno neparalelnih bridova, različitih širina. U tom slučaju ploče izradjene od takvih elemenata nemaju univerzalnu primjenu zbog smanjenih estetskih svojstava.

Korištenjem elemenata kao osnovne sirovine dobivamo ploče univerzalne primjene.

Da bi ploča iz masivnog drva zadovoljila svoju osnovnu namjenu, kako sa konstrukcionog tako i sa vizuelnog stanovišta, mora se posebna pažnja обратити izradi i kvaliteti sljubnica.

Sljubnice

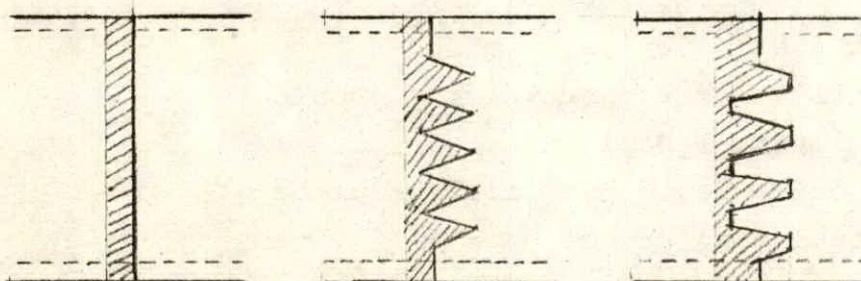
Definirajući sljubnicu kao površinu za lijepljenje koja je uvjetovana:

- vrstom drva,
- potrebnom statickom i dinamičkom čvrstoćom spoja,
- estetskim zahtjevima,
- ljepilom,
- raspoloživim strojnim parkom,

trebamo primjeniti odredjenu vrstu spoja.

Obično primjenjujemo konstrukcije sljubnica koje mogu biti spojene:

- tupim spojem,
- zupčastim spojem,
- zupčasto-tupim spojem,



Slika 1. Konstrukcija spoja za širinsko spajanje masivnih elemenata u cjeline

Da bi se postigla zadovoljavajuća mehanička svojstva, slijepljenih ploča treba posvetiti odredjenu pažnju izradi sljubnica.

Bridovi sljubnice, npr. kod tupog spoja, moraju biti obradjeni pod pravim kutem u odnosu na baznu površinu elemenata, a površina sljubnice mora biti idealno ravna.

Kontrolu kvalitete izrade sljubnica vršimo u našim uvjetima proizvodnje najčešće vizuelno, dok se vrlo rijetko vrši komparatorima.

Najčešće greške kod izrade sljubnica nastaju zbog lošeg održavanja strojeva i naprava, brušenja alata, što se naročito odnosi na alate kojima se izrađuju zupčasti i zupčasto-tupi spojevi, lošeg podešavanja strojeva, kao i zbog loše hidrotermičke obrade drva.

Kvalitetno izradjene sljubice, uz primjenu odgovarajućih ljepila, dobit ćemo kvalitetnu masivnu ploču.

Ljepila

Koje ljepilo primjeniti kod izrade ploča iz masivnog drva ovisi o nizu faktora, kao:

- vrsti drva,
- hidrotermičkoj obradi drva,
- kvaliteti ljepila,
- kvaliteti i konstrukciji sljubnica,
- kvaliteti lijepljenja,
- uvjetima kojima je izložena ploča u toku eksploatacije.

Obično primjenjujemo slijedeće vrste ljepila:

- glutinsko ljepilo,
- PVA ljepilo,
- karbamidformaldehidno ljepilo,
- specijalna ljepila (Titebond)

Glutinska ljepila daju kvalitetnu sljubnicu u odnosu na čvrstoću, ali nisu otporna na vlagu. Kod nanošenja ljepila na sljubnice, sljubnice moraju biti predgrijane i sama priprema ljepila zahtjeva poseban režim.

PVA ljepila su različito (ovisno o vrsti) osjetljiva na vlagu i jednostavniji je postupak njegove primjene od glutinskog. Ipak glutinsko ljepilo se još danas često koristi, zbog toga što pod utjecajem otapala iz laka koji se nanosi na ploču, ne dolazi do bubrenja ovog ljepila u sljubnici.

Mnoga PVA ljepila veoma su osjetljiva na otapala iz laka. Zbog toga se za lijepljenje ploča trebaju primjenjivati prokušana PVA ljepila koja ne izazivaju opisane poteškoće, ili pri nanošenju laka treba ploče (sljubnice) zaštiti odgovarajućim premazima da ne dolazi do reakcije izmedju otapala i laka i ljepila u sljubnici.

Karbamidformaldehidna ljepila jednostavna su kod primjene, nije potrebno predhodno grijati sljubnice i sljubnice su otporne.

UVJETI KOJI ODREDJUJU OPTIMALNOSTI LINIJE ZA IZRADU PLOČA IZ MASIVNOG DRVA

Optimalnost linije za izradu ploča iz masivnog drva ne možemo promatrati samu za sebe, jer njenu optimalnost uvjetuje više faktora koji ovise o uvjetima u kojima se odvija proizvodnja. Drugim riječima, treba optimalizirati sve faktore da bi linija bila optimalna, što znači pronaći najbolje rješenje u datim uvjetima.

Vanjski faktori koji utječu na optimalnost linije ovise o načinu poslovanja u radnoj organizaciji.

Faktori koji direktno utječu na optimalnost su slijedeći:

- oblik i kvaliteta osnovne sirovine i njezino iskorištenje,
- iskorištenje radnog vremena i kapaciteta strojnog parka,
- izbor strojeva i opreme, njihova cijena, te utrošak i mogućnost nabave repromaterijala,
- sposobljenost kadrova.

Optimalno iskorištenje sirovine

Polazeći sa stanovišta što racionalnijeg iskorištenja osnovne sirovine za izradu ploča iz masivnog drva, moramo poći od oblika sirovine, da li nam je osnovna sirovina samica ili elemenat. Kada u sklopu RO imademo pilanu, doradnu pilanu (decimirnicu), predsušionice-sušionice, tada iskorištenje sirovine promatramo kompleksnije.

U tom slučaju, već u primarnoj preradi, možemo vršiti namjensko sortiranje odnosno piljenje oblovine ili barem sortiranje samica prema namjeni.

Obično se smatra, da kod krojenja masivnog drva treba uzeti u obzir da je vrijednost sirovine, koju radnik obradjuje, mnogostruko veća nego što su troškovi rada, jer se uz nešto više utrošenog vremena postiže bolje iskorištenje.

Krojenje samica, odnosno izrada elemenata može se vršiti na dva načina, individualno i grupno.

Obično u proizvodnji namještaja primjenjujemo individualni način, kod kojeg se svaka samica kroji u ovisnosti o rasporedu grešaka i kakvoći drva po najpovoljnijoj shemi koja osigurava najveći stupanj iskorištenja, pri najvećem broju osnovnih elemenata (koji nam upravo trebaju) uz minimalnu količinu sporednih elemenata (koji nam momentalno ne trebaju ili im je vrijednost nakon obrade niska) i minimalnu količinu otpada.

Ovakav način krojenja otežava primjenu većeg stupnja mehanizacije i automatizacije, ali iz loše kvalitete samica dobijemo više elemenata.

Prema naprijed navedenom vidimo, da je kod individualne izrade elemenata učešće manuelnog rada veliko, ali je iskorištenje sirovine bolje.

Kod takvog načina krojenja dobijemo elemente različitih širina i oblika u odnosu na paralelnost bridova. Gledajući sa stanovišta iskorištenja samica to se isplati, ali prilikom obrade tih elemenata za lijepljenje utrošit ćemo više manuelnog rada nego kada obradujemo elemente jednakih širina. S druge strane, moramo imati u vidu estetski efekat i kvalitetu ploče izradjene iz elemenata nejednakih širina i neparalelnih bridova u odnosu na ploču izradjenu iz jednakih elemenata.

Razmatrajući iskorištenje elemenata kao osnovne sirovine za izradu ploča, već je rečeno, da je vizuelni efekat bolji kod ploča koje su izradjene od elemenata istih širina. Svakako da je cijena kvalitetnih elemenata kao osnovne sirovine veća od elemenata dobivenih namjenskim krojenjem samica, ali je proizvodnja gledajući vremenski uvelike kraća, a naročito ako su ti elementi i hidrotermički obradjeni na željenu vlažnost.

Naime, hidrotermičkom obradom samica povećavaju se troškovi sušenja u odnosu na sušenje gotovog elementa.

Učešće manuelnog rada u proizvodnji nije uvijek garancija da ćemo dobiti kvalitetnu, a u isto vrijeme, i rentabilnu proizvodnju, ako uz to i ne promatramo i iskorištenje radnog vremena i opreme.

Iskorištenje radnog vremena, kapaciteta strojeva i opreme

Iskorištenje kapaciteta linije za izradu ploča iz masivnog drva ovisi o obimu proizvodnje i kvaliteti odnosno obliku elemenata koji se preradjuju, održavanju strojeva i opreme, obučenosti kadrova i pripremi proizvodnje.

Ako promatramo liniju za izradu i lijepljenje elemenata koja je prikazana na prvom primjeru vidimo da je kod te linije malo učešće manuelnog rada, a visoka produktivnost, ali da je obim proizvodnje primjeran kapacitetima linije. To je ujedno i najveći problem, kapacitiranje linije u odnosu na ostale proizvodne kapacitete koji koriste ploče iz masivnog drva u okviru jedne radne organizacije.

Znači, jedna visoko produktivna linija za izradu ploča iz masivnog drva, ne može dati optimalne rezultate ako ostali preradjivački kapaciteti nisu uskladjeni s tom linijom. To je ujedno pitanje neadekvatnog investiranja, odnosno iskorištenja radnog vremena i opreme te linije.

Gledajući sa aspekta iskorištenja radnog vremena i opreme linije koja je usko specijalizirana za izradu masivnih ploča iz elemenata paralelnih bridova, iste širine elemenata u ploči, vidimo da takva linija može biti optimalna samo u slučaju ako su osnovna sirovina elementi jednakih širina i paralelnih bridova. Uz predhodno navedenu uskladjenost ostalih preradjivačkih kapaciteta, iskorištenje radnog vremena i opreme može dostići projektirane kapacitete strojeva i opreme. To je ujedno i idealan primjer za odabiranje strojeva i opreme odnosno projektiranje linije.

Izbor strojeva i opreme, njihova cijena, te utrošak i mogućnosti nabave repromaterijala

Razmotrimo odabiranje strojeva i opreme u uvjetima koji su malo drugačiji nego kod predhodno navedenih primjera. To je slučaj kada su ostali preradjivački kapaciteti manji od kapaciteta linije, pa dolazi do određenih manjkavosti koje ne možemo uvijek izbjegći.

Kod odabiranja strojeva treba imati u vidu konstrukciju sljubnice, kapacitet stroja koji će biti sastavni dio linije određenog kapaciteta, kvalitetu stroja i kvalitetu produkata koje on izrađuje, cijenu, mogućnosti nabave rezervnih dijelova, održavanje stroja i potrebnog prostora.

Ospozobljenost kadrova

Gledajući sa šireg aspekta, nema kvalitetne i optimalne proizvodnje bez odgovarajućih kadrova. Kod visoko produktivnih linija potreban profil kadrova dosta je širok i mora biti specijaliziran za tu liniju.

Naročito je važno, da je priprema proizvodnje odgovarajuća toj liniji, tj. da kadrovi koji vrše pripremu moraju odlično poznavati tehnološke karakteristike linije i pona-

šanje osnovne sirovine pri obradi u toj liniji sa svih aspekata (anatomska gradja drva, higroskopnost drva, tehnološka obradljivost, ponašanje drva pri lijepljenju).

Imajući u vidu vrijednost linije i traženu kvalitetu gotovog proizvoda, već kod samog projektiranja linija mora se izraditi i plan kadrova, odnosno planirati potrebna sredstva za doškolovanje kadrova.

Karakteristike linije za izradu ploča iz masivnog drva

Ranije je već navedeno kakve sve karakteristike moraju imati ploče izradjene iz masivnog drva, o čemu sve treba voditi računa i kakvo bi to postrojenje trebalo biti u odnosu na oblik osnovne sirovine, tj. elemenata i konstrukcije sljubnica i upotrebe ljepila, a u cilju dobivanja što kvalitetnijeg proizvoda.

S obzirom da se masivne ploče sastavljene iz elemenata sa tupim (ravnim) spojem najčešće primjenjuju, to ćemo takvim linijama posvetiti pažnju u slijedeća tri primjera.

I. Primjer:

Spomenuta linija, sa stanovišta oblika elemenata je univerzalna, jer može preradjivati elemente raznih širina i elemente paralelnih i neparalelnih bridova uz primjenu ljepila koja se mogu nanositi na hladne i predgrijane sljubnice.

Obrada elemenata za lijepljenje vrši se u jednom prolazu automatski, a ulaganje i odlaganje gotovih elemenata sa linije vrši se ručno.

Gledajući prostorno, kompletna linija sastoji se od dijela za pohranu elemenata pripremljenih za proizvodnju, dijela za strojnu obradu i prostora za odlaganje i kondicioniranje slijepljenih elemenata odnosno ploča.

Proizvodni dio linije sastoji se iz: dvostrane blanjalice, pogonjenog transporterera, desne podstolne kružne pile povezane sa lijevom kružnom pilom, pogonjenim transporterom, običnog valjčanog transporterera, stola za sortiranje elemenata, višesmjernog transporterera, jednolisne kružne pile s pomičnim stolom (šablonom), transporterera ili stola za predgrijanje, stroja za nanošenje ljepila i preše za lijepljenje.

Obrada elemenata za lijepljenje i samolijepljenje odvija se slijedećim redom:

- Obrada bazne površine i obrada elemenata na određenu debljinu vrši se na dvostranoj blanjalici, ulaganje elemenata u dvostranu blanjalicu vrši se ručno. Transport obradaka (elemenata) iz dvostrane blanjalice do desne kružne pile vrši se pogonjenim transporterom čiji su valjci pod određenim kutem koji transportiraju a ujedno i usmjeravaju obradak prema desnom graničniku koji služi kao vodilica obratka do kružne pile za izradu desne sljubnice obratka. Uvlačenje obratka do samog lista pile vrši se pomoću pogonjenog transporterera koji se nalazi na stroju iznad radnog stola (ploče) kružne pile i samog lista pile, koji omogućava ravnomjerno vodjenje obratka u toku izrade sljubnice, piljenjem (blanjanjem) sljubnice.

Nakon izrade desne sljubnice na obratku, obradak izlazi iz kružne pile i ulazi na pogonjeni valjak, koji ga sada transportira a ujedno i usmjerava prema stroju na kojem će se obraditi lijeva sljubnica na isti način kao desna.

Obradak izlazi iz dijela automatske linije s obradjenim sljubnicama, dolazi na valjčani odnosno više-

smjerni transporter s kojeg radnici uzimaju obratke (elemente) i sortiraju ih prema kvaliteti obradjenih sljubnica i kvaliteti drva.

Elementi kod kojih jedna od dvije sljubnice nije kvalitetno obradjena slaže se u cjelinu kao bočni element, dok se elemenat sa obje nekvalitetne sljubnice šalje na ponovnu doradu.

Kvalitetni elementi sortiraju se prema teksturi drva na plošnoj strani u odredjenu cjelinu po širini, ali i prema smjeru godova na čelnoj strani, što je jedan od bitnih faktora za kvalitetu ploče.

Ako su elementi širinski tako obradjeni, da složeni plošno čine jednu odredjenu cjelinu odnosno potrebnu širinu ploče s nadmjerom, isti se slažu na bočnu stranu elemenata (sljubnicu) i tako složeni paket odlaže se na stol ili transporter na kojem se vrši predgrijavanje sljubnice, ako je to potrebno, ili transportiranje elemenata (paketa) do stroja za nanošenje ljepila.

U slučaju kada su elementi raznih širina i raznih oblika, tj. elementi paralelnih bridova (sljubnica) jednakih ili raznih širina i elementi neparalelnih bridova (sljubnica) i ne čine odredjenu cjelinu odnosno željenu širinu ploče, u tom slučaju se plošno složeni elementi u neku cjelinu širinski kroje na određenu širinu, na jednolisnoj kružnoj pili sa pomičnim stolom.

Elementi sa nanesenim ljepilom na sljubnice slažu se po određenom redu, kako su prethodno bili plošno složeni kod sortiranja u prešu, gdje se uz bočni pritisak i pritiska odozgo vrši slijepljivanje.

II. Primjer:

Sa stanovišta oblika elemenata linija je univerzalna, jer može preradjivati elemente raznih širina i elemente paralelnih i neparalelnih bridova uz primjenu raznih ljepila koja se mogu nanositi na hladnu i predgrijanu sljubnicu.

Obrada elemenata za lijepljenje vrši se u jednom prolazu automatski, dok se daljnja priprema elemenata za lijepljenje vrši ručno, kao i ulaganje elemenata u liniju.

Gledajući prostorno, kompletna linija sastoji se od prostora za pohranu elemenata pripremljenih za proizvodnju, prostora za proizvodni dio linije i prostora za odlaganje i kondicioniranje slijepljenih elemenata odnosno ploča.

Proizvodni dio linije za izradu elemenata za lijepljenje i lijepljenje elemenata na određenu širinu sastoji se od:

Kombiniranog stroja sa pet agregata, pogonjenog transportera sa koso postavljenim valjcima i kotačićima na graničniku, te gornjim (nadstolnim) gumenim točkovima, stroja za bočnu obradu elemenata, valjčanog transportera, stola za sortiranje, valjčanog transportera, jednolisne kružne pile s pomičnim stolom (šablonom), stola za predgrijavanje ili transportera, stroja za nanošenje ljepila i zvijezdaste preše.

Obrada elemenata za lijepljenje i lijepljenje istih, odvija se slijedećim redom:

- Izrada bazne površine i obrada elemenata na određenu debeljinu, te obrada desne strane elemenata, odnosno široke sljubnice vrši se na prvom stroju, dok se izrada druge sljubnice vrši na drugom stroju.

Sortirani elemenati, prema teksturi drva na plošnoj strani i smjeru godova na čelnoj strani, slažu se u određenu cjelinu na stolu. Tako složeni elementi čine obično veću širinu od željene. Elementi se transportiraju valjčanim

transporterom do jednolisne kružne pile na kojoj se vrši krojenje na željenu širinu buduće ploče sa nadmjerom. Nakon širinske obrade elementi se slažu na bočnu stranu u pakete, onim redom, kako će se na njihove sljubnice nanositi ljepilo i istim redom, nakon nanošenja ljepila, slagati će se u prešu za lijepljenje.

III. Primjer:

Sa stanovišta oblika elemenata linija može prerađivati elemente raznih širina i elemente paralelnih bridova.

Strojna obrada elemenata za lijepljenje vrši se automatski u jednom prolazu, priprema elemenata za lijepljenje vrši se ručno kao i ulaganje i odlaganje elemenata iz strojne linije.

Gledajući prostorno, kompletna linija sastoji se od dijela za pohranu pripremljenih elemenata za proizvodnju, dijela za strojnu obradu, dijela za pripremu elemenata za lijepljenje i lijepljenje istih i prostora za odlaganje slijepljenih elemenata odnosno ploča.

Strojni dio linije za obradu elemenata sastoji se iz kombiniranog stroja (četverostrane blanjalice), valjčanog transportera, stola za sortiranje odnosno višesmjernog transportera, valjčanog transportera, jednolisne kružne pile, valjčanog transportera, stola za predgrijavanje sljubnica, stroja za nanošenje ljepila i zvijezdaste preše.

Obrada i priprema elemenata za lijepljenje i samolijspljenje odvija se slijedećim redom:

- Izrada bazne površine kao osnove za daljnju obradu elemenata vrši se na podstolnom agregatu izradom utora. Obrada elemenata od debljine vrši se sa nadstolnim agregatom, dok se obrada desne strane elementa odnosno izrada desne sljub-

nice vrši fiksnim desnim agregatom. Izrada lijeve sljubnice vrši se pokretnim agregatom koji omogućuje izradu sljubnica na elementima raznih širina i paralelnih bridova. Blanjanje donje strane tj. skidanje utora i pera koji su služili kao bazna površina (vodilica) obratka odnosno elementa u toku obrade.

Strojno obradjeni elementi izlaze na valjčani transporter, s kojeg se skidaju i odlažu na stol za sortiranje.

Sortiranje elementa vrši se prema teksturi drva na plošnoj strani i smjeru godova na čelnoj strani, kao i kontrola kvalitete obradjenih sljubnica. Paralelno sa naprijed opisanim sortiranjem, vrši se i slaganje elemenata na odredjenu širinu.

Ako su elementi širinski tako obradjeni, da složeni plošno čine željenu širinu buduće ploče sa nadmjerom, transportiraju se preko jednolisne kružne pile koja u tom slučaju služi kao transporter.

Elemente koji složeni plošno imaju veću širinu od željene širine buduće ploče, kroje se na odredjenu širinu sa nadmjerom na jednolisnoj kružnoj pili sa pomičnim stolom (šablonom).

Slaganje elemenata na bočnu stranu odnosno sljubnicu u pakete, vrši se na valjčanom transporteru. Tako složeni elementi slažu se na stol za zagrijavanje ako je to potrebno, odakle se odnose na stroj za nanošenje ljepila.

Nanošenje ljepila vrši se pojedinačno na svaku sljubnicu elementa ili na više elemenata odjednom odnosno cijelog paketa elemenata, što ovisi o broju elemenata u paketu.

Slaganje elemenata u prešu za lijepljenje vrši se onim redom kako su bili složeni na stolu za sortiranje.

IV. Primjer:

Ova linija za izradu ploča iz masivnog drva je univerzalna u odnosu na konstrukciju spoja sljubnice. Što se tiče oblika elemenata, može obradjavati samo elemente istih širina i paralelnih bridova (barem jednu odredjenu količinu).

Kompletna linija sastoji se iz prostora za pohranu elemenata pripremljenih za obradu i odlaganje slijepljenih elemenata odnosno ploča. Na proizvodnom prostoru smješten je dio linije za strojnu obradu elemenata i pripremu elemenata za lijepljenje i samolijepljenje elemenata.

Proizvodni dio linije sastoji se iz četverostrane blanjalice, valjčanog transportera, stola za sortiranje elemenata, valjčanog transportera za slaganje elemenata, stola za slaganje paketa, stroja za nanošenje ljepila i zvijezdaste preše.

Na prikazanoj liniji izrade i lijepljenja elemenata odvija se ovim redom: obrada bazne površine vrši se na podstolnom agregatu, obrada debljine sa nadstolnim agregatom.

Izrada sljubnica ravnih, zupčastih i tupozupčastih vrši se bočnim aggregatima.

Obradjeni elementi za lijepljenje izlaze na valjčani transporter, a odatle se odlažu na stol za sortiranje.

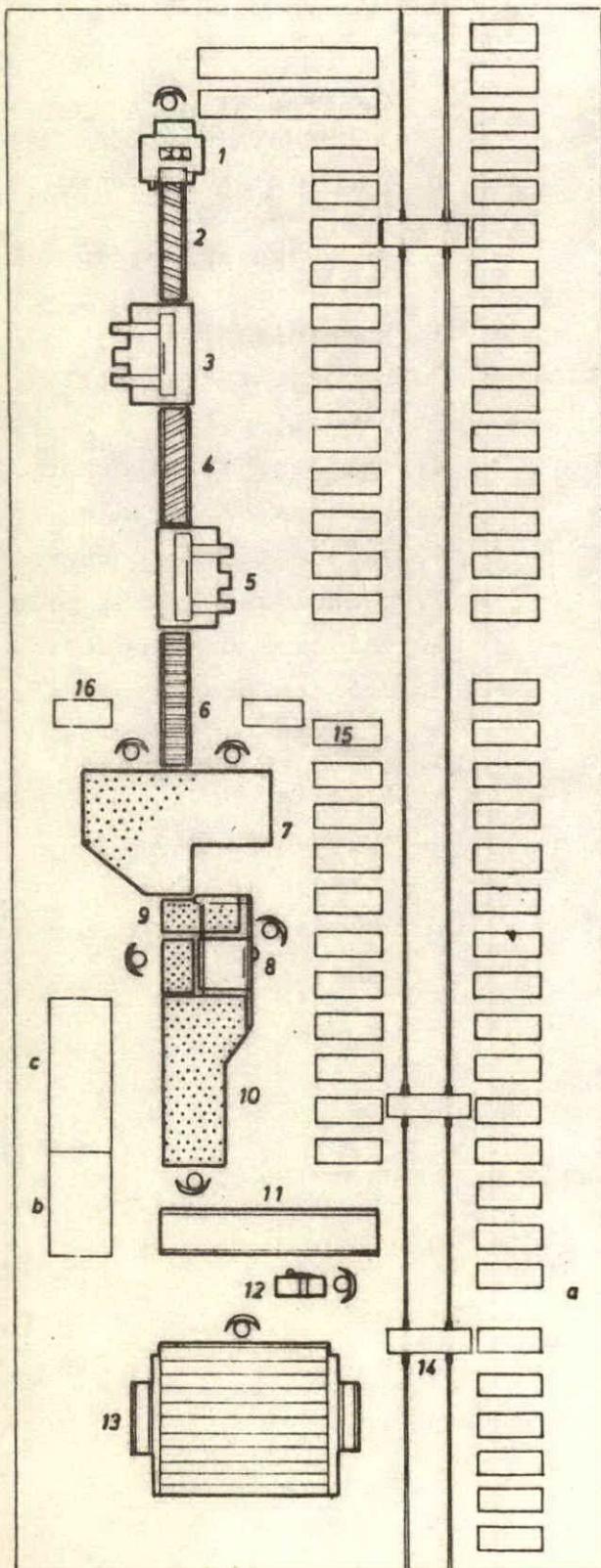
Sortiranje elemenata vrši se prema kvaliteti obradjenih sljubnica, strukturi drva na plošnoj strani i smjeru godova na čelnoj strani, na željenu širinu. Širina ploče određena je brojem elemenata u ploči jer su isti tako širinski obradjeni.

Složene cjeline transportiraju se valjčanim transporterom do stola za zagrijavanje sljubnica ili direktno do stroja za nanošenje ljepila. Nakon nanesenog ljepila na odredjene sljubnice, elementi se slažu u prešu, onim redom, kako su bili složeni pri sortiranju.

Sljepljivanje elemenata u odredjenu cjelinu vrši se u preši.

I PRIMJER

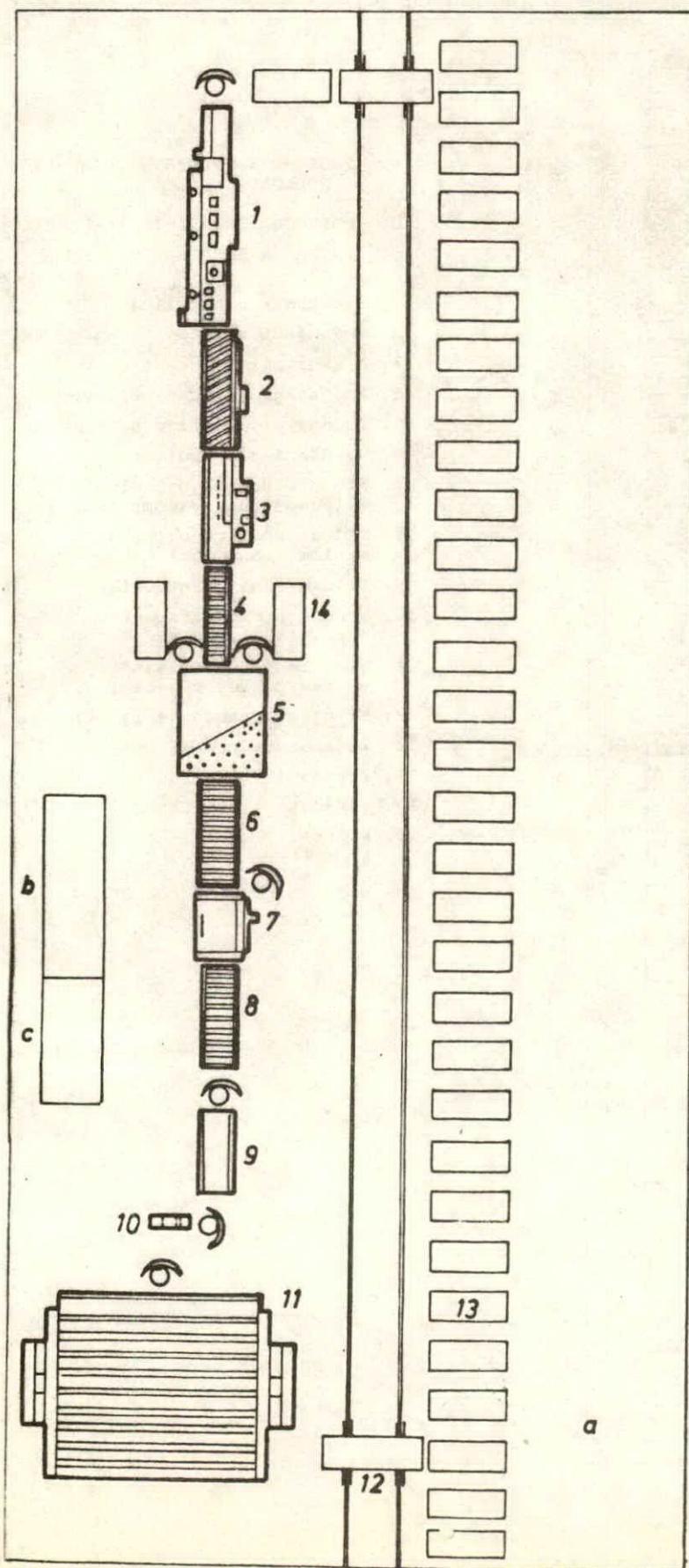
M 1:100



- a. PROSTOR ZA POKRANU ELEMENATA
I ODLAGANJE PLOČA
- b. PRIRUČNO SKLADIŠTE ZA LJEPILO
- c. PRIPREMA LJEPILA
- 1. Dvostrana blanjalica
- 2. Pogonjeni valjčani transporter
- 3. Kružna pila - desna
- 4. Pogonjeni valjčani transporter
- 5. Kružna pila - lijeva
- 6. Valjčani transporter
- 7. Stol za sortiranje elemenata
(višesmjerni transporter)
- 8. Jednolisna kružna pila sa pomičnim
stolom (šablonom)
- 9. Višesmjerni transporter
- 10. Višesmjerni transporter
(stol za slaganje)
- 11. Stol za predgrijavanje
- transporter valjčani
- 12. Stroj za nanošenje ljepila
- 13. Zvjezdasta preša
- 14. Prenosnica
- 15. Valjčani transporter
- 16. Paleta.

II PRIMJER

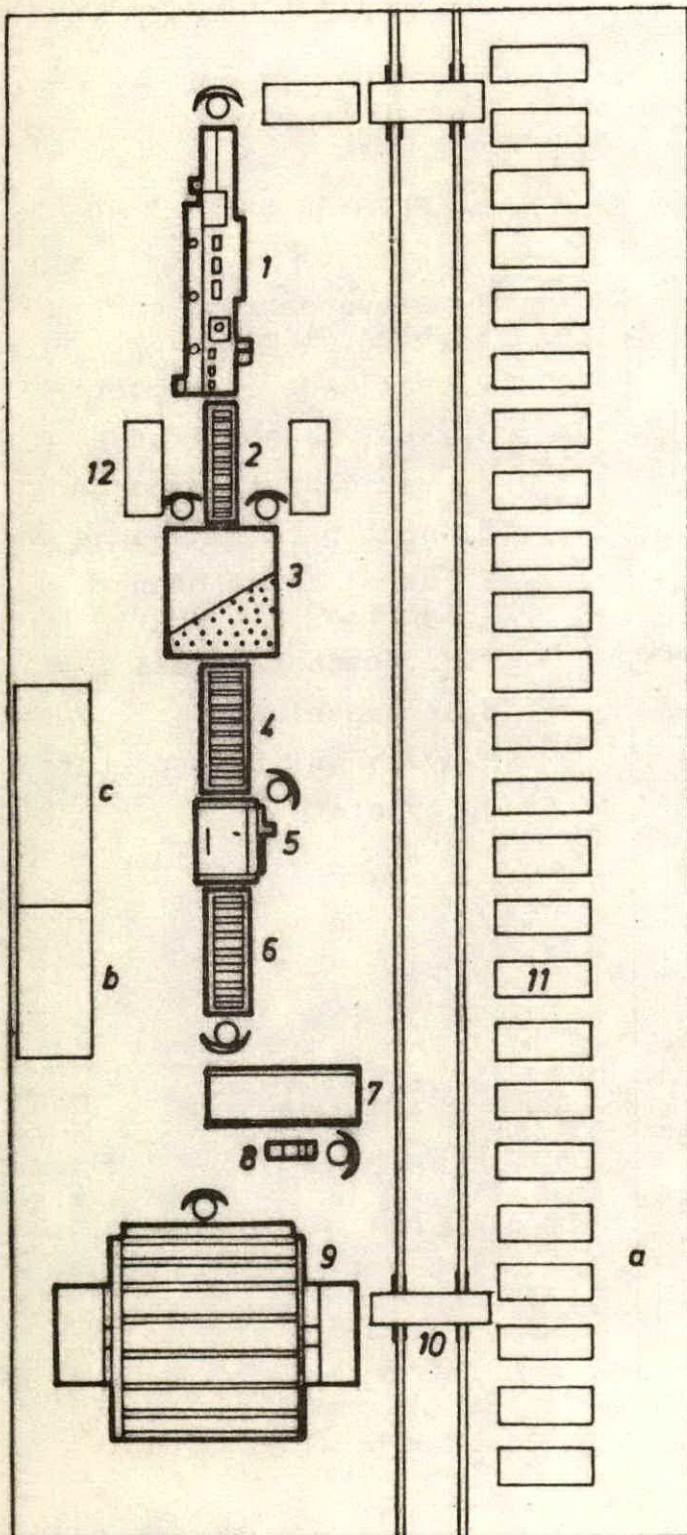
M 1:100

LINIJA ZA IZRADU PLOČA
IZ MASIVNOG DRVA

- a. PROSTOR ZA ODLAGANJE ELEMENATA I PLOČA
- b. PROSTOR ZA PRIPREMU LJEPILA
- c. PRIRUČNO SKLADIŠTE
- 1. kombinirani stroj
- 2. pogonjeni transport.
- 3. glodal.-pila
- 4. valjčani transporter
- 5. stol za sortiranje
- 6. valjčani transporter
- 7. jednolisna kružna pila
- 8. valjčani transporter
- 9. stol za predgr. (transporter)
- 10. stroj za nanašanje ljepila
- 11. zvjezdasta preša
- 12. prenosnice
- 13. valjčani transporter
- 14. paleta.

III PRIMJER

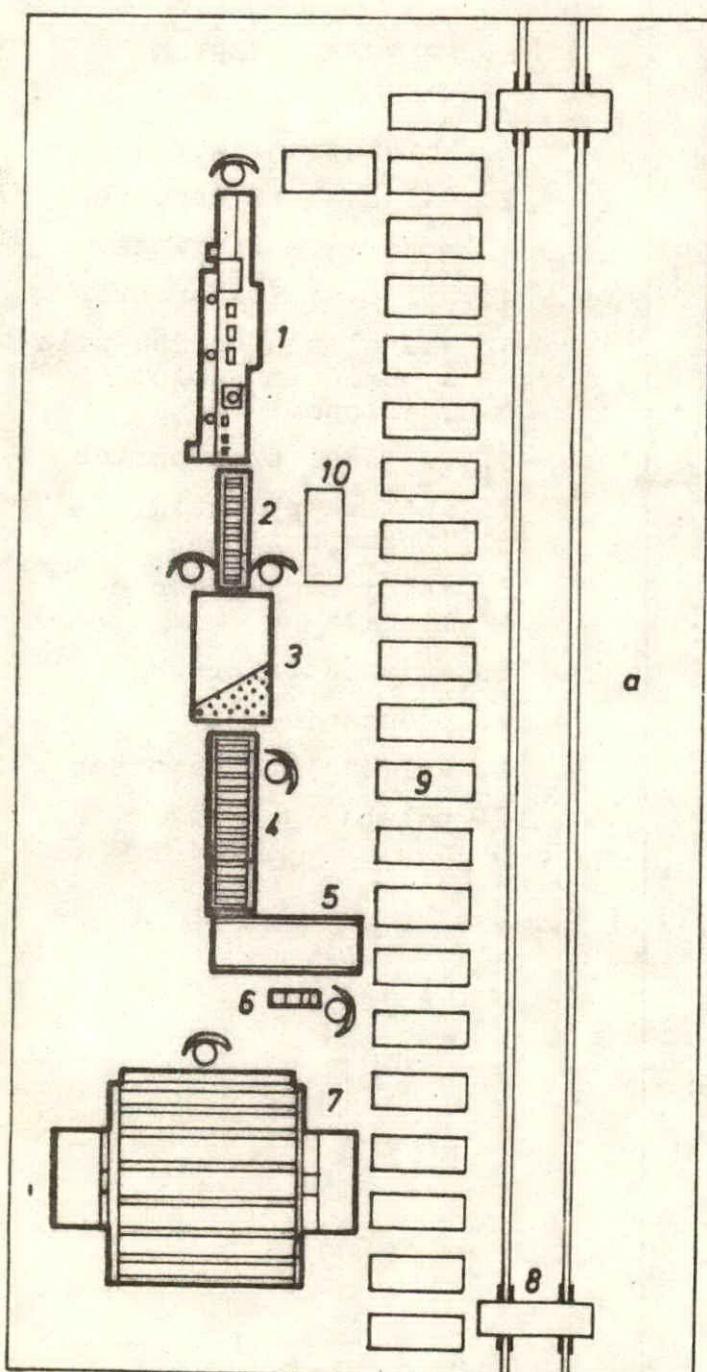
M 1:100



- a. PROSTOR ZA POHRANU
- b. PRIRUČNO SKLADIŠTE
ZA LJEPILO
- c. PRIPREMA LJEPILA
 - 1. kombinirani stroj
 - 2. valjčani transporter
 - 3. stol za sortiranje
 - 4. valjčani transporter
 - 5. jednolisna kružna pila
s pomičnim stolom
(šablonom)
 - 6. valjčani transporter
 - 7. stol za predgrij.
(transport)
 - 8. stroj za nanošenje
ljepila
 - 9. zvjezdasta preša
 - 10. prenosnice
 - 11. valjčani transporter
 - 12. paleta

IV PRIMJER

M 1:100



a. PROSTOR ZA POHRAÑU

1. četverostrana blanjalica
2. valjčani transporter
3. stol za sortiranje
4. valjčani transporter
5. stol predgrijavanje
6. stroj za nanošenje ljepila
7. zvjezdasta preša
8. prenosnica
9. valjčani transporter
10. paleta

Usporedba linija

U prethodnom poglavlju prikazane su linije za izradu ploča iz masivnog drva.

Usporedba linija u odnosu na oblik elemenata koji se preradjuju možemo svrstati u tri grupe:

- u prvu grupu spadaju linije koje preradjuju elemente istih i raznih širina, paralelnih bridova i elemente neparalelnih bridova raznih širina, koje izradjujemo na linijama prikazanim u prvom i drugom primjeru,

- elementi paralelnih bridova, istih i raznih širina obradjuju se na liniji prikazanoj na trećem primjeru,

- elementi istih širina paralelnih bridova preradjuju se na liniji prikazanoj u IV. primjeru.

Prema konstrukciji sljubnica, linije možemo podjeliti u dvije grupe:

- izradu ravnih (tupih) sljubnica vršimo na svim linijama,

- izradu sljubnica na zupčasti i zupčasto-tupi spoj vršimo na liniji prikazanoj u četvrtom primjeru.

Prema načinu obrade sljubnice, linije dijelimo u tri grupe:

- izradu sljubnica piljenjem vršimo na liniji prikazanoj u prvom primjeru,

- izradu sljubnica bočnim blanjanjem i doradom sljubnica horizontalnim agregatom vršimo na liniji prikazanoj u drugom primjeru,

- izradu sljubnica bočnim blanjanjem odnosno glodenjem vršimo na linijama prikazanim u trećem i četvrtom primjeru.

Gledajući sa stanovišta primjene ljepila, linije su projektirane tako, da možemo primjenjivati sve vrste ljepila, (naprijed navedenih).

Ostali faktori usporedbe prikazanih linija dati su u tabeli 1.

TABELA USPOREDBE

	Oblik elemenata	konstrukcija sljubnice	način obrade sljubnica	potreban radni prostor /m ² /	kapacitet linije u 1 smj. (ploča) (kom)	tvornička cijena str. za obradu sljubnica u mil.din
I. linija			piljenjem	345	500	16
II linija			blanjanjem piljenjem	275	500	9
III linija			blanjanjem	180	400	5,5
IV linija			blanjanjem glodanjem	144	400	4,5

Z A K L J U Č A K

U prethodnom izlaganju nisu razradjena ostala tehnološka rješenja koja se mogu primjenjivati, a koja se i primjenjuju u pojedinim proizvodnim uvjetima, na pr.:

- krojenje elemenata i obrada elemenata za lijepljenje smještenih u odjeljenju grube strojne obrade,
- lijepljenje elemenata smješteno u odjeljenju fine strojne obrade ili predmontaži,
- izrada bazne površine na ravnalici,
- obrada elemenata na debljinu - debljačom,
- izrada sljubnica na ravnalici ili stolnoj glodalici,

odnosno, izrada elemenata za lijepljenje na dvostranoj blanjalici i jednolisnoj kružnoj pili za izradu sljubnica.

To su sve pojedinačna rješenja primjenjena manjem obimu proizvodnje i smještena u raznim proizvodnim prostorima, gdje ne možemo imati željeni režim obrade.

Smatramo, da bi za jednu kvalitetnu proizvodnju ploča iz masivnog drva, uz opisane faktore u poglavljju "Uvjeti koji određuju optimalnost linije za izradu ploča iz masivnog drva", trebalo smjestiti liniju u prostore u kojima možemo održavati optimalnu temperaturu i vlažnost zraka.

Neće biti na odmet, da se još jednom napomene, da treba osobitu pažnju обратити суšenju samica odnosno elemenima i da se željena vlažnost drva održi u toku proizvodnog procesa. Što znači, da bi se za pohranu elemenata, pripremljenih za izradu ploča i kompletну proizvodnu liniju, te prostora za kondicioniranje slijepljenih elemenata odnosno ploča (kao i pohranu gotovih ploča do površinske obrade), trebalo održavati konstantnu temperaturu i vlažnost zraka, jer je to jedan od bitnih faktora za kvalitetnu izradu ploča.

L I T E R A T U R A:

1. ARAMAN P.A. : STANDARD SIZE BLANKS INSTEAD - A POTENTIAL.
MARKET FOR TROPICAL HARDWODS.
1979, Poznan
2. BENIĆ, R. : UTJECAJ STANDARDIZACIJE NA RAZVOJ PROIZVODA.
Biltet ZIDI, 10-3, Zagreb, 1982.
3. GOLJA, V. : NEKE MOGUĆNOSTI OPTIMIZACIJE EKSPLOATACIONIH I REGENERACIONIH KARAKTERISTIKA PROIZVODA.
Bilten ZIDI, 10-3, Zagreb, 1982.
4. JERŠIĆ, R. : PRISTUP RACIONALIZACIJI KROJENJA PILJENICA U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA "Zbornik radova", Knjiva V, Zagreb, 1982.
5. LJULJKA, B. : LIJEPLJENJE U TEHNOLOGIJI FINALNIH PROIZVODA. Zagreb, 1978.
6. LJULJKA, B. : TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE NAMJEŠTAJA, Zagreb, 1977.
7. LJULJKA, B. : ZNAČENJE OPTIMALNOG KORIŠTENJA MATERIJALA U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA.
"Zbornik radova" Knjiga V, Zagreb, 1982.
8. SINKOVIĆ, B. : TEHNOLOŠKI PROBLEMI PRI KROJENJU PLOČA ZA NAMJEŠTAJ.
"Zbornik radova" Knjiga V, Zagreb, 1982.
9. TKALEC, S. : PRISTUP RACIONALIZACIJI KROJENJA PILJENICA U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA,
"Zbornik radova" Knjiga V, Zagreb, 1982.

SPECIJALIZACIJA TEHNOLOGIJE KAO VID
OPTIMIZACIJE PROIZVODNIH KOMPLEKSA

JERŠIĆ RADOSLAV, dipl.ing.
Institut za drvo - Zagreb

1. U V O D

Nalazimo se u trenutku razmišljanja o neophodnosti zaokreta u drvoradnjivačkom kompleksu koji bi nas doveo u povoljniji položaj na inozemnom tržištu. Sa situacijom koju imademo danas ne možemo biti zadovoljni, a postojeća konstellacija snage ne daje nam za pravo da optimistički gledamo na dalji razvoj. Ideja o podjeli rada, na temelju podjele proizvodnih programa, nije dala očekivane rezultate te ostaje i dalje konstatacija:

- da se želje pojedinačnih proizvodjača namještaja, da zatvore vlastite proizvodne lancе od daske ili čak trupca, ostvaruju u svom negativnom smislu,
- da podjelom proizvodnih programa nismo dobili bolju i kvalitetniju ponudu na domaćem tržištu niti smo podigli ugled ponudi namijenjenoj izvozu,
- da je težnja racionalizaciji korištenja sirovine, kadrovskog potencijala, instalirane tehnološke opreme itd. ostala bezuspješna,

- da je zaostajanje za svjetskom proizvodnjom namještaja već postalo očito, naročito u pogledu praćenja tehnologije, a da unutar same drvne preradjivačke grane nisu stvoreni uvjeti za njeno dalje unapredjenje.

Ako shvatimo podjelu rada na temelju podjele proizvodnih programa, kakvu imademo u proizvodnji namještaja danas, kao horizontalnu podjelu asortimana izmedju određenog broja proizvodjača sa istim i sličnim tehnologijama, ne preostaje nam drugo do konstatacija da je dosadašnji razvoj proizvodnje namještaja u nas bio izrazito ekstenzivan, sa svim negativnim implikacijama.

Ako, međutim, podjelu rada na temelju tehnologije obrade i njenih faza obrade, kakova je danas u nekim razvijenim zemljama i naprednim industrijama, shvatimo kao vertikalnu podjelu rada na "jednom programu", onda je to očito primjer silne intenzifikacije rada. Ovdje treba termin "jedan program" shvatiti kao jedinstveni cilj cijelog drvopreradjivačkog kompleksa, a to je stvaranje izvoznog programa visoke kvalitete i dizajna, ponude širokog asortimana proizvoda i elastičnosti u pogledu količine, sastava i rokova isporuke.

U ovom članku je prikazan model intenzifikacije rada kroz specijalizaciju proizvodnje, njenom tehnološkom podjelom u jednoj simuliranoj grupi proizvodjača namještaja ekstenzivnog, dakle, nespecijaliziranog načina rada, u kojem je podjela rada izvršena prema asortimanskim proizvodnim programima.

2. MODEL SADAŠNJEGR STANJA GRUPE PROIZVODJAČA NAMJEŠTAJA

U promatranje su uzeta tri proizvodjača kuhinjskog korpusnog namještaja, tri proizvodjača sobnog korpusnog namještaja - regala, tri proizvodjača blagovaoničkog namještaja - komode,

vitrine, blagovaoničke garniture stolica i stolova, te tri proizvodjača stolica i stolova.

Radi jednostavnijeg prikaza nije se ulazilo u detalje tehnologije, dizajna i količine proizvedenih jedinica, jer je to za sam princip i nevažno.

Cijela grupa gornjih proizvodjača, sa proizvodnim programima i korištenim tehnologijama, data je slijedećim pregledom: (tabela 1).

U pregledu su pojedini tipovi, grupe ili faze tehnologije označene slovima od A do N i to:

A - Tehnologija za izradu dijelova korpusa od oplemenjene iverice, npr. iverala.

B - Tehnologija kaširanja iverice i izrada prednjih dijelova korpusa - npr. vrata, ladice i korpsi (kašir linija).

C - Tehnologija furniranja iverica ili oblaganja melaminskim folijama (linija za furniranje i priprema furnira).

D - Tehnologija zatvaranja rubova iverica masivnim drvom i furniranjem ploha, te drugim načinima aplikacije masiva na furnir.

E - Tehnologija izrade masivnih ploha od letvičastih elemenata - tzv. palisade.

F - Tehnologija širinskog lijepljenja masivnih elemenata (uklade, stranice, sjedala) i sl.

PREGLED PROIZVODJAČA I PROIZVODNIH PROGRAMA U SIMULIRANOM UZORKU

Tabela 1

PROIZVODJAČI KUHINJSKOG KORPUSNOG NAMJEŠTAJA

Model	PROIZVODNI PROGRAM I. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVOD. U JEDIN. KOMADA	Model	PROIZVODNI PROGRAM II. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVOD. U JEDIN. KOMADA	Model	PROIZVODNI PROGRAM III. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVOD. U JEDIN. KOMADA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	KUHINJA SA "IVERAL" KORPUSOM i	A	50.000	1	KUHINJA SA "IVERAL" KORPUSOM i	A	50.000	1	KUHINJA SA KORPUSOM IZRADJENIM OD SAČASTIH PLOČA OBRADJ. U.V. KITOM	G	50.000
	KAŠIRANIM PREDNJIM DIJELOVIMA (fronta)	B			PREDNJIM DIJELOVIMA NAKNADNO OBRADJENIH MEL. FOLIJOM (ultrapas)	C			I FURNIRANIM PREDNJIM DIJELOVIMA	C	
2	KUHINJA SA IVERAL KORPUSOM i	A	50.000	2	KUHINJA SA "IVERAL" KORPUSOM i	A	50.000	2	KUHINJA SA KORPUSOM IZRADJENIM OD SAČA- STIH PLOČA OBRADJENIH U.V. KITOM i	G	50.000
	FURNIRANIM PREDNJIM DIJELOVIMA	C			PREDNJIM DIJELOVIMA OD MASIVNIH LETVICA SLOŽENIH U TZV. PALISADE	E			PREDNJIM DIJELOVIMA OD MASIVNIH LETVICA SLOŽENIH U TZV. PALISADE	E	
3	KUHINJA SA "IVERAL" KORPUSOM i	A	50.000	3	KUHINJA SA "IVERAL" KORPUSOM i	A	50.000	3	KUHINJA SA KORPUSOM IZRADJENIM OD SAČASTIH PLOČA OBRADJENIH U.V. KITOM	G	50.000
	PREDNJIM DIJELOVIMA POLUMASIV - ploča+masiv+furnir	D			MASIVNOM STILSKOM UKLADJENOM FRONTOM (ŠIRINSKO LIJEPLJ. I UKRASNO GLODANJE)	F J			I MASIVNOM STILSKOM UKLADJENOM FRONTOM (ŠIRINSKO LIJEPLJ. I UKRASNO GLODANJE)	F J	

PROIZVODJAČI SOBNOG KORPUSNOG NAMJEŠTAJA - REGALA

<i>Model</i>	<i>PROIZVODNI PROGRAM I. PROIZVODJAČA</i>	<i>Tip tehn.</i>	<i>PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA</i>	<i>Model</i>	<i>PROIZVODNI PROGRAM II. PROIZVODJAČA</i>	<i>Tip tehn.</i>	<i>PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA</i>	<i>Model</i>	<i>PROIZVODNI PROGRAM III. PROIZVODJAČA</i>	<i>Tip tehn.</i>	<i>PROIZVODNJA U JEDNICAMA KOMADA</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	REGAL SA FURNIRANIM KORPUSOM i FURNIRANOM FRONTOM	C	50.000	1	REGAL SA FURNIRANIM KORPUSOM i KLASIČNOM FRONTOM	C	50.000	1	REGAL SA FURNIRANIM KORPUSOM i MASIVNOM STILSKOM UKLADJENOM FRONTOM (ŠIRINSKO LIJEPLJ. I UKRASNO GLODANJE)	C	50.000
2	REGAL SA FURNIRANIM KORPUSOM i FRONTOM POLUMASIV ploča+masiv+furnir	C	50.000	2	REGAL SA KAŠIRANIM KORPUSOM I KLASIČNOM FRONTOM	B	50.000	2	REGAL SA POLUMASIVNIM KORPUSOM ploča+masiv+furnir I POLUMASIVNOM FRONTOM ploča+masiv+furnir	D	50.000
3	REGAL SA FURNIRANIM KORPUSOM i FRONTOM OD MASIVNIH LETVICA SLOŽENIH U TZV. PALISADE	C	50.000	3	REGAL SA KAŠIRANIM KORPUSOM i i FURNIRANOM FRONTOM	B	50.000	3	REGAL SA MASIVNIM KORPUSOM i i MASIVNOM STILSKOM UKLADJENOM FRONTOM (ŠIRINSKO LIJEPLJ. I UKRASNO GLODANJE)	F	50.000
		E						4	REGAL SA MASIVNIM KORPUSOM i ŠIRINSKO LIJEPLJENIM UKRASNO GLODANIM I PANTOGRAFIJANIM REZ- BARENIM FRONTAMA	F J K	50.000

PROIZVODJAČI BLAGOVAONIČKOG NAMJEŠTAJA - KOMODE, VITRINE, STOLOVI I STOLICE

Model	PROIZVODNI PROGRAM I. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA	Model	PROIZVODNI PROGRAM II. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA	Model	PROIZVODNI PROGRAM III. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	BLAGOVAONE SA FURNI- RANIM KORPUSIMA i	C	10.000	1	BLAGOVAONE SA KORPUSOM MASIV i	F	10.000	1	BLAGOVAONE SA KORPUSOM POLUMASIV I TOKARENIM DETALJIMA	D	10.000
	FURNIRANIM FRONTAMA	C			FRONTAMA OD MASIVNIH LETVICA SLOŽENIH U TZV. PALISADE	E			i FURNIRANOM FRONTOM	L	
2	BLAGOVAONE SA KORPUSOM POLJMASIV i	D	10.000	2	BLAGOVAONE SA KORPUSOM MASIV I TOKARENIM NOGAMA i	F	10.000	2	BLAGOVAONE SA KORPUSOM POLUMASIV I STILSKO GLODANIM NOGAMA	D	10.000
	FRONTOM POLUMASIV	D			MASIVNOM STILSKOM UKLADJENOM FRONTOM (ŠIRINSKO LIJEPLJENJE I UKRASNO GLODANJE)	J			FURNIRANIM FRONTAMA	M	
3	BLAGOVAONE SA KORPUSOM POLUMASIV (ploča+masiv+furnir)	D	10.000	3	BLAGOVAONE SA FURNIRANIM KORPUSOM i	C	10.000	3	BLAGOVAONE SA KORPUSOM POLUMASIV I TOKARENIM NOGAMA i	D	10.000
	i MASIVNOM STILSKOM UKLADJENOM FRONTOM (širinsko lijepljenje i ukrasno glodanje)	F			FRONTAMA OD MASIVNIH LETVICA SLOŽENIH U TZV. PALISADE	E			MASIVNOM STILSKOM UKLADJENOM FRONTOM	J	
4	BLAGOVAONIČKI STOL SA POLUMASIVNOM PLOČOM (ploča+masiv-furnir)	D	10.000	4	BLAGOVAONIČKI STOL SA MASIVNOM PLOČOM	F	10.000	4	BLAGOVAONIČKI STOL SA PLOČOM POLUMASIV (ploča-masiv-furnir)	D	10.000
	i TOKARENIM NOGAMA I MEDJUŠPRLJCIMA	L			i TOKARENIM NOGAMA I MEDJUŠPRLJCIMA	L			i STILSKO GLODANIM NOGAMA	M	

	PROIZVODNI PROGRAM I. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA		PROIZVODNI PROGRAM II. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA		PROIZVODNI PROGRAM III. PROIZVODJAČA	Tip tehn.	PROIZVODNJA U JEDINICA- MA KOMADA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	BLAGOVAONIČKA STOLARSKA STOLICA SA TEHN. NOGA	L	50.000	5	BLAGOVAONIČKA STOLICA KOLONIJAL SA TEHN. NOGA	L	50.000	5	BLAGOVAONIČKA STILSKA STOLICA SA TEHN. NOGA	L	50.000
	SA TEHN. SJEDALA SA TEHN. NASLONA	F J			SA TEHN. SJEDALA SA TEHN. NASLONA	F N			SA TEHN. SJEDALA SA TEHN. NASLONA	N J	
1	STOL SA POLUMASIVNOM PLOČOM (ploča-masiv-furnir)	D	10.000	1	PROIZVODJAČI STOLICA I STOLOVA						
	i TOKARENIM NOGAMA	L			STOL SA POLUMASIVNOM PLOČOM (ploča-masiv-furnir)	D	10.000	1	STOL SA MASIVNOM PLOČOM i MASIVnim NOGAMA	D F	10.000
2	STOL SA MASIVNOM PLOČOM	F	10.000	2	STOL SA FURNIRANOM PLOČOM	C	10.000	2	STOL SA MASIVNOM PLOČOM	F	10.000
	i TOKARENIM NOGAMA				i STILSKI GLODANIM NOGAMA				i TOKARENIM NOGAMA		
3	STOLICE STOLARSKE SA TEHN. NOGA SA TEHN. SJEDALA SA TEHN. NASLONA	L F N	100.000	3	STOLICE STILSKE SA TEHN. NOGA SA TEHN. SJEDALA SA TEHN. NASLONA	M J K	100.000	3	STOLICA KOLONIJAL - TOKARENA SA TEHN. NOGA SA TEHN. SJEDALA SA TEHN. NASLONA	L F J N	100.000

G - Tehnologija proizvodnje šupljih konstrukcija od masiva i tvrde vlaknatice sa opremanjivanjem - npr. U.V. kitom.

I - Tehnologija kopirnog glodanja površina - na masivu - radi oblikovanja, npr. uklade, sjedišta itd.

K - Tehnologija pantografiranja i rezbarenja površina.

L - Tehnologija tokarenja.

M - Tehnologija kopirnog glodanja, npr. u stilskom namještaju.

N - Tehnologija savinja drva.

Navedene tehnologije nisu doduše do kraja raščlanjene i fazno definirane, pa se tako npr. krojenje, brušenje i sl. pojavljuje i kod tehnologije pod A, B, C i drugih, što bi u konačnici prikazalo još bolju sliku. Također bi se ova grupa proizvodjača mogla znatno proširiti, bez povećanja broja tipova tehnologije, pa bi npr. strukturu tehnološke opreme kakvu imaju proizvodjači kuhinja i regala mogli imati i proizvodjači kupeoničkog namještaja, namještaja za pred soblja, spavaćih soba itd.

Analizom datog pregleda grupe možemo ustanoviti:

- da svaki proizvodjač proizvodi barem 3, 4 ili 5 proizvoda ili modela osnovnog proizvoda,
- da niti jedan proizvodjač ne nudi iste modele ili tipove proizvoda, i da se ove razlike u modelima smatraju, danas, bitnim za podjelu proizvodnog programa po proizvodjačima,

- da su cijelovito gledane tehnologije ovih proizvodjača "različite" i "specijalne", međutim promatrajući dijelove tih tehnologija, npr. kod kuhinja - od 14 tehnologija 5 se ponavljaju kod po 2 proizvodjača, a 1 kod sva tri proizvodjača,
- da je broj modela i proizvoda promatranih 12 proizvodjača ukupno 43,
- da je broj tipova tehnologija, grupa tehnologije i faza instaliranih u tim proizvodnjama ukupno 54. To govori da je koeficijent njihovog ponavljanja $54/12 = 4,5$ ili drugim riječima svaka od tehnologija od A do N ponavlja se 4,5 puta,
- da je ukupan broj proizvedenih jedinica 3,980,000, da se svaki model proizvodi u prosječno $3,980,000 : 43 = 92,558$ jedinica, a da su tehnološki dijelovi opterećeni sa prosječno $3,980,000 : 54 = 73,703$ jedinice.

3. MODEL TRANSFORMACIJE GRUPE PROIZVODJAČA KA SPECIJALIZACIJI

Transformaciju sistema proizvodnje proizvodjača sa nespecijaliziranim tehnologijama, koji je prethodno opisan, možemo vrlo jednostavno prikazati sljedećom tabelom 2. U horizontalnim nizovima dati su podaci - proizvodjači iz promatrane grupe - a u vertikalnim stupcima njihova primjena tehnologije od A do N. U stupcu je unesen broj proizvedenih jedinica sa određenom tehnologijom kod odgovarajućeg proizvodjača. Zbirom količina, u pojedinom stupcu, dobiti ćemo ukupan broj proizvoda cijelog sistema, koji se obrađuju u pojedinim tehnologijama.

Ako bi prema tabeli 2 izvršili prestrukturiranje tehnoloških kapaciteta, tako da umjesto sadašnjih 12 proizvodjača pojedinih grupa namještaja formiramo 12 kapaciteta za montažu namještaja,

Tabela 2

Red. broj proizvoda	PROIZVODJAČ	Br. tipova i modela proizvoda	PRIMJENJENE TEHNOLOGIJE, TEHNOLOŠKE GRUPE I FAZE												Ukupno instaliranih tehnologija
			A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M	N	
I	PROIZVODJAČI KUHINJSKOG KORPUSNOG NAMJEŠTAJA	3	150 (1)	50 (1)	50 (1)	50 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	4
II		3	150 (1)	-	50 (1)	-	50 (1)	50 (1)	-	50 (1)	-	-	-	-	5
III		3	-	-	50 (1)	-	50 (1)	50 (1)	150 (1)	50 (1)	-	-	-	-	5
I	PROIZVODJAČI SOBNOG KORPUSNOG NAMJEŠTAJA - REGALA	3	-	-	200 (2)	50 (1)	50 (1)	-	-	-	-	-	-	-	3
II		3	-	200 (2)	100 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
III		4	-	-	50 (1)	100 (2)	-	250 (3)	-	150 (2)	50 (1)	-	-	-	5
I	PROIZVODJAČI BLAGOVAONIČKOG NAMJEŠTAJA - KOMODE, VITRINE, STOLOVI I STOLICE	5	-	-	20 (2)	40 (4)	-	60 (2)	-	60 (2)	-	60 (2)	-	-	5
II		5	-	-	10 (1)	-	20 (1)	90 (5)	-	10 (1)	-	70 (3)	-	50 (1)	6
III		5	-	-	20 (1)	40 (2)	-	10 (1)	-	60 (2)	-	20 (1)	70 (3)	50 (1)	7
I	PROIZVODJAČI STOLICA I STOLOVA	3	-	-	-	10 (1)	-	110 (1)	-	-	-	120 (3)	-	100 (1)	4
II		3	-	-	10 (1)	10 (1)	-	-	-	100 (1)	-	-	120 (2)	-	4
III		3	-	-	-	-	-	130 (4)	-	100 (1)	-	110 (2)	-	100 (1)	4
12	UKUPNO:	43	300 (2)	250 (3)	560 (13)	300 (12)	170 (4)	750 (17)	150 (1)	580 (11)	50 (1)	380 (11)	190 (5)	300 (4)	54

a proizvodnju osnujemo u 12 tehnoloških specijaliziranih pogona kao pod A do N, izvršili smo podjelu rada prema tehnologijama.

Pri tome su 12 kapaciteta montaže preuzele funkciju veze sa tržištem potrošnje namještaja. U ovoj pojednostavljenoj shemi nisu dатe i sve daljnje mogućnosti vertikalne suradnje specijaliziranih tehnologija kao npr. F - J - K ili D - C. Ako tako promatramo tehnologije od A do N, kao zasebne proizvodnje, vidljivo je slijedeće:

- da svaki od specijaliziranih proizvodjača proizvodi jednu vrstu proizvoda - poluproizvoda nedefinirane namjene,
- da se isti proizvodi - poluproizvodi izradjuju u relativno malom broju varijeteta, od 1 - 17, prosječno 7 po proizvođaču,
- da jedan specijalista opslužuje više montažera, ali da nema nikakove prepreke da poslužuje i svih 12,
- da je izvršena koncentracija tehnološke opreme sa prijašnjih 54 pozicija (lokacija) na samo 12,
- da je prosječno opterećenje svake tehnološke linije (specijaliziranog proizvodjača) poraslo za 73.703 jedinica na $\frac{3.980.000}{12} = 331.666$ jedinica ili za 450%.
- ako bi svaki specijalista, svakoj od 12 montaža slao svoje poluproizvode, proizvodni program svake bi bio jednako širok kao prijašnji program cijele grupe. Pri izvršenoj standardizaciji i zamjenjivosti dijelova bilo bi moguće montirati ukupno $43 \cdot 12 = 516$ modela.

4. USPOREDBA OPĆIH KARAKTERISTIKA SISTEMA PRIJE I POSLIJE SPROVEDENE SPECIJALIZACIJE

U početku detaljnih razmatranja može se naglasiti da je promatrana grupa uska i da ima relativno skroman proizvodni program, te da bi u suprotnom rezultati usporedbe bili još naglašeniji.

prije: - proizvodna suradnja izmedju proizvodjača u sistemu prije specijalizacije je otežana jer remeti postavljenu organizaciju i planove proizvodnje. Eventualna razmjena gotovih proizvoda u cilju kompletiranja ponude također iziskuje opsežne pripreme svih sudionika, a to znači i nove troškove,

poslije- nakon specijalizacije kooperativna suradnja je egzistencijska nužnost svih sudionika i stvara se potreba povećanja broja učesnika kooperacije i dalje podjele rada,

prije: - proizvodni program svakog proizvodjača bio je uzak sa velikim brojem složenih jedinica, što je angažiralo velika obrtna sredstva kroz duge cikluse proizvodnje, težak plasman, naročito u inozemstvo, gdje se kupac ne želi opterećivati velikim zalihama istovrsne robe i izlagati riziku. Proizvodnja svakog proizvodjača je unatoč toga bila heterogena, organizacijski komplikirana, a put do potrošača traži svaki proizvođač sam, pri čemu se mora snalaziti i na širokom polju repromaterijala, imade složene transportne probleme itd.

poslije- proizvodni program svakog proizvodjača specijaliste je homogen, sa daleko većim brojem jednostanih proizvoda, što mu u izvjesnim slučajevima omogućuje prelaz ka masovnoj proizvodnji. Unatoč toga cijeli sistem dobija-

va daleko bogatiji assortiman roba, u našem primjeru je to 12 puta. Pojedini specijalisti, koji ostvaruju vertikalne i horizontalne veze, podstiču provedbu standardizacije programa cijelog sistema, što pojednostavljuje i proširuje mogućnost dalje kooperacije. Prodaja i nabava svakog specijaliste je krajnje pojednostavljena, a ukupan bogat assortiman sistema olakšava plasman. Transportni problemi su pojednostavljeni i linijski.

prije:- budući da je svaki proizvodjač imao više tehnologija i proizvoda, praćenju i primjeni moderne tehnologije nije se mogla posvetiti dovoljna pažnja, jer je to iziskivalo i odgovarajuće kadrove i veće finansijska sredstva.

poslije: - specijalizirani proizvodjač ne treba pratiti široko područje razvoja tehnologije i proizvoda, jer pred sobom ima uvijek samo jedan proizvod i jedan tehnološki problem. To mu omogućuje stalno razvijanje i usavršavanje tehnologije.

prije: - široka lepeza mjesta troškova u proizvodnji i njihov relativno mali pojedinačni značaj, i nemogućnost da se na sva istovremeno i djelotvorno utječe, negativno djeluje na kvalitetu proizvoda, a proizvodjač je bio upućen na stalno podizanje cijena.

poslije: - broj mjesta troškova je malen, a njihov pojedinačni značaj je velik, te se na njih može djelotvorno utjecati, što omogućuje proizvodjaču da djeliće na dobit smanjenjem troškova. Kvaliteti proizvoda se može u tom slučaju posvetiti puna pažnja.

5. TEHNOLOŠKA RAZMATRANJA

Uspoređujući tehnološki aspekt specijalizacije, sa prethodnim stanjem nespecijalizirane proizvodnje, uočljiva je izvanredna

konzentracija kadrova, tehnološke opreme i materijala i to je osnovni uvjet intenzifikaciji proizvodnje i detaljnijeg ubrzanaog razvoja. To ćemo ilustrirati na samo nekim značajnijim područjima;

RACIONALIZACIJA KADROVSKOG POTENCIJALA : PRIMJER

NABAVE REPROMATERIJALA:

Ranijih 12 proizvodjača namještaja trebalo je nabavljati repro-materijale iz različitih izvora, da bi se oni ugradili na vrlo različite pozicije u proizvodu. Tako svaka kuhinja mora obrazdjavati nabavu iverice, masiva, furnira, ljepila, alata, brusnih papira, lakova, papira, folija i niz drugih artikala, što mu one-moguće dobru kontrolu tržišta, a često male količine pojedinih artikala stvaraju nezainteresiranost kod isporučioča. To traži i više izvršioca u nabavnoj službi.

Nasuprot tome jedan specijalist npr. tokar (L) kao sirovini troši samo masivne četvrtke, i to samo određenih duljina, ili npr. specijalista za širinsko lijepljenje (F) kao sirovini troši samo masivne elemente i ljepilo, što omogućuje njegovoj nabavnoj službi potpuno ovlađavanje tržištem materijala.

UNAPREDJENJE TEHNOLOGIJE: U nespecijaliziranom sistemu je egzistiralo 54 tehnologije sa relativno malom količinom proizvodnje. Ponekad se od tehnološke opreme tražila veća fleksibilnost, što je upućivalo na univerzalnost strojeva. To je dovelo do niskog stupnja korištenja opreme, a o mehanizaciji, automatizaciji ili čak kompjuterski kontroliranoj proizvodnji nije moglo biti ni govora.

Naime, pojedine linije ili pojedini CNC strojevi toliko su skupi, da unatoč svojoj fleksibilnosti u pogledu malih serija, moraju iza sebe imati veliku proizvodnju i visoki stupanj korištenja, kako bi bili ekonomski isplativi.

Naš primjer dobro ilustrira kako se u specijaliziranoj proizvodnji, zbog povećanog broja istovrsnih jedinica u proizvodnji, isplati ići u nabavu suvremene automatske i CNC opreme. Specijalista troši manji broj alata i može njegovu održavanju posvetiti najveću pažnju.

KORIŠTENJE SIROVINE: Krojenje ploča iverica može dobro i ilustrirati ovaj problem. Da bi se ploče iverice mogle dobro koristiti pri krojenju, potrebno je da imademo širok asortiman prikrojaka (po dimenzijama), tako da uvijek možemo odabirati optimalnu shemu krojenja. Očito je ovdje specijalista u ogromnoj prednosti, jer dok od 12 nespecijalista - proizvodjača svaki za sebe kroji mali broj dimenzija, specijalista krojeći za ostale kooperante kroji teoretski 12 puta više dimenzija.

Okvir ovog članka nam ne omogućuje ulaženje u dublju analizu i ostalih komponenata proizvodnje, transporta, energetike, potrebne površine i veličine zgrada itd. ali i njihova racionalizacija je proporcionalna sa stupnjem specijalizacije.

6. ZAKLJUČAK

Specijalizacija proizvodnje i podjela rada prema tehnološkim linijama, grupama i fazama, ima prednosti pred proizvodnjama, gdje je podjela rada izvršena prema proizvodnim programima asortimana namještaja.

U prestrukturiranju drvo-preradjivačkog kompleksa treba težiti specijalizaciji prema ovakvim modelima transformacije.

Za ovaku transformaciju je osim tehničko-finansijskih problema potrebno riješiti i odredjene ekonomski probleme u kompleksu i preradi uopće.

Nove drvo-preradjivačke pogone treba izgradjivati na navedenim principima, jer je svaka investicija na starom konceptu dupliranje već neproduktivnih i neiskorištenih kapaciteta.

Specijalizacija proširuje assortiman, podiže kvalitetu, smanjuje troškove proizvodnje i povećava elastičnost kompleksa.

Nespecijalizirane proizvodnje su u težnji hvatanja koraka sa produktivnijim specijaliziranim proizvodnjama i koncentracije rada, prerasle u gigante neotporne na hirove tržišta.

Specijalizacija se dobro uklapa u koncept razvoja tzv. "male privrede".

Svakim ograničavanjem djelovanja specijaliste, vezanjem u određene čvrste i zatvorene sisteme, gubi se njihov osnovni smisao.

L I T E R A T U R A :

1. BOGNER, A. : NUMERIČKI UPRAVLJANI, (NC i CNC)
STROJEVI.
Drvna industrija, vol. 34, br. 9-10,
str. 217-274, Zagreb, 1983.
2. GORNIK-HRABRIĆ: PROJEKTIRANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA,
Zagreb, 1962.
3. FIGURIĆ, M.: ORGANIZACIJA RADA U DRVNOJ INDUSTRIJI.
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zagreb, 1982.
4. : ARHIVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE,
Institut za drvo, Zagreb

Raziskovanje procesa lepljenja

masivnega lesa

Prof.dr. MIHEVC VEKOSLAV, dipl.ing.
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA LJUBLJANA
VTO za lesarstvo

UVOD

Naša lesna industrija je v zadnjih nekaj letih doživela hud šok. Dosedanjo proizvodnjo ploskovnega pohištva, katerega smo proizvajali v skoraj vseh obratih, bo potrebno preusmeriti, vsaj delno, v takoimenovano pohištvo iz masivnega lesa. Temu prestrukturirанию, ki je le posledica višjega standarda, novega dizajna, sledi neizogibno tudi uvajanje celega niza novih tehnoloških rešitev. Med temi problemi se pojavlja tudi zahtevno področje lepljenja. Masiven lesa zahteva drugačen pristop k tej tehnološki fazи, kakor smo ga bili vajeni do sedaj pri proizvodnji ploskovnega pohištva.

V tehnološkem procesu izdelave pohištva iz masivnega lesa je lepljenje veliko bolj zahtevno, kot je to bilo pri proizvodnji ploskovnega pohištva, ki uporablja kot glavni gradbeni material vse vrste plošč iz lesa. Vsled tega imamo premalo izkušenj pri lepljenju masivnega lesa in bomo morali pri nadaljnjem razvoju naše pohištvene industrije posvetiti prav lepljenju primerno pozornost.

Specifično za tako vrsto proizvodnje, kjer uporabljamo masiven les je, da upoštevamo vse zahteve, ki jih pred nas postavlja osnovna surovina, to je les. Vedno se moramo pri tem zavedati, da je les produkt žive narave, kar pomeni, da vpliva na rast in notranjo zgradbo veliko faktorjev, kot so drevesna vrsta, klima, rastišče, itd. Les je nehomogene zgradbe pod vplivom že prejnavedenih faktorjev in ga zato ne moremo istovetiti z različnimi materiali v drugih panogah, pa tudi ne s ploščami za proizvodnjo pri ploskovnem pohištву. Skrb za to vrsto problemov je vse premajhna, kar pa je vsekakor neodgovorno. Pred uporabo v proizvodnji je premalo laboratorijskih preizkusov, oziroma jih skoraj ni, čeprav bi s tako vpeljano vhodno kontrolo lahko rešili marsikatero kasnejšo reklamacijo.

Lepljenje največkrat ne uspe, ker so bile uporabljene napačne vrednosti, npr. pri nanosu lepila, času stiskanja, količini nanosa lepila itd. Sicer so majhna odstopanja vedno prisotna, vendar je potrebna stalna kontrola, ki omogoča bližno optimalne pogoje. Vedno je želeno, da se zapisujejo časi, pritiski, količina nanosa lepila, vlažnost lesa in to za vsako lepljenje, saj nam zapiski, kadar se pojavi napaka, omogočajo hitreje poiskati vzrok.

Nekvalitetno lepljenje lahko nastane tudi, če je les neprimerno obdelan, Slaba priprava spoja otežuje lepljenje in povečuje procent izmeta. Čas in stroški za dobro pripravo spoja so hitro povrnjeni z boljšo kvaliteto izdelka in zmanjšanimi skupnimi stroški. Priporočila za kvalitetno pripravljen les, katerega bomo lepili, zahtevajo:

1. Les mora biti raven in pravilno raščen.
2. Pri obdelavi lesa mora biti ploskev spoja obdelana ravno, ne sme biti usločena od enega do drugega konca (ne sme nastati votli spoj).
3. Pri obdelavi lesa mora biti bazna površina ravna, kar nam omogoča točno obdelavo lesa in s tem kvaliteten (pravokoten) spoj.
4. Rezila morajo biti dobro nabrušena, tako da je rez raven.

5. Hitrost rezil mora biti primerna obdelavi. Pri premajhni hitrosti je otežkočeno odrezovanje, pri preveliki pa ta povzroča vibriranje orodja ter trganje lesa. Dobimo grobo obdelano površino in slabe leplilne spoje.
6. Les mora imeti enakomerno vlažnost. Najboljša stopnja vlažnosti lesa za lepljenje je 6 - 8 %.
7. V kolikor leplilna površina lesa ni dovolj ravna po mehanski obdelavi lesa, je potrebno takšno površino še brusiti.

Poleg tako pripravljenega lesa je potrebno upoštevati tudi zahteve v zvezi s samim lepilom in stiskanjem leplilnega spoja. V spoju med dvema lepljencema mora biti dovolj lepila, da se zapolni prostor med njima. Količino tega lepila pa določajo številni faktorji:

1. Penetracija lepila v les mora biti primerna. V kolikor je ta prevelika, dobimo tkič. "suhi" spoj. Premajhna penetracija pa vpliva na to, da se v lepilnem spoju nahaja preveč lepila, ki slabša samo vezivnost.
2. Medprostor med obema površinama lesa, ki ju bomo lepili, naj bo čim manjši. Obe površini naj se čim tesneje med seboj prilegata.
3. Med obema lepljenima površinama naj bo medprostor čim bolj enakomen. To omogoča, da je nanašanje lepila čim bolj enakomerno in optimalno, zato pa skrbi predvsem kvaliteten nanašalec lepila.
4. Enakomernost pritiska stiskalnice.

V neposredni povezavi s temi faktorji pa je potrebno poznati:

- a. poroznost in površinske karakteristike materiala, ki ga lepimo
- b. viskoznost lepila pred in med aplikacijo
- c. čas strjevanja
- d. pogoje stiskanja.

V zvezi z željo po kvalitetnem lepljenju masivnega lesa se bomo v nadaljevanju srečali z dvema faktorjema, ki smo jih v raziskovanju kvalitetnega lepljenja proučevali na VTO za lesarstvo, Biotehniške fakultete v Ljubljani. Pri tem smo posvetili vso pozornost predvsem načinu lepljenja z visokofrekvenčnim lepljenjem in samemu lepilu.

RADIOFREKVENČNO (RF) LEPLJENJE

S p l o š n o

Radiofrekvenčno lepljenje je poznano tudi pod nazivom "visokofrekvenčno segrevanje" ali "dielektrično segrevanje". Po definiciji so radiofrekvence tiste, pri katerih nastane koherentno elektromagnetsko sevanje energije in so v obsegu od 10 KHz do 3 000 GHz. Dielektrično segrevanje je metoda dvigovanja temperature materialov, ki jih običajno imenujemo električne izolatorje, na tak način, da jih postavimo med dve metalni plošči, ki sta pod RF napetostjo. Odkritje, da radiovalovi proizvajajo toploto, je poznano in izkoriščano že mnogo let. Eden od prvih uporabljenih sistemov je poznan pod imenom "diatermija". Gre za segrevanje podkožnih tkiv na različnih delih telesa z uporabo radiofrekvenčnega toka. Začetek industrijske uporabe radijskih valov za segrevanje lesa sega v trideseta leta tega stoletja, ko so pri proizvodnji prešanih vezanih plošč iz furnirja nadomestili običajne plošče segrevanje z paro ali vročo vodo z RF elektrodami. Pri konvencionalnem parnem segrevanju je morala toplota preiti z grelne plošče v globino lesa, kar je, zaradi slabe toplotne prevodnosti lesa, zahtevalo mnogo časa.

Zaradi primitivnih električnih komponent tistega časa, je bila za RF generator potrebna cela manjša soba. Kljub temu je bilo postavljeno precejšnje število takšnih naprav, čeprav so bili izredno dragi. V času II. svetovne vojne, ko je hitrost proizvodnje postala bistvenega pomena, stroški pa ne posebno važni, je RF utrjevanje lepil doživelno široko uporabo. RF segrevanje v velikem merilu se je najprej uporabljalo za proizvodnjo ravnih vezanih plošč, resnična prednost tega postopka pa se je pokazala pri izdelavi oblikovanega slojastega lesa zakrivljenih oblik. Za tako proizvodnjo so bili pri klasičnem parnem segrevanju potrebni težki metalni kalupi. Izdelava takih kalupov pa je dolgotrajna in zelo draga, poleg tega pa se je metal v vojnih časih uporabljal predvsem v vojne namene. Pri uporabi RF segrevanja so lahko kalupe izdelali iz laminiranega lesa z lesno obdelovalnimi stroji in je bil metal potreben le za tanko kovinsko prevleko iz bakra ali aluminija. Mnogo proizvajalcev se je vključilo v proizvodnjo opreme za RF lepljenje. Nekateri so proizvajali kompletno opremo, nekateri pa samo RF generatorje za priključitev na preše ali okvirje. Mnogi so že opustili to proizvodnjo, vendar njihove naprave občasno še srečamo v proizvodnji.

Proizvodnja krivljenega slojastega lesa, dejansko oblikovanega furnirnega laminata, se uporablja za proizvodnjo pohištva v tkm. modernem stilu, šolskih klopi in sedežev, javnih površin za sedenje, ličnic predalov itd. Omogočena je hitra proizvodnja velikih serij izdelkov različnih oblik in velikosti ob relativno nizkih stroških lesenih kalupov.

Ko se je RF lepljenje začelo prvič uporabljati, so bili sloji lesa in lepila postavljeni med dve metalni plošči - elektrodi, tako, da so bili lepilni spoji vzporedni z elektrodama. Ena plošča je bila priključena na RF generator, druga pa na

ozemljitev. Radijski valovi so nihali med obema ploščama in segrevali celotno maso lesa in lepila. Ta metoda ni povzročala posebnih problemov in uporabljali so običajna termosetna lepila. Kasneje so poizkusili robno lepljenje mavnega lesa, kar je pomenilo, da so prišli mokri lepljni spoji v neposredni kontakt z elektrodami, kar je povzročalo velike probleme. Kemične karakteristike takratnih lepil so bile primerne za hitro utrjevanje s pomočjo toplotne, nove zahteve pa so bile postavljene glede njihovih električnih lastnosti. Nekatera lepila so bila preveč električno prevodna, druga premalo. Pri preveliki prevodnosti je prišlo do žganja lepila v spoju. Za proizvajalce lepil je postalo nujno, da poleg kemijskih kontrolirajo tudi električne lastnosti lepil, ki morajo biti prilagojene paralelnemu RF lepljenju.

Principi delovanja

Kot smo že omenili se pri postopku, ki ga imenujemo dielektrično segreganje, materiali, ki so običajno dobri izolatorji, segrejejo, ko jih damo v visokofrekvenčno radiovalovno polje. Zaradi hitrega gibanja radiovalov skozi material pride do gibanja in trenja med molekulami. Zaradi trenja med molekulami materiala nastaja toplota. Količina nastale toplotne je odvisna od dielektrične konstante materiala in faktorja moči, kombinacija obeh pa je poznana kot faktor izgub. Ne bomo se spuščali v matematične podrobnosti v zvezi s temi faktorji, naštejmo le lastnosti, ki vplivajo na faktor izgub: vlažnost lesa, prevodnost lepila.

Kadar sta dve metalni plošči ločeni z izolatorjem, se spoj imenuje kondenzator, njegove lastnosti pa so podane s faradi. Dielektrično konstanto lahko definiramo kot razmerje kapacitivnosti danega kondenzatorja in enakega kondenzatorja, kjer je med ploščama zrak.

Kot smo že omenili, je bilo v začetku uporabe RF lepljenja potrebno veliko prostora za namestitev opreme, ki je lahko producirala dovolj močno RF polje. Glavni omejujoči faktor so bile vakumirane steklene elektronke. Ker je bil ojačevalni faktor posamezne elektronke nizek, se je signal ojačeval v celi seriji zaporedno vezanih elektronk. Izboljšane karakteristike elektronk so kasneje omogočile, da je ena sama nadomestila prejšnjo serijo. Prve elektronke večjih moči so bile vodno hlajene, kar je spet zahtevalo dodatno opremo. Kasnejše elektronke pa so bile že zračno hlajene.

RF generator ima tri bistvene dele:

- napajalni del
- oscilator
- nastavljivo vezje

Izmenični tok frekvence 50 ali 60 Hz bi teoretično lahko priključili na elektrodi preče, da bi tako dobili dielektrično segreganje, vendar bi bile potrebne ogromne napetosti, da bi dobili dovolj močno polje. Visoka napetost pa pozvra-

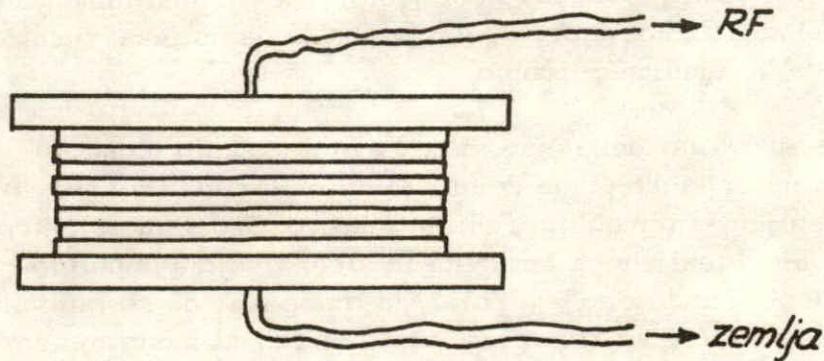
ča nastanek iskrenja in obločnega plamena. Zaradi tega je potrebno zvišati frekvenco s 50 ali 60 Hz na nekaj milionov Hz. (Visoke frekvence so med 3 milioni in 30 milioni nihajev na sekundo - to je 3 MHz do 30 NHz). Da pa je to mogoče, je najprej potrebno spremeniti izmenični tok v enosmernega. To se doseže s pomočjo izravnalca v napajальнem delu. Do pred kratkim se je v ta namen uporabljala elektronka z živosrebrnimi parami, ki dovoljuje, da teče električni tok skozi njo le v eni smeri. Velik napredok v tranzistorski tehniki je potisnil tudi to elektronko v pozabo. Važno je vedeti, da dela izravnalec na visokonapetostni strani transformatorja, na kar je potrebno še posebej paziti, kadar se kaj dela na napajальнem delu generatorja.

Večina sodobnih industrijskih generatorjev deluje na trifazni izmenični tok, katerega napetost mora biti dvignjena na nekaj tisoč volтов v transformatorju, zaradi česar so vsi kvalitetni RF generatorji zavarovani s stikalnimi vrti. Kadar so ta vrata odprta izključijo visoko napetost. Napajalni del napaja oscilator z enosmernim tokom, oscilator pa ga prevede v radiofrekvenčno valovanje.

Ob obravnavi principov delovanja RF segrevanja je nujno potrebno obdelati poglavite sisteme, ki se uporablajo pri tovrstnem lepljenju.

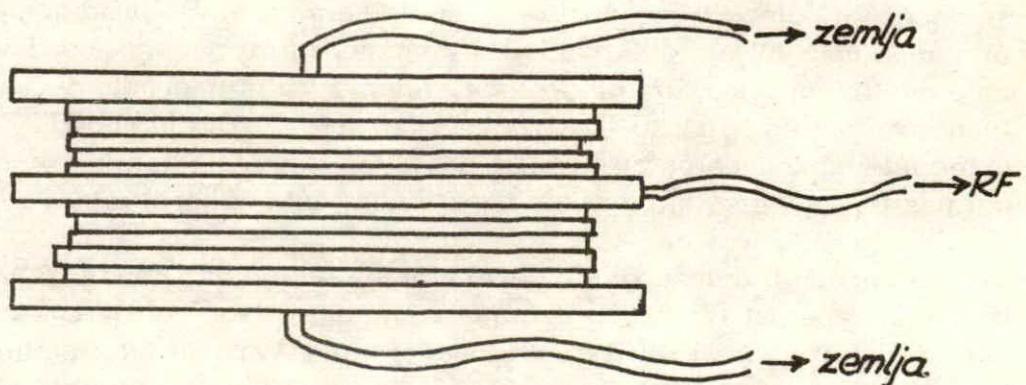
A. Pravokotno segrevanje

Prva uporaba RF segrevanja je bila takoimenovano segrevanje mase, ko so položili plasti lesa in lepila med dve plošči - elektrodi. Ta sistem je poznan kot pravokotno segrevanje, ker so silnice RF polja pravokotne na lepljene spoje. Ta metoda se uporablja za proizvodnjo ravne ali zakrivljene vezane plošče in slojastega lesa.



Ena od elektrod je povezana z "vročim" napetostnim izhodom RF generatorja. Ta pošilja svojo moč na katerikoli predmet ali prostor, ki ima nižji napetostni potencial, najrajši v zemljo. Karkoli se nahaja v polju te elektrode postane možni prevodnik in se segreva zaradi dielektrične izgube. Zato je vedno potrebno izolirati vročo elektrodo od preše ali okvirja, tako da ni možnosti, da bi se elektroda ozmeljila s kratkim stikom. Vsa energija mora skozi material, ki ga želimo segrevati. Tudi izolacijski material ima nekaj dielektričnih izgub

in zatorej tudi porabi del energije.



Za najboljšo izrabo energije uporabljamo naslednji sistem: kjerkoli je mogoče se postavi vroča elektroda med dve hladni elektrodi, tako da se hkrati segreva material na obeh straneh vročih elektrode. Energija teče enakomerno v obe smeri in izgube so minimalne.

Obstajata še dva možna vira energetskih izgub pri pravokotnem segrevanju. Elektrodi se sicer ne segrevata zaradi pretoka električne energije, ki gre skoznju, ker pa sta iz aluminija ali bakra, sta odlična prevodnika toplote. Ko se material zaradi RF segrevanja segreje, odvajata toploto iz zunanjih plasti materiala. V primeru furniranja predalnih ličnic je material zelo tanek, zaradi česar je izguba toplote preko elektrod zelo velika in segrevanje traja precej dlje kot to kaže tudi izračun. Pri lepljenju sistema ločenih materialov je zaželeno, da je hladna elektroda obdana s dobrim toplotnim izolatorjem, da se tovrstne toplotne izgube zmanjšajo. V ta namen lahko služita azbestni papir ali blago. Druga možna rešitev je, da damo plast furnirja brez lepila med elektrodo in furnirano ličnico.

Kadar segrevamo debelejše sloje ravnih vezanih plošč ali zelo debele furnirske laminate, lahko pride do ohlajanja materiala na robovih, kjer potem ostane nezlepjen. Ta problem rešimo tako, da izdelamo elektrode, ki so po površini večje od lepljenega laminata in sicer vsaj za debelino laminata. Na ta način se dobri "izgubljeno" RF polje, ki omogoča, da se laminat segreje prav do roba. Na ta način se zmanjšajo tudi izgube, ki nastajajo zaradi toka zraka ob materialu.

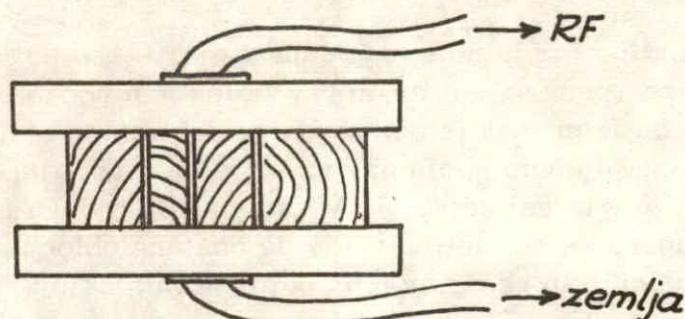
Potrebno si je zapomniti, da visokofrekvenčni tokovi tečejo po površini prevodnikov, zaradi česar se morajo elektrode priključiti na RF generator s širokimi bakrenimi trakovi ali cevmi in ne z žico velikega preseka.

Kadar ima segrevani material ostre robove ali krivine je priporočljivo, da po končanem segrevanju in izključitvi generatorja držimo material še nekaj časa pod pritiskom. Vroč in vlažen les je namreč termoplastičen in se poskuša vrniti v prvotno lego. S podaljšanim časom prešanja se material nekoliko ohladi in termoplastičnost se zmanjša. V kolikor so v materialu področja s povečano vlažnostjo, bodo lahko v času ohlajanja pod pritiskom izginili vsi parni mehurji, ki so nastali med segrevanjem. Notranji pritiski, ki jih povzročajo parni žepi, so lahko dovolj veliki, da povzročijo razpad laminata.

Idealni hladilni čas je enak polovici segrevalnega, vendar je tudi krajši hladilni čas vedno koristen. Hladilni čas je še posebej pomemben pri lepljenju s premrežujočimi polivinilacetatnimi lepili, kajti ta so vedno precej termoplastična, dokler se ne ohladijo na sobno temperaturo.

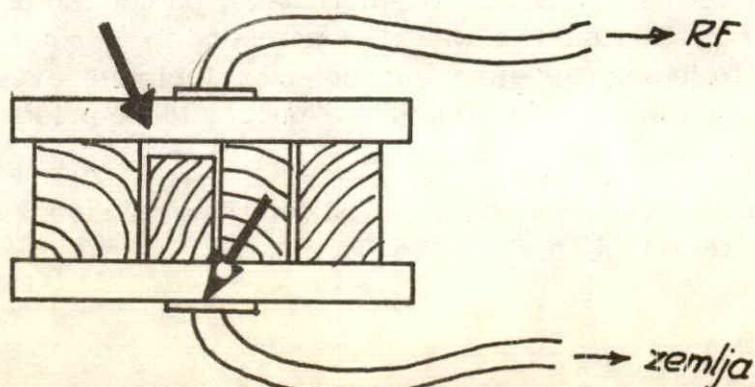
B. Paralelno segrevanje

Druga pogosta uporaba RF segrevanja lepljenih spojev je selektivno segrevanje pri robnem ali ličnem lepljenju masivnega lesa. Elektrode so pod pravim kotom glede na lepljene spoje, tako da so silnice RF polja vzporedne z njimi.



Ta način se imenuje segrevanje lepljenih spojev ali paralelno segrevanje. Pri paralelnem segrevanju so izjemno pomembne električne lastnosti lepila. Nekateri lepilni sistemi uporabljajo vrsto različnih katalizatorjev in trdilcev, da priredijo lepilo za paralelno RF lepljenje. Drugi sistemi spreminjajo koncentracijo katalizatorja da dosežejo potrebno pravilno prevodnost.

Kadar uporabljam paralelno RF segrevanje morajo biti elektrode v tesnem kontaktu z vsemi lepljenimi spoji. To pomeni, da ne sme prihajati do variacij v debelini lepljenih kosov lesa.



V kolikor so posamezni lepljeni spoji z zrakom ločeni od elektrod, se ne bodo pravočasno utrdili. Če se v lepljenem spoju v času utrjevanja pojavijo mehurji, lahko pride do žganja ali celo oboka v spoju. Oblok lahko dejansko zvrta luknje v elektrode, ča ga pravočasno ne prekinemo. Visoka prevodnost obločnega plamena jemlje energijo iz drugih lepljenih spojev, ki se potem ne utrdijo v predvidenem času. Večina RF generatorjev je narejena tako, da se sami izključijo, kadar pride do nastanka obiocnega planena. Na ta način se hrati zaščiti oscilator in elektorde. Če se RF generator izključi iz tega razloga, se ga običajno poskusi ponovno vklopiti. Včasih se obločni plamen sam ugasne in je moč utrjevanje brez intervencije nadaljevati. Če pa se generator ponovno izključi, je najbolje, da lepljeni kos vzamemo iz preše in zavrzemo.

Kadar se obločni plamen pojavi na iztisnjenu lepilu na zunanji strani lepljenega komada, je včasih mogoče, da sežgano lepilo odstranimo in nadaljujemo z utrjevanjem.

Pri paralelnem segrevanju izračun časa in energije segrevanja ni tako preprost kot pri pravokotnem segrevanju. Tu je namreč lepljeni material kombinacija prevodnikov in izolatorjev (mokri lepilni spoji in les). Električna energija vedno, ne glede na frekvenco, steče tam, kjer je upor manjši. Prav zaradi tega dobimo selektivno segrevanje lepljenih spojev, medtem ko les ostane relativno hladen.

Izmerimo lahko dolžino in širino lepljenega spoja, težko pa je natančno izmeriti njegovo debelino (presek). Pravzaprav je les nemogoče popolnoma natančno obdelati, tako da je presek istega spoja na različnih mestih različen. Kjer je debelina lepila v lepljenem spoju največja, je električni upor najmanjši, zato je vnos energije v ta del največji. V skrajnem primeru lahko skozi tako mesto znižanega upora steče toliko toka, da nastane obločni plamen, vendar do tega pri dobro obdelanih in sestavljenih spojih ne bi smelo priti.

Najbolj razširjena uporaba RF segrevanja v lesni industriji je robno in lično lepljenje masivnega lesa.

1. Robno lepljenje – paralelno segrevanje

Za doseganje dobrih rezultatov lepljenja mora biti les raven in gladek, z vsebnostjo vlage med 6 in 8%. Vsaj ena površina mora biti gladko obdelana, tako da ima žaga referenčno ploskev in dobimo pravokoten rez. Pri vstavljanju kosov v prešo morajo biti površine obrnjene tako, da dobimo dobro prileganje kosov med seboj. Stiki med kosi morajo biti ravni in ne smejo na nobenem mestu zijati. To je še posebej pomembno kadar lepimo drevesne vrste, kjer zaradi velikih pritiskov, ki nastanejo na konceh, lahko pride do presuhega lepilnega spoja.

Rezila je potrebno često brusiti, sicer razrahljana površinska vlakna povzročajo slabo kvalitetno lepljenja.

Les je treba lepiti največ 24 ur po obdelavi, sicer lahko pride zaradi atmosferske vlage do zvijanja in krivljenja.

Robno lepljenje se uporablja za izdelavo večjih kosov masivnega lesa, masivnih pohištvenih plošč in oblepljanje iverke z masivnimi nalepkami.

2. Lično lepljenje - paralelno segrevanje

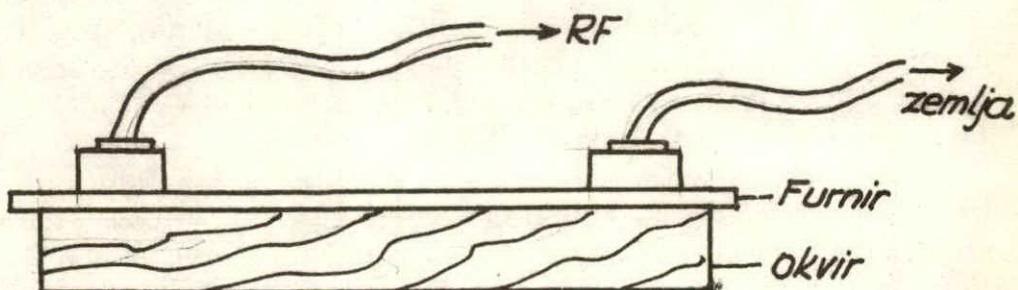
Na ta način lahko zlepimo večje kose za struženje. Na standardni opremi dosegemo najboljše rezultate, če je razdalja med elektrodami omejena na 9 cm. Debelejše spoje lahko lepimo pod posebnimi pogoji, ki pa jih moramo razčistiti s proizvajalci opreme, sicer se lahko pojavijo odprti spoji. Pritisne lege morajo biti takšne, da dobimo poln pritisk po celotnem preseku spoja. To pomeni, da morajo biti pritisne lege le malo tanjše od debeline lepljenih kosov.

Lično lepljenje se uporablja za izdelavo blokov za struženje, za keglje, pode kamionov in lepljenih lesenih stebrov.

C. Utrjevanje v razsipanem polju

Tretji pogosti način uporabe RF segrevanja je poznano kot razsipano polje. Vroča in hladna elektroda sta obde na isti strani lepljnega spoja, med njima pa poteka RF polje. Na primer: Tanka vezana plošča je položena na masivni kos lesa, med njima je lepilni spoj. Gre za lepljenje plošče na okvir. Vroča in hladna elektroda sta položeni na vezano ploščo in nista v stiku z lepilnim spojem. RF polje poteka skozi vezano ploščo, vendar si tok poišče pot skozi lepilni spoj in ga segreje. Sicer pride tudi do segrevanja površine vezane plošče med elektrodama, vendar, če je sistem pravilno zasnovan in je vezana plošča relativno tanka, se lepilni spoj zelo hitro utrditi.

Oblika tipičnega sistema elektrod za lepljenje vezane plošče na okvir s pomočjo razsipanega polja vidimo na sliki.



Trakovi elektrode so izmenoma priključeni na vročo in hladno elektrodo. Z razpostavljivo trakov v diagonali je mogoče na istem sistem lepiti elemente različnih velikosti. Edini del lepilnega spoja, ki se ne utrdi, je direktno pod trakovi elektord, tako da se po utrditvi dobi karo vzorec. Vogalni spoji morajo biti postavljeni tako, da je večji del njihove površine med elektrodami in tako ne pride do neutrjenih področij na kritičnih mestih. Popolna ravnost in enakomernost debele okvirja je izredno pomembna za doseganje dobrih rezultatov pri tem načinu lepljenja. Okvirji morajo biti zlepjeni kmalu po strojni obdelavi, tako da ni časa, da bi se upognili ali zvili med skladiščenjem.

Sistem razsipanega polja se uporablja tudi pri RF ročnih aparatih. Površina lepljenja je tu relativno majhna, zaradi uporabe kratkih elektrod, zato se običajno uporablja najvišje frekvence. Posledica tega je, da je napetost med elektrodama majhna. Frekvence so običajno okoli 28 MHz.

LEPILA

Za lepljenje z RF segrevanjem lahko uporabljamo vrsto lepil, posebej primerena pa so tista pri katerih pride do utrjevanja tudi zaradi kemijske reakcije in ne samo zaradi izgube vode. Pri večini kemijsko reaktivnih lepil, ki jih ponujajo proizvajalci, se hitrost utrjevanja podvoji za vsakih 10°C dviga temperature v lepilnem spoju. RF segrevanje je zelo primerno za hiter dvig temperature v lepilnem spoju.

Karbamidno formaldehydna lepila

Ta vrsta lepil je primerna za RF lepljenje pod pogojem, da so pripravljena uporabna cca 4 ure pri 20°C . So ena od najcenejših in najraznovrstnejših lepil, ki se uporablja pri tem sistemu segrevanja. Dobavlja se v dveh različnih oblikah. Prva oblika je tekočina, ki ima vsebnost suhe snovi med 60 in 65% in rok uporabnosti okoli 3 meseca pri temperaturi 20°C . Tekočemu lepilu primešamo katalizator šele pred uporabo. Naloga katalizatorja je, da lepilo nakisa, kar pospešuje utrjevanje lepila. Električna prevodnost lepila se naravnava z dodatkom ionizirajoče kovinske soli (pogosto navadne kuhinjske soli), pri čemer je količina dodane soli odvisna od pogojev lepljenja, vrste lesa in njegove vsebnosti vlage. Natrijev klorid nima vpliva na kemijsko reakcijo in ga dodajamo le zato, da je lepilo bolj električno prevodno od lesa.

Druga oblika sečninskega lepila, ki je še posebej primerna za manjše porabnike, je sečninska smola v prahu, ki ji je katalizator že dodan. Takšno lepilo, ki je dobro zaščiteno pred atmosfersko vlogo, ima rok trajanja okoli enega leta. Pred uporabo prah zmešamo z vodo, ki aktivira suhe ingrediente. Smola

se utrjuje z isto kemijsko reakcijo kot pri tekočem lepilu, ki ga zmešamo z katalizatorjem. Z vodo zmešano lepilo je uporabno še 3 do 4 ure pri temperaturi 20°C.

Melaminsko - karbamidno formaldehidna lepila

Ta kombinacija, poznana tudi kot ojačana karbamidna lepila, se uporablja, kadar želimo dobiti trdo in močno vodoodporno vez. Če hočemo, da se vodo-odpornost bistveno izboljša, mora zmes vsebovati vsaj toliko melaminske kot karbamidne komponente. Pri kombinaciji se uporablja katalizator, ki deluje podobno kot že opisani katalizator za karbamidna lepila. Čas uporabnosti po dodatku katalizatorja je različen, odvisen od sestave kombinacije in uporabljenega katalizatorja, vendar je običajno v istem obsegu kot pri karbamidnih lepilih. Čas utrjevanja je lahko daljši kot pri karbamidnih lepilih, ker se melaminska komponenta utrjuje počasneje.

Kombinacija je sorazmerno draga, kajti melaminska smola je dražja od karbamidne.

Resorcinol - fenol formaldehidna lepila

Ta tip smole se za RF lepljenje uporablja le v omejenem obsegu. Je najbolj trajno lepilo za les, ki je na razpolago. Lepilni spoj, ki je dobro utrjen, je bolj odporen proti atmosferilijam in morski vodi kot les sam. Resorcinolna lepila se utrjujejo z drugačnim kemičnim procesom kot prej omenjena. Smola je pripravljena z manjkom formaldehida in katalizator potreben za utrjevanje vsebuje manjkajoči formaldehid. Formaldehid se dobavlja v obliki prahu /paraformaldehid/. Hitrost utrjevanja je odvisna od pH in reaktivnosti paraformaldehida.

Kemična sestava smole ima, zaradi kaustične sode, ki se uporablja pri sintezi, že vgrajeno prevodnost. Prevodnost je lahko včasih celo prevelika, kar povzroča žganje v lepilnem spoju.

Polivinilacetatna lepila

Ta vrsta lepil se tudi utrjuje z RF segrevanjem, toda zaradi velike termoplastičnosti niso najbolj primerna. Zato so se razvile prirejene oblike teh lepil.

A. Lepila iz emulzij alifatskih smol

So podvrsta polivinilacetatnih emulzijskih lepil, med katerimi so danes znana Titebond lepila in imajo dobro odpornost proti toploti in topilom. To so enokomponentna lepila, namenjena predvsem za lepljenje masivnega lesa. Zaradi odpornosti na topila je omogočena nadaljna površinska obdelava, brez nevarnosti za nastanek napak. Utrjujejo se z izgubo vode, zato je hitrost utrjevanja manjša kot pri premrežujočih vinilih, ki se utrjujejo s kemično reakcijo, ki jo toplota pospešuje. Ker pri utrjevanju ne pride do kemične reakcije, je njihova odpornost proti vodi slaba.

B. Premrežujoča polivinilacetatna lepila

Ta podvrsta lepil je prevzela pomembno mesto med lepili za RF lepljenje, kjer se je prej uporabljalo predvsem karbamidno lepilo. Njihova prednost je dolg čas uporabnosti, potem ko je lepilo pripravljeno. Kemična reakcija je drugačna kot pri karbamidnih lepilih, končni rezultat pa je podoben. V to vrsto lepil spadajo tudi znana lepila MULTIBOND.

Utrjevanje pospešuje dodatek kisle soli, ki hkrati pospešuje polimerizacijo in zboljuje prevodnost potrebno za RF segrevanje. Katalizator se običajno dobavlja v obliki koncentrirane raztopine in se dodaja v razmerju 5 do 6 utežnih delov na 100 delov smole. Kadar standardna koncentracija katalizatorja povzroča preveliko prevodnost, jo lahko zmanjšamo brez vpliva na končne lastnosti lepila, le čas do dokončne utrditve lepila in dokončna odpornost proti vodi in topilom se podaljša.

MULTIBOND serijo lepil proizvajalec FRANKLIN-CHEMICAL INDUSTRIES priporoča posebej za visokofrekvenčna lepljenja. So dvokomponentna lepila, ki so po utrjevanju vodoodpora in odporna proti povišani temperaturi. Lepila so odporna proti večini topil, vsled česar je možno površinsko obdelovati les brez nevarnosti nastanka napak.

Premrežujoči vinil temelji na termoplastični smoli, ki se ob povečani temperaturi zmehča, vendar pravilno utrjen ni več termoplastičen. Lepljeni spoj ne doseže polne moči takoj, ko ga vzamemo iz RF preše.

To lastnost s da s pridom izkoristiti, če želimo izdelovati samo visoko kvalitetne izdelke. Če je bila namreč priprava spoja slaba in uporabljen kriv ali zvit les, se bo lepljeni spoj, ki smo ga vzeli še vročega iz preše, sam odprt, zaradi termoplastičnosti lepila. Gre torej za nekakšno samokontrolo kvalitete spoja. Odprt spoj lahko očistimo in ponovno zlepimo, ne da bi se dimenzijske izdelka spremenile. Če bi namreč prišlo do loma lesa, bi morali les ponovno prebrusiti. Pri manj termoplastičnem lepilu pride v takem slučaju do notranjih napetosti, ki lahko povzročijo odprtje spoja šele kasneje. Pri premrežujočih

vinilih se zelo redko zgodi, da bi se spoj, ki je prišel iz preše v dobrem stanju odprl šele kasneje.

Uporaba PVAc lepil pri izdelavi krivljenega in oblikovanega vezanega lesa je omejena, še posebej če so krivine ostre, kar je posledica njihove termoplastičnosti. Lepilni spoji so namreč v začetku še mehki in ne držijo toleranc tako točno kot karbamidna lepila, ki so še topla popolnoma trda. Pri premrežujočih vinilnih lepilih običajno ne uporabljamo polnil. Le v posebnih primerih pride v poštev dodatek polnila kot na primer pri robnem lepljenju uverice ali robnem oblepljanju iverice z nalepki ali furnirjem. Iverica ima namreč pogosto v sredini bolj grobe iveri, kar povzroča praznine v lepljenem robu. Dodatek pomaga naplniti te praznine in tako dobimo močnejši spoj. Pri oblepljanju iverice z masivnimi nalepki nanesemo lepilo vedno na rob iverice in ne na les. S tem zagotovimo, da je dovolj lepila na iverici, da lahko zapolni vse praznine.

ZAKLJUČEK

V sestavku je v načelu obdelano RF lepljenje, ki nam kot sistem nudi velike možnosti za kvalitetno lepljenje masivnega lesa. Pri tem pa se je seveda potrebno držati vseh postavljenih zahtev v zvezi s tem lepljenjem. Ravnotako je potrebno spoštovati vse pogoje normalnega lepljenja, predvsem v zvezi s pripravo lesa za lepljenje.

V naših preizkušanjih tega lepljenja smo posvetili pozornost lepilu, posebej iz vrste TITEBOND in MULTIBOND, kajti ta lepila se v zadnjem času priporočajo kot najkvalitetnejša v ta namen. Ob teh preizkusih smo ugotovili nekaj napak, ki nastanejo pri delu ob nepravilni uporabi teh lepil.

Ker je težko podati vse zaključke v sestavku, je v pisni obliki predložena osnova sistema RF lepljenja in osnova samih lepil, a delo in rezultati bodo podani na samem predavanju v zvezi s to temo.

Literatura:

Strokovno gradivo proizvajalcev:

- TYLER MACHINERY COMPANY - Warsaw, Indiana, USA
- FRANKLIN - CHEMICAL INDUSTRIES - Columbus, Ohio, USA

Mr. Vlado Golja, dipl.inž. stroj.
Šumarski fakultet - Zagreb

Istraživanje rada linije u proizvodnji pločastog
namještaja

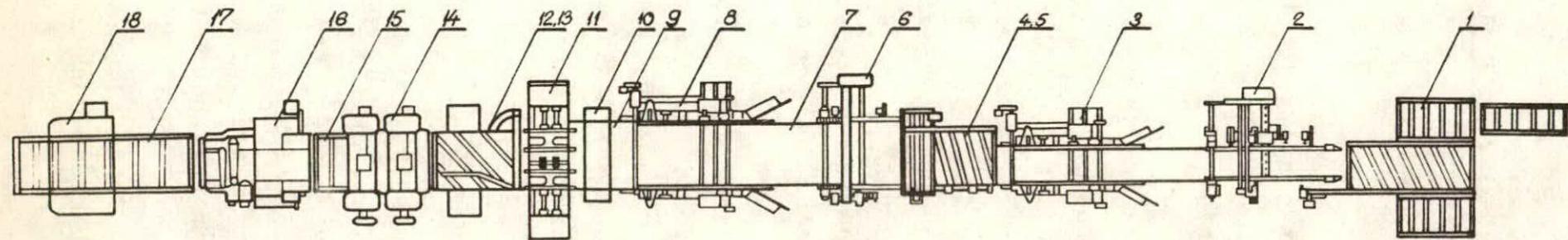
1. Uvod

Linijska proizvodnja uz sve prednosti koje nudi u eksploataciji, nosi u sebi i niz specifičnosti koje treba stalno imati na umu ukoliko želimo da nam linija radi sa odgovarajućim iskorištenjem.

Prije svega, opće je poznata stvar, da linijski organizirana proizvodnja eksponencijalno "kažnjava" svaku grešku. To podrazumijeva i eksponencijalni pad efikasnosti linije. S obzirom na to da je na hiljade dijelova i sklopova vezano u serijskom spoju pri linijskoj proizvodnji, to je razumljivo da će i efikasnost takve linije biti u skladu sa zahtjevima samo ukoliko budemo sposobni da sve utjecajne faktore na pojavu zastoja držimo u razumnim okvirima. Pri tom, samo po sebi razumljivo, govorimo o fazi normalne eksploatacije, jer eksploatacija linije u periodu kada već zalazi u područje utrošenosti, gubi svaki smisao. U radu koji iznosimo u dalnjem tekstu vršeno je snimanje efikasnosti (iskoristivosti) glavne linije za proizvodnju pločastog namještaja u "Šavriću". U dalnjem tekstu iznijet ćemo metodu snimanja i analize snimljenih podataka kao i neke mogućnosti povećanja efikasnosti linije.

2. Snimanje stanja

Postoji širok izbor metoda i postupaka kojima se možemo poslužiti pri utvrđivanju rada linija. Pri našim mjeranjima koristili smo tahograf Kienzle s mogućnošću zapisa sedmodnevног rada. Tahograf smo montirali na početku linije, na stroju za ubacivanje elemenata (oznaka 1 na slici 1). Snimanje je vršeno u periodu od 6 tjedana. Tahograf je na početku svake jutarnje smjene trebalo prebaciti na novu liniju registriranja rada. U slučajevima kada to nije napravljeno, neupotrebljivi su postali podaci prethodnog i tekućeg dana u I smjeni.



SL 1

60

18	Brusilica gornja
18,17	Brusilica gornja, valjčani transporter
14,15	Brusilica donja, valjčani transporter
12,13	Uredaj za okretanje, valjčani transporter
11	Stroj za ubacivanje moždanika
9,10	Medutransporter, višeretena bušilica
7,8	Medutransporter, stroj za obradu rubova
6	Automatski višenamjenski stroj
4,5	Valjčani transporter, uređaj za okretanje
3	Stroj za obradu rubova
2	Automatski višenamjenski stroj
1	Stroj za ubacivanje elemenata

Tahografski listić sa četiri ispravno snimljena dana prikazuje slika 2.

3. Analiza stanja

Tahografske listice analizirali smo pomoću uređaja za digitalizaciju analognih zapisa u COP-u (centru za obradu podataka) Šumarskog fakulteta u Zagrebu.

Analizom se nastojalo utvrditi:

- a) distribucija frekvencija vremena trajanja zastoja,
- b) distribucija frekvencija vremena bezotkaznog rada,
- c) efikasnost (iskoristivost) linije po danima, uzimajući podatke prve i druge smjene zajedno.

Distribucija frekvencija zastoja data je u tablici 1. Podaci su distribuirani sa srednjom vrijednosti vremena zastoja:

$$\bar{t}_z = 15,1 \text{ min}$$

uz standardnu devijaciju:

$$G_{tz} = 24,61 \text{ min}$$

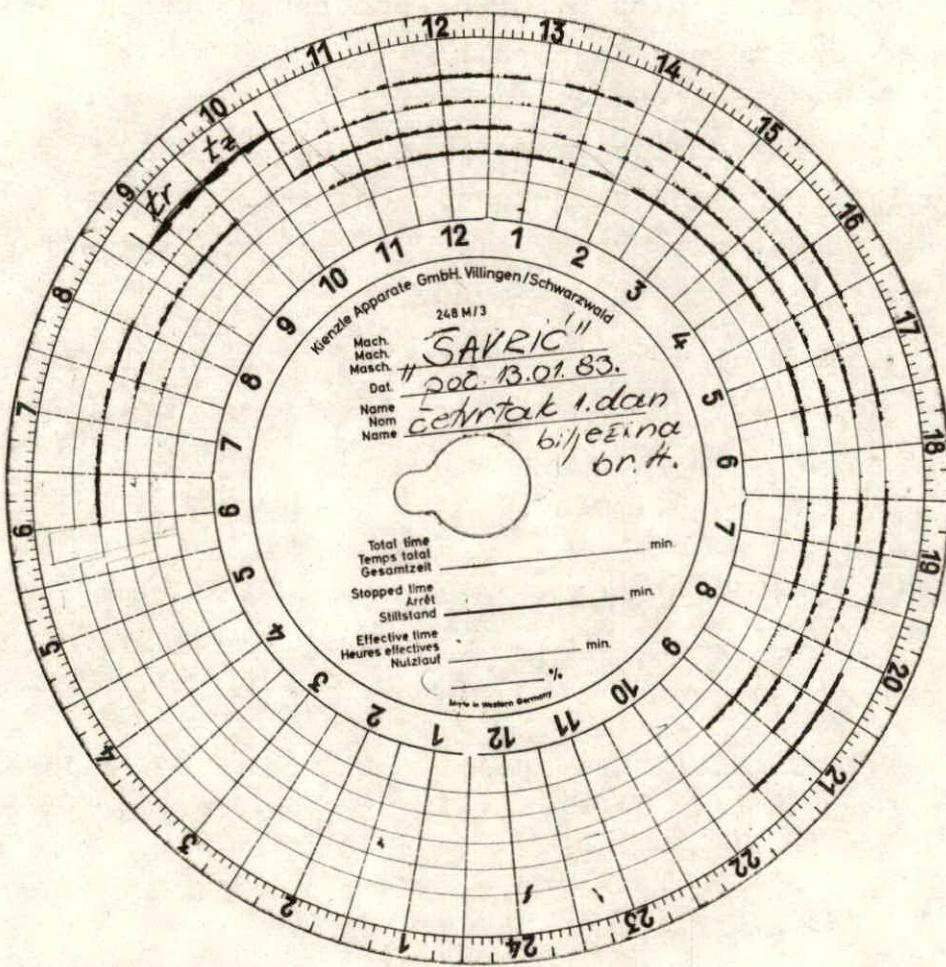
Izračunati su i koeficijenti spljoštenosti i asimetrije navedene distribucije (α_3 i α_4 - treći i četvrti moment) i iznose:

$$\alpha_3 = 22,47$$

$$\alpha_4 = 3,76$$

Ukupno je sa tahografskih listića "skinuto" 911 podataka. Distribuciju relativnih frekvencija zastoja, te kumulativne relativne frekvencije ($\sum_{f_{ri}}$) prikazuje slika 3. Treba napomenuti da su podaci grupirani u razrede širine - 2 vremenske jedinice - pri čemu je kao jedinica mjere uzeta 1 minuta.

Distribucija vremena bezotkaznog rada data je u tablici 2. Podaci su distribuirani sa srednjom vrijednosti vremena



S1. 2

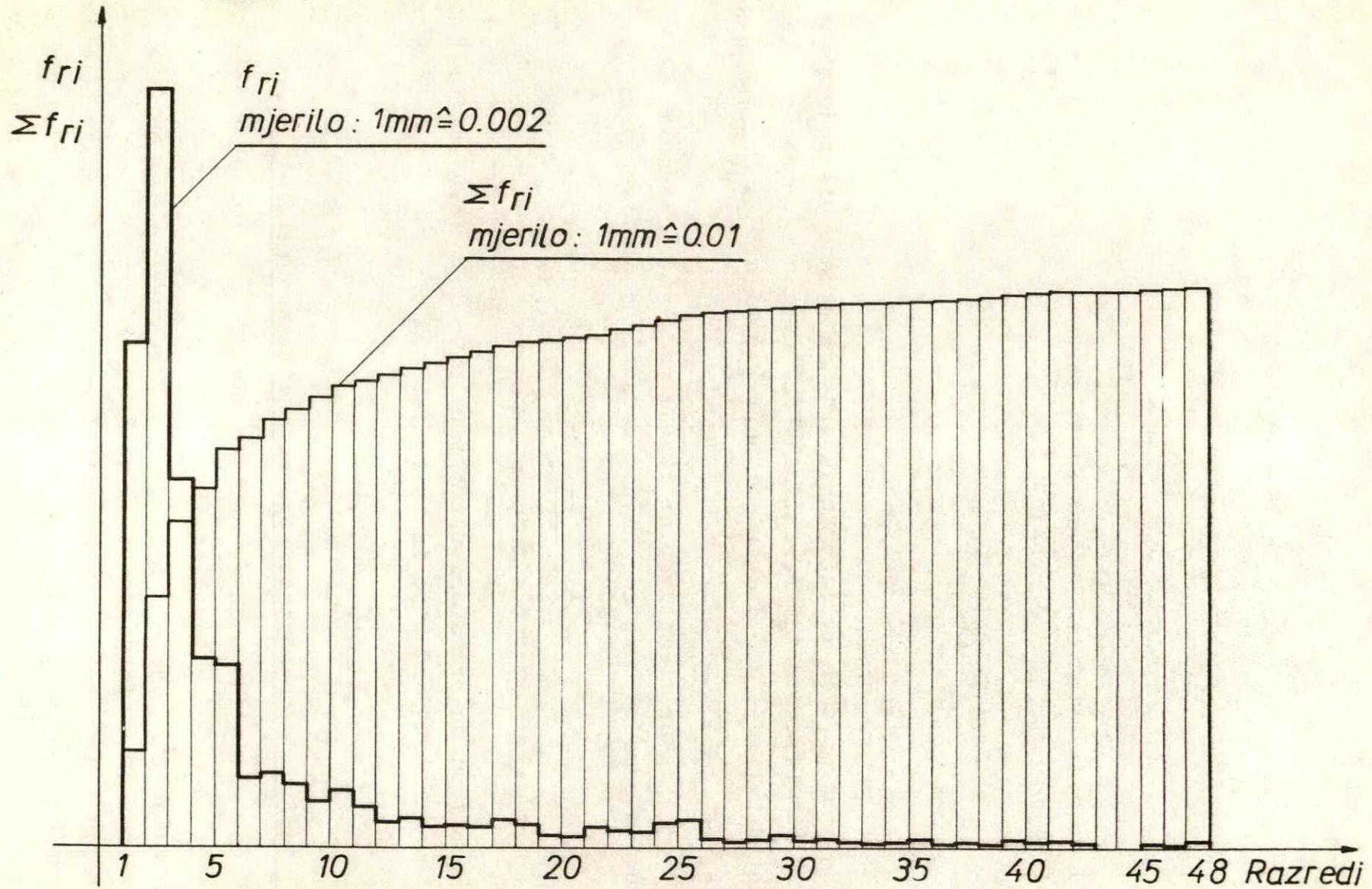
Tablica 1

Redni broj	Donja granica	Broj opažanja	Relativne frekvenc.	Kumulativne frekvencije
1	1	162	0,1778	0,1778
2	3	243	0,2667	0,4445
3	5	118	0,1295	0,5740
4	7	60	0,0658	0,6398
5	9	58	0,0636	0,7035
6	11	22	0,0241	0,7276
7	13	23	0,0252	0,7528
8	15	20	0,0219	0,7747
9	17	15	0,0164	0,7912
10	19	19	0,0208	0,8120
11	21	13	0,0142	0,8263
12	23	8	0,0087	0,8350
13	25	10	0,0109	0,8459
14	27	7	0,0076	0,8536
15	29	8	0,0087	0,8623
16	31	7	0,0076	0,8699
17	33	9	0,0098	0,8798
18	35	7	0,0076	0,8874
19	37	4	0,0043	0,8918
20	39	4	0,0043	0,8962
21	41	7	0,0076	0,9038
23	43	6	0,0065	0,9104
24	45	6	0,0065	0,9169
25	47	8	0,0087	0,9257
26	49	9	0,0098	0,9355
27	51	3	0,0032	0,9388
28	53	2	0,0021	0,9410
29	55	3	0,0032	0,9443
30	57	5	0,0054	0,9497
31	59	2	0,0021	0,9519
32	61	3	0,0032	0,9552
33	63	2	0,0021	0,9574
34	65	2	0,0021	0,9596
35	67	2	0,0021	0,9618

Tablica 2

Redni broj	Donja granica	Broj opažanja	Relativne frekvenc.	Kumulativne frekvencije
1	1	114	0,1955	0,1955
2	3	128	0,2195	0,4150
3	5	69	0,1183	0,5333
4	7	62	0,1063	0,6396
5	9	28	0,0480	0,6876
6	11	25	0,0428	0,7304
7	13	23	0,0394	0,7698
8	15	14	0,0240	0,7938
9	17	9	0,0154	0,8092
10	19	8	0,0137	0,8229
11	21	9	0,0154	0,8383
12	23	6	0,0103	0,8486
13	25	7	0,0120	0,8657
14	27	8	0,0137	0,8794
15	29	9	0,0154	0,8948
16	31	9	0,0154	0,9102
17	33	7	0,0120	0,9256
18	35	2	0,0034	0,9290
19	37	5	0,0086	0,9376
20	39	5	0,0086	0,9462
21	41	2	0,0034	0,9496
22	43	0	0,0000	0,9496
23	45	2	0,0034	0,9530
24	47	3	0,0051	0,9581
25	49	2	0,0034	0,9615
26	51	2	0,0034	0,9649
27	53	3	0,0051	0,9700
28	55	1	0,0017	0,9717
29	57	1	0,0017	0,9734
30	59	2	0,0034	0,9768
31	61	1	0,0017	0,9785
32	63	1	0,0017	0,9802
33	65	1	0,0017	0,9819
34	67	3	0,0051	0,9870

Slika 3



bezotkaznog rada:

$$\bar{t}_r = 12,06 \text{ min}$$

uz standardnu devijaciju:

$$\sigma_{tr} = 14,72 \text{ min}$$

I za ovu distribuciju izračunati su koeficijenti spljoštenosti i asimetrije i iznose:

$$\alpha_3 = 8,27$$

$$\alpha_4 = 2,28$$

Sa tahografskih listića "skinuto" je ukupno 911 podataka.

Distribuciju relativnih frekvencija f_{ri} vremena bezotkaznog rada kao i kumulativne frekvencije $\sum f_{ri}$ prikazuje slika 4.

Iskorištenje glavne linije po danima računali smo kao odnos sume vremena efektivnog rada i raspoloživog vremena:

$$\eta = \frac{t_z}{T_u} \cdot 100 \%$$

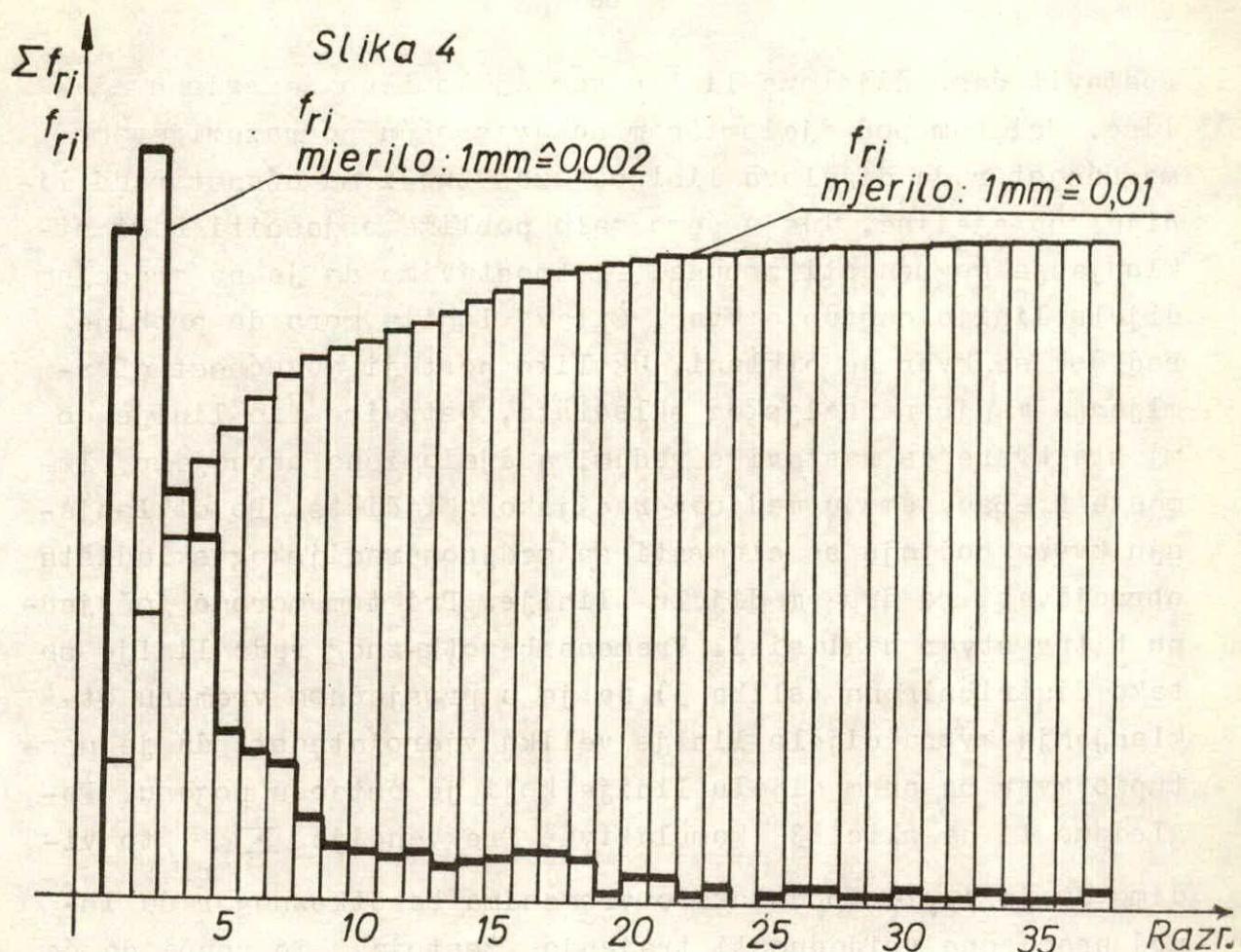
Rezultati su prikazani u tablici 3. Srednja iskoristivost u promatranom razdoblju iznosila je:

$$\bar{\eta} = 40,167\%$$

4. Ispitivanje mogućnosti povećanja efikasnosti linije:

Mada uobičajena za naše prilike, ovakva nas iskoristivost linije ne može zadovoljiti. Stoga smo pristupili ispitivanju mogućnosti povećanja efikasnosti.

S obzirom da je jedan od glavnih uzroka ovako niskog iskoristenja linije serijska veza dijelova linije, istražit ćemo mogućnost postavljanja dijelova linije u drugačije odnose te ispitati efikasnost čitave linije pri tekvom odnosu dijelova.

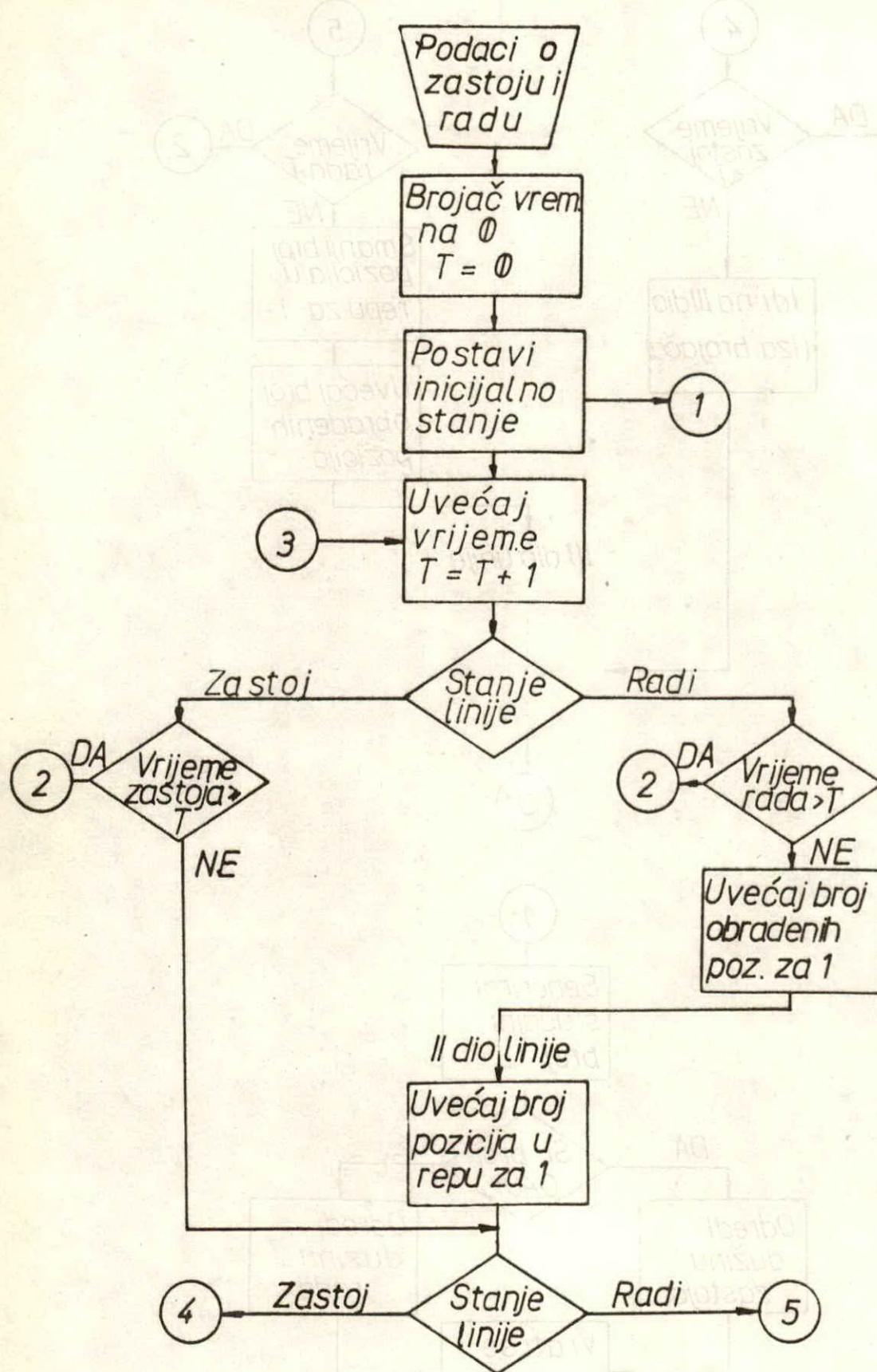
*Tablica 3*

Tjedan broj	Ponedje.	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota
1.0	31	19	-	51	59	-
2.0	-	34	48	46	39	-
3.0	-	21	29	52	39	-
4.0	42	62	-	-	-	38
5.0	19	48	50	48	38	-
6.0	-	32	41	35	43	-
<i>Srednja vrijednost</i>	30.66	36.00	42.00	46.40	43.60	38.00

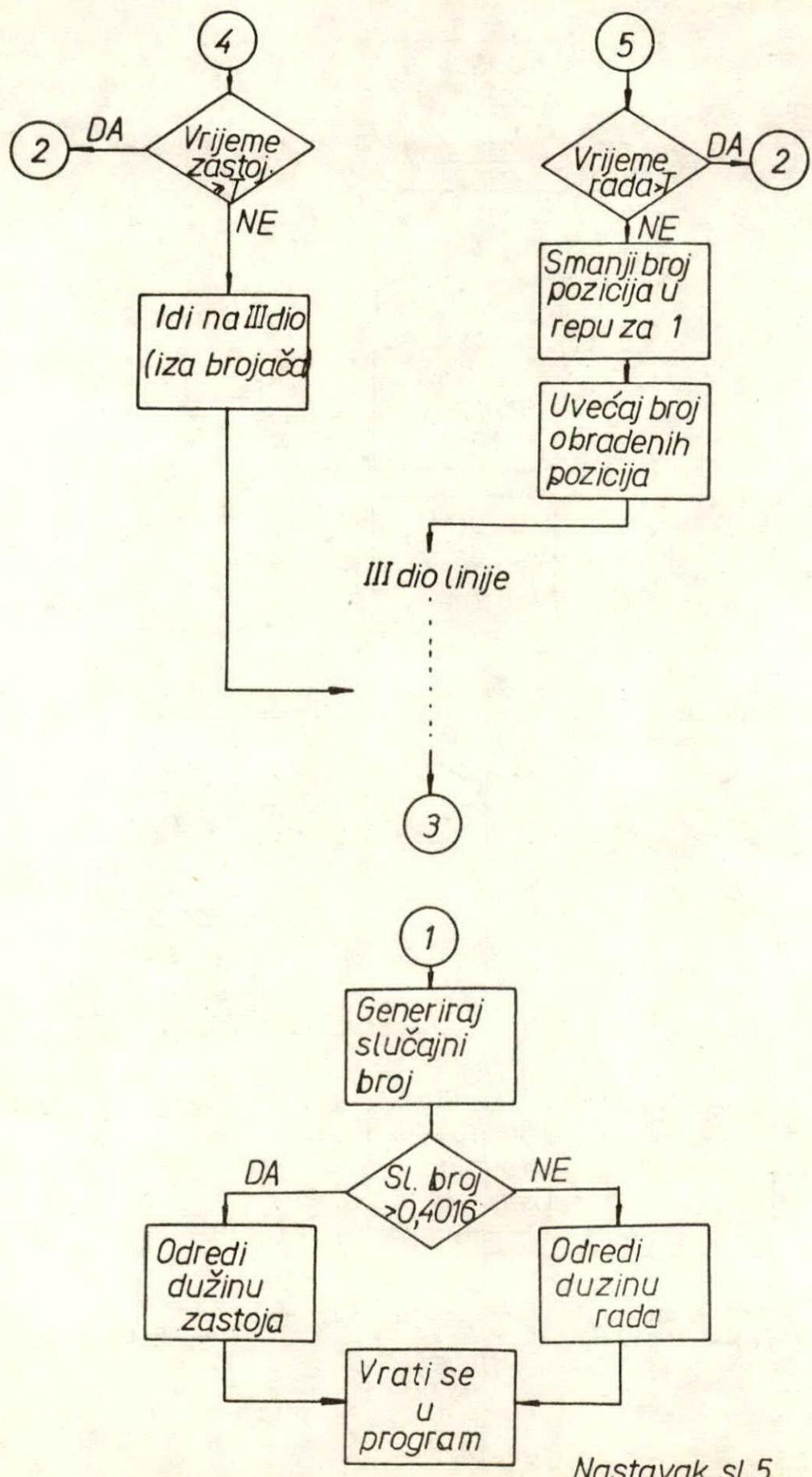
Postaviti ćemo dijelove linije kao djelomično nezavisne cje-line. Pri tom pod djelomičnom nezavisnošću podrazumijevamo mogućnost rada dijelova linije zasebno i mogućnost rada linije kao cjeline. Ideju ćemo malo pobliže objasniti radi ot-klanjanja mogućnosti zabune. Pretpostavimo da je na srednjem dijelu linije nastupio kvar. Čitava linija mora da prekine rad dok se kvar ne otkloni. Ukoliko postoji mogućnost ofor-mljenja medjuoperacijskog skladišta, ostavimo dio linije do mjesta kvara da nastavi s radom, a djelomično obradjene ele-mente prebacujemo u medjuoperacijsko skladište. Po otklanja-nju kvara počinju se elementi sa medjuoperacijskog skladišta obradjivati na drugom dijelu linije. Pri tom moramo još jed-nu bitnu stvar naglasiti. Vremena bezotka-znog rada linije su tako distribuirana (slika 3) da je u prosječnom vremenu ot-klanjanja kvara dijela linije velika vjerojatnost da je nas-tupio kvar na onom dijelu linije koji je ostao u pogonu. Po-gledamo li na slici 3 kumulativne frekvencije $\sum f_{ri}$ to vi-dimo da je 79,38% podataka o vremenima bezotkaznog rada is-pod prosječne vrijednosti trajanja zastoja. To znači, da će nastupom kvara na prvom dijelu linije koji je sasvim vjeroja-tan, drugi dio linije moći nastaviti sa nesmetanim radom jer će u medjuoperacijskom skladištu biti elemenata koji čekaju na obradu. U gornjem tekstu je opisano samo jedno elementar-no stanje koje može nastupiti. Smatramo da je opis istog do-voljan za razumijevanje modela koji će u dalnjem tekstu bi-ti opisan.

Napravljen je model za ispitivanje efikasnosti linije s mo-gućnošću "cijepanja" linije na 2, 3, 4 i 5 dijelova. Model je rješavan algoritmom kojeg shematski prikazuje blok dia-gram na sl. 5. Isti algoritam korišten je pri oponašanju li-nije na personalnom kompjuteru ZX-Spectrum. Rad linije opo-našan je u dužini od 4800 i 9600 vremenskih jedinica pri če-mu je kao vremenska jedinica uzeta 1 minuta. Trajanje opona-šanja odgovaralo bi radu u periodu od 10 odnosno 20 dana.

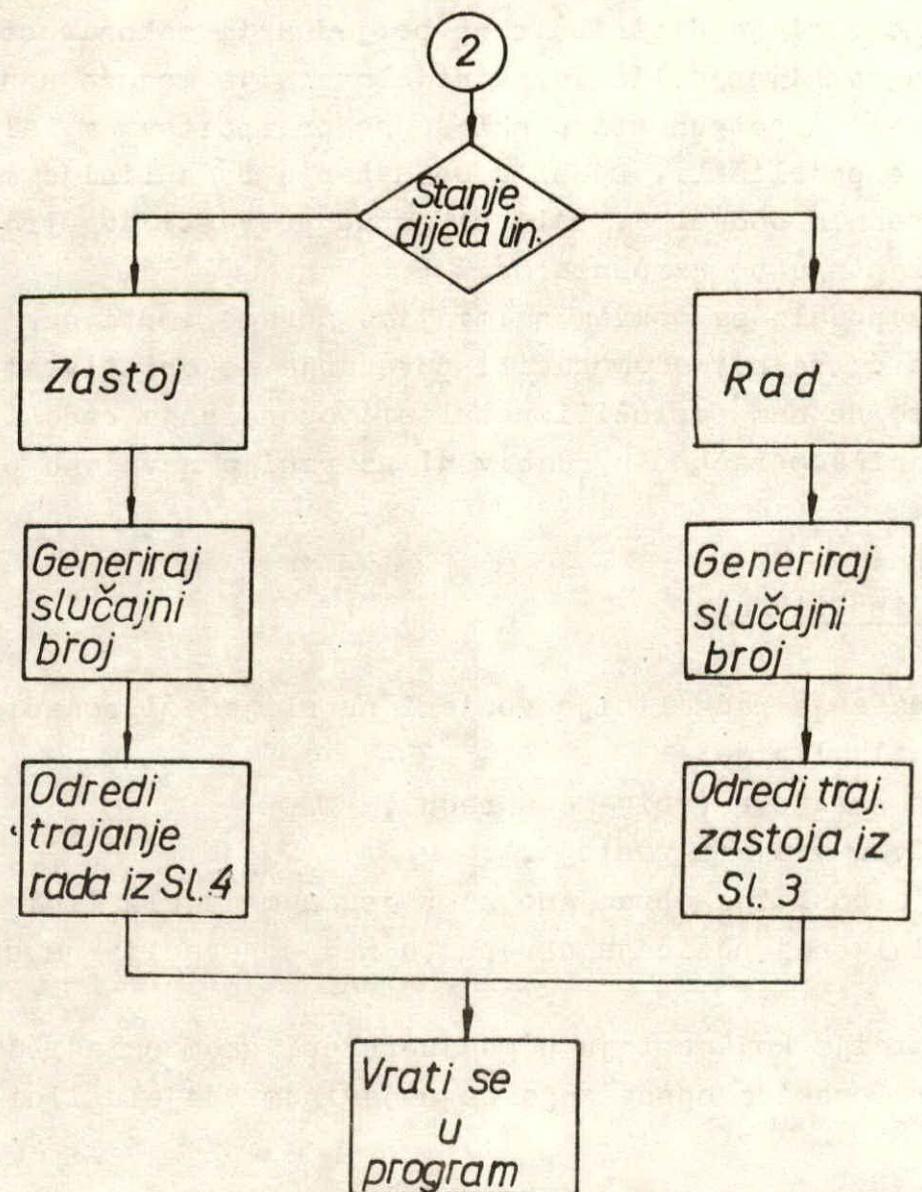
Pri oponašanju rada linije pretpostavljeno je da je razbijanje linije na dijelove moguće izvesti tako da je vjero-jatnost pojave kvara (zastoja) na svakom dijelu jednaka te da



Slika 5



Nastavak sl.5



Nastavak sl. 5

su i dužine zastoja distribuirane po jednakim zakonitostima. Sigurno da razbijanje linije na dijelove nije moguće u stvarnosti izvesti u potpunosti u skladu sa pretpostavkom, ali se možemo tome približiti. Da bi u oponašanje rada linije mogli ući sa stvornim podacima, bilo bi nužno provesti dugotrajna snimanja zastoja po uzročnicima.

Da bi se započelo sa takvim snimanjima moramo imati neke garancije da će se njima omogućiti povećanje iskoristivosti linije. Za to će nam poslužiti rezultati oponašanja rada linije na elektroničkom računalu, dobiveni uz ranije navedenu pretpostavku.

5. Rezultati ispitivanja

Tokom oponašanja rada linije vodjeni su slijedeći podaci o svakom dijelu linije:

- efektivno vrijeme (vrijeme u radu),
- kumulativno vrijeme zastoja,
- koliko je pozicija obradjeno na pojedinom dijelu linije,
- maksimalni broj pozicija u repu (u medjuoperacijskom skladištu),
- broj pozicija koje ostaju u medjuoperacijskom skladištu u trenutku prekida oponašanja na pojedinom dijelu linije.

Rezultati oponašanja za period od 4800 v.j. dati su u tablici 4. Rezultati oponašanja za period od 9600 v.j. dati su u tablici 5. U istim tablicama u zadnjoj koloni izračunata je iskoristivost pojedinog dijela linije. Podaci su dati za oponašani rad linije rastavljene na 5, 4, 3, 2 dijela, te linije kao cjeline. U svakom prikazu zanima nas efikasnost zapravo samo zadnjeg dijela linije jer je on u stvari mjerilo efikasnosti čitave linije (broj elemenata koji su obradjeni na zadnjem dijelu linije zapravo su potpuno obradjeni elementi na liniji). Svi ostali zahtijevaju još neke dodatne obrade na nadrednim dijelovima linije.

Kompletni rezultati prikazani su dijagramske na slici 6. U dijagramu su prikazani rezultati oponašanja za 4800 i 9600

Tablica 4 : Vrijeme oponašanja - 4800 v.j.

Dio linija	Vrijeme u kvaru	Vrijeme u radu	Obradje no pozicij	Max.br. pozic. u repu	Br.poz. koje ostaju	Iskoristivost %
I	698	4102	53326	0	0	85,45
II	728	4072	52936	3913	390	84,83
III	1012	3788	49244	4459	3692	78,92
IV	1272	3528	45864	3523	3380	73,50
V	1314	3486	45318	1001	546	72,62

IV dijela

I	1080	3720	48960	0	6	77,50
II	1265	3535	45955	3042	2405	73,65
III	1307	3493	45409	3315	546	72,77
IV	1338	3462	45006	2041	403	72,12

III dijela

I	1514	3259	42367	0	0	67,89
II	1579	3221	41873	1716	494	67,10
III	1588	3212	41756	1196	117	66,92

II dijela

I	1783	3017	39221	0	0	62,85
II	1901	2899	37687	2015	1534	60,40

I dio

I	2550	2250	29250	0	0	46,80
---	------	------	-------	---	---	-------

Tablica 5 : Vrijeme oponašanja - 9600 v.j.

Dio linij	Vrijeme u kvetu	Vrijeme u radu	Obradje no pozicij	Max.br. pozic. u repu	Br.poz. koje ostaju	Iskoristivost %
I	1668	7932	103116	0	0	82,65
II	2196	7404	96252	6890	6364	77,12
III	2196	7404	96252	3926	0	77,12
IV	2316	7284	94692	2587	1560	75,87
V	2472	7128	92664	3484	2028	74,25

IV dijela

I	1998	7602	98826	0	0	79,19
II	2317	7283	94679	4147	4147	75,86
III	2317	7283	94679	3029	0	75,86
IV	2465	7135	92755	4823	1924	74,32

III dijela

I	2545	7055	91715	0	0	73,49
II	2988	6612	85956	5759	5759	68,83
III	2988	6612	85956	4628	0	68,87

II dijela

I	3630	5970	77610	0	0	62,19
II	3926	5674	73762	4225	3848	59,10

I dio

I	5073	4527	58851	0	0	47,16
---	------	------	-------	---	---	-------

v.j. U istom prikazu data je i teoretska efikasnost linije u slučaju kada bi svi dijelovi linije bili potpuno nezavisni. Teoretske efikasnosti računate su po relaciji:

$$\mathcal{N} = k^{1/x}$$

gdje je:

k = konstanta i predstavlja iskoristivost linije kao cjeline,
 x = broj dijelova linije.

Iz prikaza je očito da se već nakon 4800 v.j. dobro približavamo stabilnom stanju. Tu konstataciju izvodimo na osnovi opo- našanja rada linije kao cjeline. Vidimo da nam efikasnost linije pri oponašanju odstupa od mjerjenjem utvrđene efikasnosti

$$\Delta\mathcal{N} = 2,4 \%$$

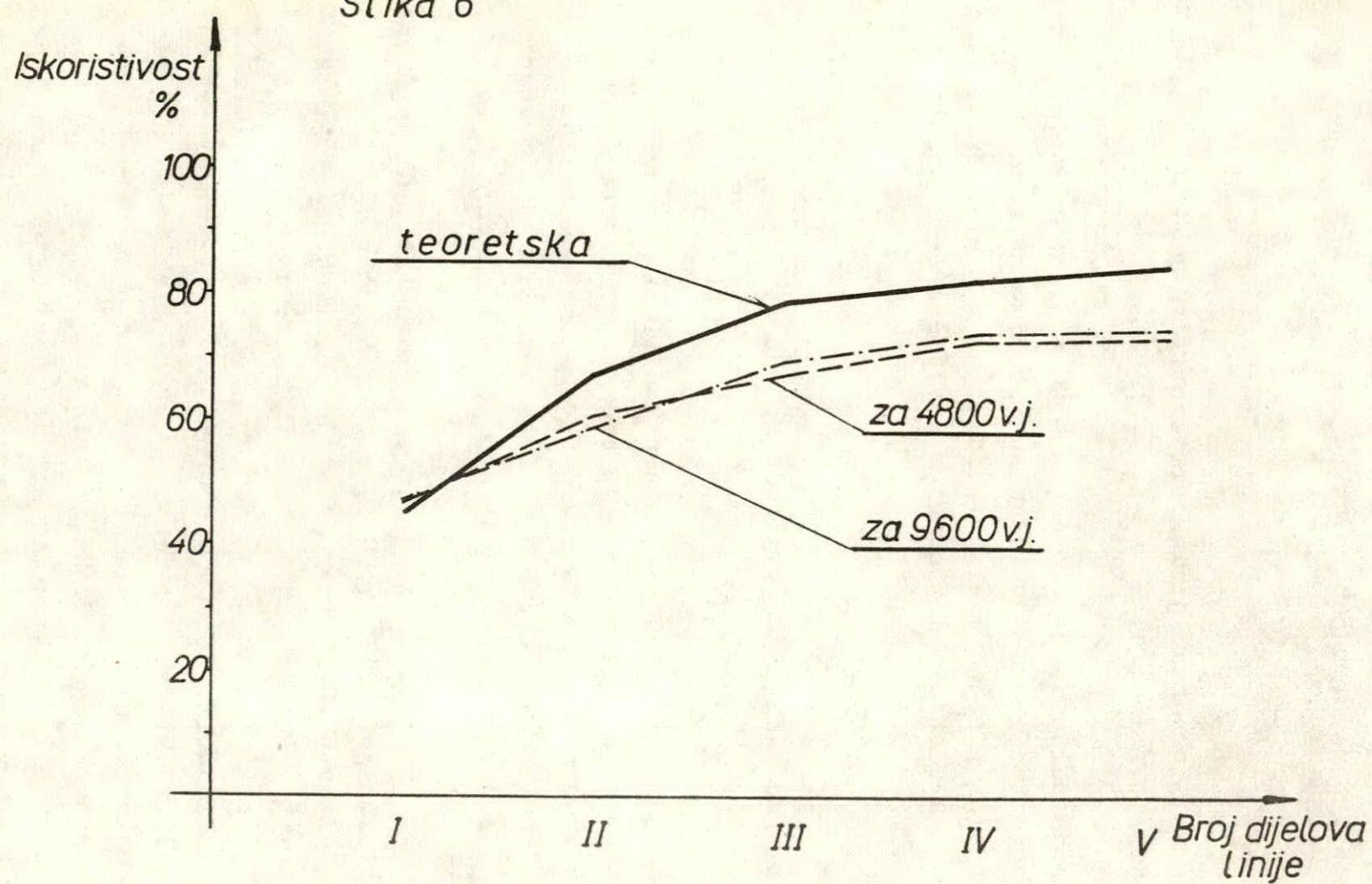
Pri dužini oponašanja 9600 v.j. odstupanje je

$$\Delta\mathcal{N} = 2,66 \%$$

Ovakve usporedbe na žalost ne možemo raditi pri podjeli lini- je na dva ili više dijelova, jer je stepen zavisnosti matema- tičkim putem gotovo nemoguće utvrditi. Na osnovu prikaza na slici 6, možemo zaključiti, da nam efikasnost linije tim više odstupa od teoretske efikasnosti, što je podijeljena na veći broj dijelova.

Ono što je pak najzanimljivije, treba primijetiti, da je porast efikasnosti linije bez ikakvih zahvata već kod podjele na dva dijela, za čitavih 14,7% i predstavlja rezultat nad kojim se treba zamisliti. Pri daljnjoj podjeli vidimo da efikasnost li- ģije sporije raste te da svoj maksimum postiže pri podjeli na 5 dijelova. Međutim, dosada nismo ni spominjali probleme koje bi podjela linije izazvala. Tu prije svega mislimo na organiza- cijeske probleme. Osim toga analizirali smo samo porast efikas- nosti, dok nas ekonomski funkcija kriterija optimalnosti zapre- vo nije zaokupljala. Efikasnost linije je samo jedan od elemenata ekonomski funkcije kriterija optimalnosti. No, problem je oko

Slika 6



organiziranja linije, kao ni ekonomske aspekte problema nećemo na ovom mjestu tretirati.

U zaključku napominjemo samo da je činjenica da se razdvajanjem linije na dva dijela povećava efikasnost linije za cijelih 14,7% barem toliko važna da o čitavoj mogućnosti malo detaljnije razmislimo te da je podvrgnemo kompleksnoj ekonomskoj analizi.

Literatura:

- Conover, W.J.: Practical nonparametric statistics, John Wiley & Sons INC, 1971.
- Golja, V; Jerković, P., Pecek, T.: Pouzdanost numerički upravljanih alatnih strojeva, Strojarstvo 1980/3.
- Golja, V.: Ispitivanje nekih parametara eksloatacije logikom simulacije, SYM-OP-IS, Herceg Novi 1976.
- Hald, A.: Statistical Theory with Engineering Applications, John Wiley & Sons INC, 1962.
- Kovač, J.: Proučevanje zastojev v avtomatiziranem procesu proizvodnje lesno-cementnih gradbenih ploč - doktorske disertacije, Ljubljana 1975.
- Sheinov, I.: Installation and Maintenance of Woodworking Machinery, Mir Publishers, Moskva 1967.
- Zdenković : Atlas alatnih strojeva, Skripta FSB, Zagreb 1976.

OPTIMIZACIJA OBRADE PLOČASTIH FURNIRANIH SKLOPOVA

Andrija Bogner, dipl.ing.,
 Ivica Grbac, dipl.ing.
 Šumarski fakultet, Zagreb

Sažetak

Ovim radom željela se istražiti varijabilnost debljine i oblika ploča iverica nakon različitih faza obrade u pogonima pločastog namještaja. Rad je napravljen na temelju rezultata prethodnih istraživanja navedene problematike, koja će se i dalje vršiti sa ciljem poboljšanja kvalitete pločastog namještaja, te smanjenja gubitaka, a samim tim i troškova proizvodnje.

1. UVOD

Varijabilnost debljine

Mnogobrojni problemi, koji se javljaju u tvornicama pločastog namještaja jesu i problemi vezani za proces brušenja.

Ploče iverice dolaze već kalibrirane* u tvornice pločastog namještaja. No mnogi proizvođači pločastog namještaja vrše egaliziranje* ploča nakon krojenja. Ova operacija je u stvari nužno zlo i mogla bi se izbjegći kada bi varijabilnost debljine ploča, koje dolaze u tvornicu pločastog namještaja, bila takva da može zadovoljiti zahtjevima tehnološkog procesa. Na taj način postigle bi se i mnoge uštede u proizvodnji, jer bi otpala skupa oprema za egaliziranje, kao i troškovi egaliziranja.

Mnogi proizvođači pločastog namještaja ipak egaliziraju ploče u svojim pogonima, jer ih ne zadovoljava varijabilnost debljine ploča dobivenih od proizvođača ploča. Naime, u

* kalibrirati = dovoditi na određenu mjeru

* egaliziranje = izjednačavanje debljine unutar i između

procesu proizvodnje mogu se pojaviti veći problemi, ako ploče iverice imaju prevliku varijabilnost debljine. Ti problemi mogu biti slijedeći:

a) U procesima furniranja može doći do destrukcije ploče na mjestima gdje je ploča deblja, a na mjestima na kojima je ploča tanja dolazi do nesljepljivanja furnira i ploče, što sve zajedno rezultira povećanim gubicima.

b) U procesima završnog brušenja gdje je varijabilnost debljine izraženija dolazi do prebrušavanja furnira i drugo.

U cilju izbjegavanja navedenih grešaka proizvođači pločastog namještaja vrše egaliziranje prikrojaka ploča iverica.

Iako su na tom području i do sada bila vršena istraživanja (1...8) problem još uvijek nije do kraja istražen, posebno zbog velikog značenja za praksu.

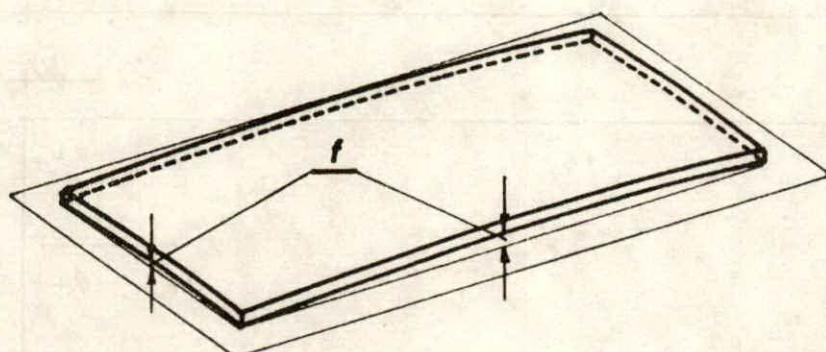
Ovim radom željela se istražiti promjena varijabilnosti debljina ploča iverica nakon različitih faza obrade (1. Prije egaliziranja ploča; 2. Nakon egaliziranja ploča; 3. Nakon furniranja ploča; 4. Nakon brušenja furnira) i na osnovi toga donijeti zaključke koliko egaliziranje doprinosi smanjenju varijabilnosti debljina ploča iverica i utječe na procese u navedenim fazama obrade. U tu svrhu, radi komparacije, izvršena su istraživanja u industrijskim uvjetima kod dva proizvođača pločastog namještaja, od kojih jedan egalizira ploče iverice, a drugi ne egalizira.

Varijabilnost oblika

Pored istraživanja varijabilnosti debljine ploča iverica istraživana je i varijabilnost oblika. Pod varijabilnošću oblika smatra se odstupanje neke stvarne plohe od idealne ravnine, kao što je to prikazano na slici 1. Iz prakse je poznato, da ploče iverice mijenjaju svoj oblik u toku proizvodnog procesa, a i kasnije na gotovim proizvodima. Ova promjena oblika kod ploča očituje se kao zakrivljenost, koritavost, izvitoperenost i dr. Ovakve deformacije oblika mogu nastati iz mnogo razloga, kao npr.:

- asimetrična struktura ploče po poprečnom presjeku,
- nepravilno uskladištenje,
- nepravilno brušenje (egaliziranje) ploče,
- nepravilno furniranje ili odlaganje iza furniranja,
- nepravilna površinska obrada i dr.

Ovako deformirane ploče poskupljuju proizvodnju, uzrokuju povećanje gubitaka i smanjuju vrijednost gotovim proizvodima.



Sl. 1. Odstupanje stvarne plohe od idealne ravnine

Ovo istraživanje ima za cilj, da ustanovi stupanj varijabilnosti oblika ploča iverica nakon različitih faza obrade, te da pokuša ukazati na uzroke uslijed kojih dolazi do deformacije oblika.

2. METODA RADA

Varijabilnost debljine

Nakon krojenja ploča iverica za određeni element (dio) namještaja, odabran je uzorak od 48 komada, na kojima je izvršeno mjerjenje debljine. Mjerjenja su vršena u dvije radne organizacije (u dalnjem tekstu proizvođač "A" i proizvođač "B"). Ploče iverice i kod jednog i kod drugog proizvođača namještaja potjecale su od istog proizvođača ploča iverica.

Karakteristike ploča iverica kod proizvođača "A":

- nominalne debljine 18 mm,

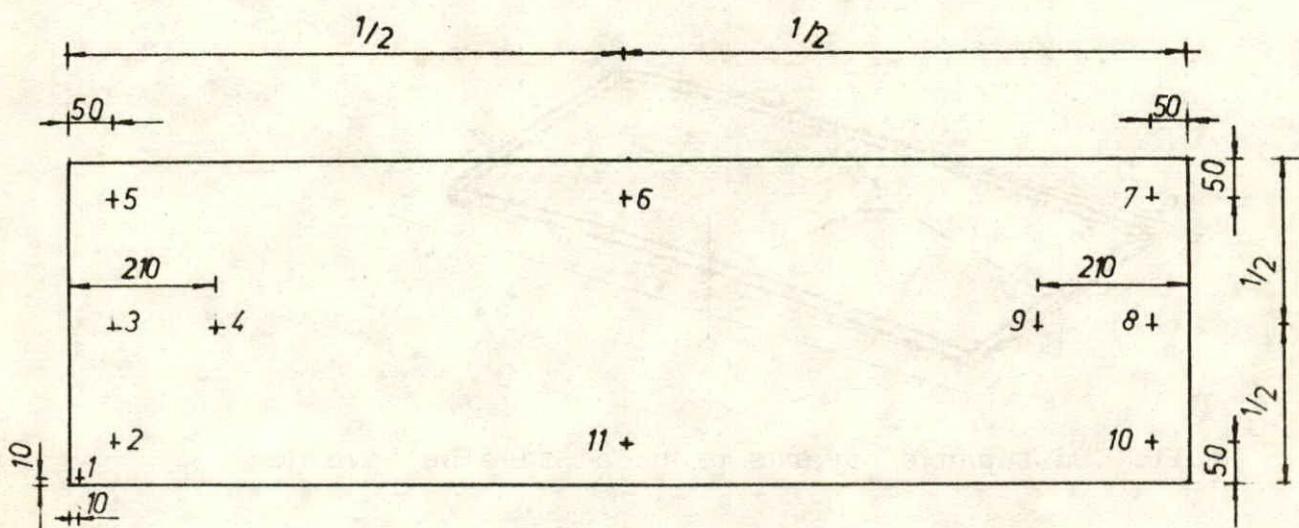
- dimenzije elemenata (dijela) 1556×442 /mm/.

Karakteristike ploča iverica kod proizvođača "B":

- nominalne debljine 16 mm,

- dimenzije elemenata (dijela) 1280×420 /mm/.

Mjerenja su vršena mikrometrom i komparatorom na vlijušci s točnošću očitanja 0,01 mm. Mjerna mjesta na ploči iverici prikazana su na slici 2. Mikrometrom je mjerena debljina na 1. mjernom mjestu.



Sl. 2. Raspored mjernih mjesta

Kod proizvođača "A" mjerjenja su vršena:

1. Prije egaliziranja ploča
2. Nakon egaliziranja ploča
3. Nakon furniranja ploča
4. Nakon brušenja furnira

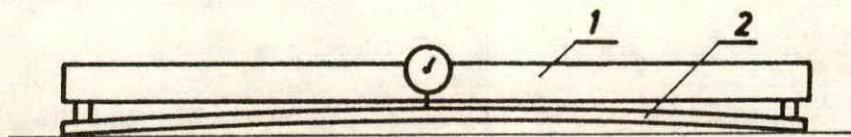
Kod proizvođača "B" mjerjenja su vršena:

1. Prije furniranja ploča
2. Nakon furniranja ploča
3. Nakon brušenja furnira

Iz gornjeg je vidljivo, da proizvođač "A" egalizira ploče i-
verice prije procesa furniranja, a proizvođač "B" ne vrši ega-
liziranje ploča iverica prije furniranja.

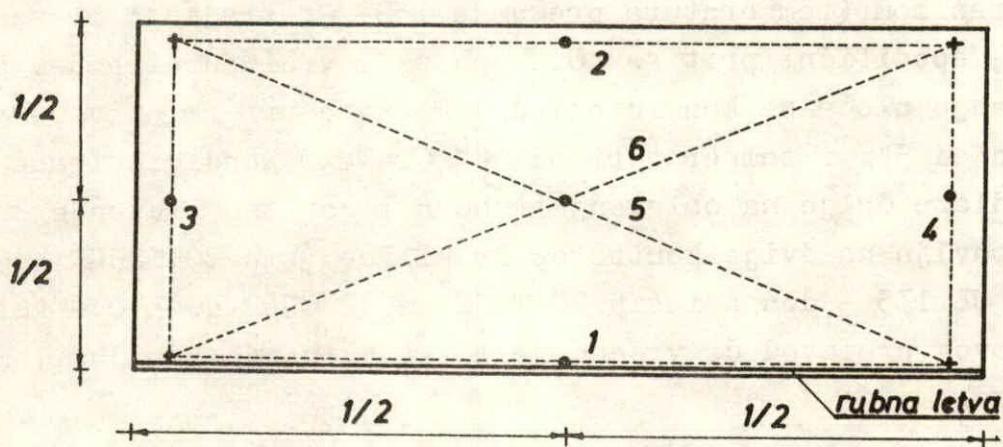
Varijabilnost oblika

Mjerenja su vršena u pogonskim uvjetima kod proizvođača "A". Nakon krojenja ploča za određeni element namještaja odabранo je 20 komada. Na odabranim uzorcima mjereni su progibi, koji su nastali uslijed deformacije ploče. Mjerenja su provedena pomoću komparatora postavljenog na mjernoj letvi, kao što to prikazuje slika 3. Točnost očitanja komparatora bila je 0,01 mm.



Sl. 3. Način mjerjenja progiba (1-mjerna letva s komparatorm, 2-ploča iverica)

Svaka ploča izmjerena je na 6 mesta (slika 4.), a dimenzije ploča su bile $1120 \times 455 \times 18$ mm. Ploče su na jednoj dužoj strani imale rubnu letvu.



Sl. 4. Raspored mjernih mesta

- + oslonac
- mjerno mjesto

Mjerenja su vršena u pogonu nakon slijedećih faza obrade:

- nakon krojenja i lijepljenja rubne letve,
- nakon egaliziranja,
- nakon furniranja,
- nakon obrade rubova i završnog brušenja.

3. OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA FURNIRANJA

Proizvođač "A"

Prije furniranja ploče iverice se egaliziraju na dve širokotračne brusilice (tip BÖTTCHER & GESSNER UBe 130 - donja i tip BÖTTCHER & GESSNER UDE 135 - gornja). Nakon egaliziranja na ploče je nanešeno ljepilo na stroju za nanošenje ljepila s valjcima. Poslije toga slažu se paketi i to tako, da s donje strane ploče dolazi "koto" furnir prosječne debljine 0,55 mm, a s gornje strane "fine line" - hrast furnir prosječne debljine 0,68 mm. Tako formirani paketi ulaze u protočnu hidrauličnu jednoetažnu prešu u kojoj se pod određenim režimom (temperatura prešanja 138°C , trajanje prešanja 50 s, specifični pritisak $6,2 \text{ daN/cm}^2$) vrši furniranje. Nakon prešanja ploče se kondicioniraju 24 sata pri relativnoj vlažnosti zraka od 54% i temperaturi od 24°C . Tako kondicionirane ploče odlaze dalje na oblaganje rubova i završno brušenje koje se obavlja na dvije kontaktne brusilice (tip BÖTTCHER & GESSNER UE 135 - donja i tip BÖTTCHER & GESSNER UG 110 - gornja). Kod ovog proizvođača vršeno je i istraživanje varijabilnosti oblika.

Proizvođač "B"

Ovaj proizvođač ne vrši egaliziranje ploča iverica prije furniranja, već ploče nakon krojenja odmah idu na liniju za furniranje. Dakle, nakon krojenja ploče odlaze na stroj za nanošenje ljepila, a nakon toga se slažu paketi i to tako, da s unutrašnje strane dolazi furnir "tanganjika" prosječne debljine 0,52 mm, a s vanjske strane furnir "fine line"

- hrast prosječne debljine 0,56 mm. Tako formirani paketi ulaze u jednoetažnu hidrauličnu protočnu prešu u kojoj se pod određenim režimom (temperatura prešanja 120°C , trajanje prešanja 60 s, specifični pritisak 6 daN/cm^2) vrši furniranje. Nakon prešanja ploče se kondicioniraju 48 sati pri relativnoj vlazi zraka od 52% i temperaturi od 25°C . Nakon kondicioniranja ploče odlaze na oblaganje rubova i na završno brušenje koje se izvodi na dvije kontaktne brusilice (tip CARS-TENS UKS 4-1100 - donja i tip CARSTENS FKA-Jr - gornja).

4. OBRADA PODATAKA I ANALIZA REZULTATA

Varijabilnost debljine

Prethodno opisanom metodom mjerjenja dobivene su kod proizvođača "A" četiri grupe podataka, odnosno ukupno 2112 podataka, a kod proizvođača "B" tri grupe podataka, odnosno ukupno 1584 podatka.

Za dobivene podatke izrađen je program za analizu varijance s jednim faktorom prema: SNEDECOR, COCHRANI STATISTICAL METHODS 1967, str. 260. Program obrade podataka nazvan je "KALIVE", a podaci su obrađeni u Sveučilišnom računskom centru.

Ovom analizom varijance ustavljena je varijabilnost u debljini ploče iverice između mjernih mjesto u raznim fazama obrade. Također je vršena i usporedba varijabilnosti debljina ploča iverica u raznim fazama obrade. Zbog lakšeg praćenja dobiveni rezultati svrstani su u tablice.

Analizom dobivenih rezultata došlo se do zaključka, da postoje signifikantne razlike u debljini ploča iverica prije procesa furniranja, kao i nakon procesa furniranja kod proizvođača "A" i kod proizvođača "B", što je vidljivo iz tablice 1, jer je F mnogo veći od F_0 . U tablici se također nalaze i vrijednosti za LDS (najmanja značajna razlika) i broj parova mjernih mesta, koja se signifikantno razlikuju po debljini.

Varijabilnost u debljini ploča iverica
između mjernih mjesto

Tab. 1

	F	s^2 [*]	LDS ^{**}	Broj parova mjernih mesta sa signifikantnom razlikom
Proizvođač "A"				
Prije egaliziranja	78,70	0,0361	0,0759	15
Nakon egaliziranja	190,36	0,0086	0,0372	43
Nakon furniranja	160,26	0,0170	0,0519	43
Nakon brušenja	199,96	0,0284	0,0678	36
Proizvođač "B"				
Prije furniranja	16,21	0,0343	0,0733	13
Nakon furniranja	16,75	0,0370	0,0759	26
Nakon brušenja	10,81	0,0373	0,0784	15

Prag signifikantnosti F_0 uz vjerojatnost pogreške prve vrste od 0,01 iznosio je 2,34.

Vidljivo je, da se kod proizvođača "A" prije egaliziranja značajno razlikuje po debljini 15 parova mjernih mesta, dok se nakon egaliziranja značajno razlikuju po debljini 43 para mjernih mesta (uspoređivano je svako sa svakim mernim mjestom). Iz ove konstatacije ne bi trebalo izvući pogrešan zaključak, da egaliziranje nije bilo u redu, jer je iz tablice 1 vidljivo, da je varijanca podataka nakon egaliziranja mnogo manja od varijance podataka prije egaliziranja, a i najmanja značajna razlika se smanjila za podatke mjerene nakon egaliziranja. Dakle razlike u debljini ploča iverica nakon egaliziranja još uvijek postoje, ali su one znatno manje i ima ih više. Znači, da su se egaliziranjem ipakuspjele otkloniti velike razlike u debljini ploča iverica, a one manje su ostale.

Sad bi mogli postaviti pitanje da li su ove male razlike u debljini ploča iverica preostale nakon egaliziranja dovoljno male, da nam osiguraju, da tehnološki proces koji sledi iza egaliziranja teče u redu. Da bi to ustanovili pogle-

* s^2 = procjena varijance

** LDS = najmanja značajna razlika

dajmo polja rasipanja data u tablici 2 za podatke dobivene nakon raznih faza obrade.

Srednje debljine i ukupna polja rasipanja
nakon različitih faza obrade

Tab. 2

	Srednja debljina ploča (mm)	Rasipanje (mm)	Ukupno polje rasipanja (mm)
<u>Proizvođač "A"</u>			
Prije egaliziranja	17,99	0,1900	1,1400
Nakon egaliziranja	17,35	0,0927	0,5562
Nakon furniranja	18,34	0,1304	0,7824
Nakon brušenja furnira	18,13	0,1685	1,0110
<u>Proizvođač "B"</u>			
Prije furniranja	16,02	0,1852	1,1112
Nakon furniranja	17,08	0,1923	1,1541
Nakon brušenja	16,95	0,1931	1,1588

Iz navedenih polja rasipanja vidimo, da je kod proizvođača "A", kao i kod proizvođača "B" ukupno polje rasipanja neegaliziranih ploča znatno veće od debljina furnira koje su ta dva proizvođača koristila (tablica 3).

Usporedba ukupnih polja rasipanja debljina
ploča iverica prije furniranja i srednjih
debljina furnira

Tab. 3

	Ukupno polje rasipanja (6s) neegaliziranih plo- ča, mm	Srednja debljina furnira, mm	
		Naličje	Lice
Proizvođač "A"	1,1400	0,55	0,68
Proizvođač "B"	1,1112	0,52	0,56

Podaci iz tablice 3 navode na zaključak, da će kod završnog brušenja vjerovatno doći do mjestimičnog probrušavanja furnira, jer je poznato, da se kontaktne brusilice ne mogu

prilagoditi tako velikim razlikama u debljini. Ovako velika polja rasipanja nisu u skladu, ni sa zahtjevima JUS-a, koji dozvoljava odstupanja u debljini ploča iverica $\pm 0,3$ mm od nominalne debljine. Uzevši u obzir navedene činjenice dolazimo do zaključka, da je za furnirani namještaj povoljnije egalizirati ploče iverice.

Nakon egaliziranja ploča iverica kod proizvođača "A" vidimo, da se polje rasipanja znatno smanjilo (sa 1,1400 mm na 0,5562 mm). Međutim, smatramo da bi brusilice za egaliziranje morale imati još veću točnost obrade, što se može potkrijepiti još i činjenicom, da je srednji oblik ploče nakon egaliziranja zadržao oblik kakav je imao i prije egaliziranja (slika 5a i 5b), što znači da se brusilica za egaliziranje na neki način prilagođava obliku ploče.

Nakon procesa furniranja varijabilnost debljine ploča ponovo se povećala i kod jednog i kod drugog proizvođača, što još više umanjuje mogućnost kvalitetnog završnog brušenja. Povećanje varijabilnosti debljina ploča nakon furniranja vjerovatno je uzrokovana djelovanjem nekih faktora u procesu furniranja, kao što su:

- nejednolična debljina furnira,
- nejednolična debljina nanosa ljepila,
- pritisak,
- temperatura,
- vlaga,
- istiskivanje ljepila s rubnih zona ploče
i dr.

Analiza varijabilnosti debljina ploča iverica provedena je pomoću F-testa, a rezultati su svrstani u tablici 4.

Usporedba varijabilnosti debljina ploča
iverica u raznim fazama obrade

Tab. 4

Faze obrade kod kojih se vrši usporedba	F	F_o	kb*	kn*	Napomena
Proizvođač "A"					
neegalizirano-egalizirano	4,197	1,11	527	527	$F > F_o$
egalizirano-furnirano	1,976	1,11	527	527	$F > F_o^o$
furnirano-završno brušeno	1,670	1,11	527	527	$F > F_o^o$
Proizvođač "B"					
neegalizirano-furnirano	1,08	1,11	527	527	$F < F_o$
furnirano-završno brušeno	0,99	1,11	527	527	$F < F_o^o$

Iz tablice 4 je vidljivo, da kod proizvođača "A" postoje signifikantne razlike između uspoređivanih varijanci ($F > F_o$), a kod proizvođača "B" te razlike nisu signifikantne ($F < F_o$).

Dakle za usporedbu neegalizirano-egalizirano kod proizvođača "A" može se tvrditi, da se varijabilnost debljina ploča iverica, nakon egaliziranja smanjila, jer je varijanca egaliziranih ploča manja (tablica 1).

Za usporedbu egalizirano-furnirano može se tvrditi, da se varijabilnost debljina ploča iverica nakon furniranja povećavala, jer je varijanca furnirskih ploča veća od varijance egaliziranih ploča. Uzrok tome su vjerovatno već spomenuti faktori, koji djeluju u procesu furniranja.

Za usporedbu furnirano-završno brušeno može se tvrditi, da se nakon završnog brušenja varijabilnost debljina ploča povećala, jer brušene ploče imaju veću varijancu od furniranih.

Kod proizvođača "B" ne postoje ni u jednoj usporedbi signifikantne razlike između procjene varijanci, pa se ne može tvrditi, da se varijance međusobno razlikuju, što znači da ploče iverice imaju tokom cijelog tehnološkog proce-

* kb = stupanj slobode brojnika
kn = stupanj slobode nazivnika

sa veliku varijabilnost debljine, koja ne odgovara zahtjevima tehnološkog procesa.

Usporedba varijabilnosti debljina ploča iverica nakon furniranja kod proizvođača "A" i "B"

Tab. 5

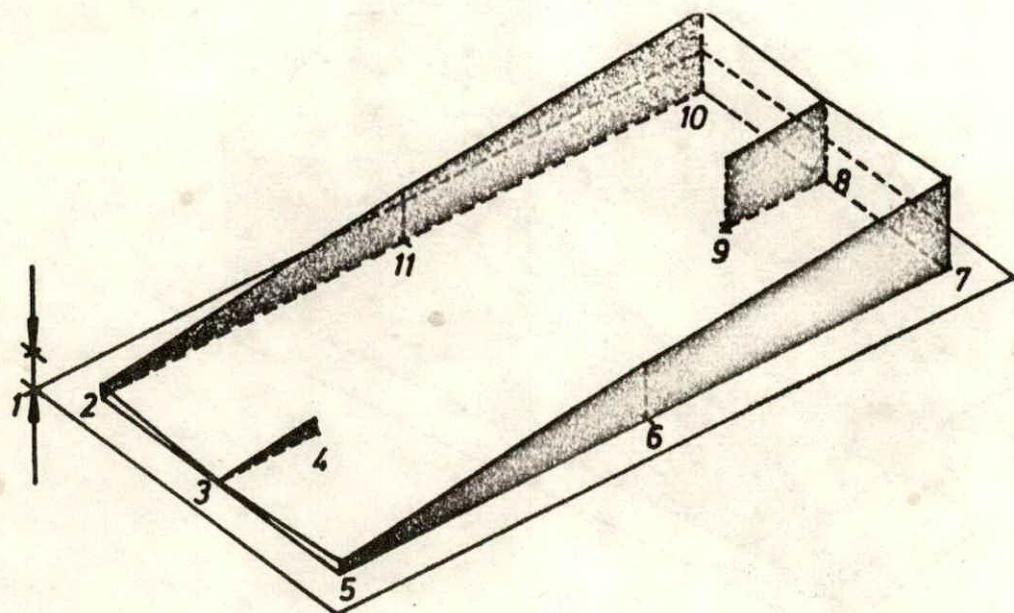
F	F_o	kb	kn	Napomena
2,176	1,11	527	527	$F \quad F_o$

Kao što je vidljivo iz tablice 5 postoji signifikantna razlika između varijabilnosti debljina ploča iverica nakon furniranja kod proizvođača "A" i "B". Dakle na temelju toga može se tvrditi, uz vjerojatnost pogreške prve vrste od 2%, da je kod proizvođača "A" varijabilnost debljine ploča nakon furniranja manja. Iz toga proizlazi, da egaliziranje pridonosi smanjenju varijabilnosti debljine ploča nakon furniranja, a samim time direktno utječe na smanjenje gubitaka u procesima proizvodnje furniranog namještaja.

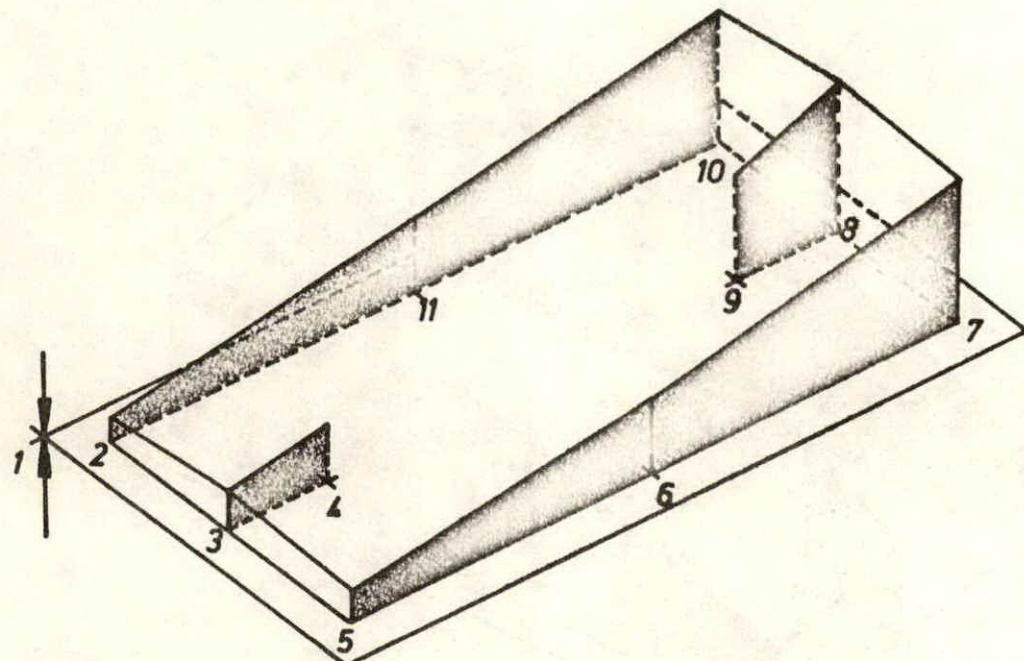
Da bi se mogli u potpunosti približiti ovoj problematici izrađeni su i grafički prikazi prosječnih oblika prikrojaka od ploča iverica za oba proizvođača i za svaku fazu obrade (slika 5 i 6).

Prosječan oblik ploče nakon određene faze obrade prikazan je na taj način, da su se od jedne ravnine na kojoj su prethodno označena mjerna mesta, nanosile prosječne debljine. Najmanja debljina nalazila se u samoj ravnini, odnosno imala je vrijednost $y = 0$.

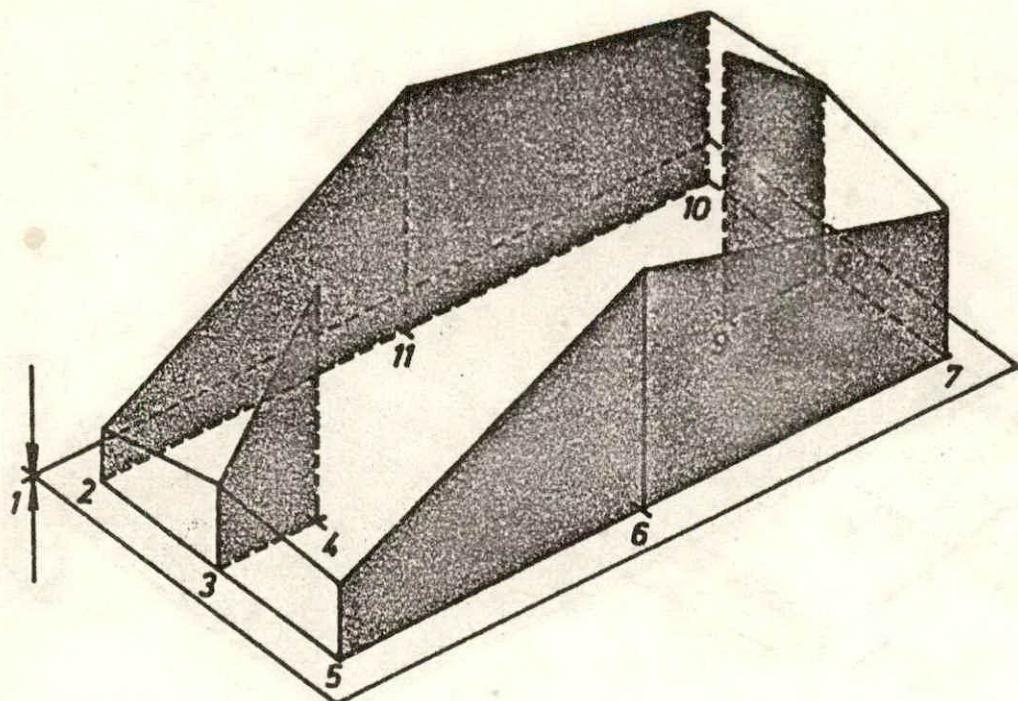
Uzorak tretiran kod proizvođača "A" bio je odabran sistematski. Ovo je učinjeno namjerno sa ciljem što većeg približavanja uvjetima proizvodnje. Tako je, kao što se vidi iz slike 5a, prosječan oblik elementa klinolik. Ovakav prosječan oblik elementa može se objasniti na slijedeći način. Budući da promatrani element zauzima uvijek isti položaj u shemi krojenja, a nakon krojenja slaže se na paletu uvijek istim redom, moguće je da su i same ploče iz kojih



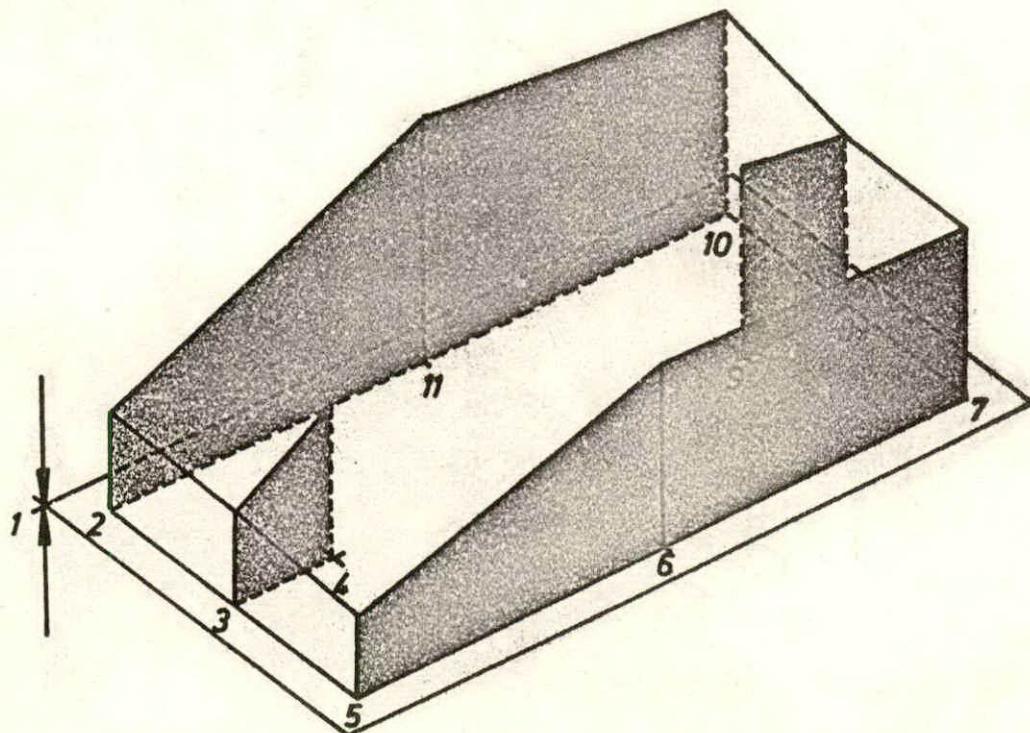
a) Prije egaliziranja



b) Nakon egaliziranja

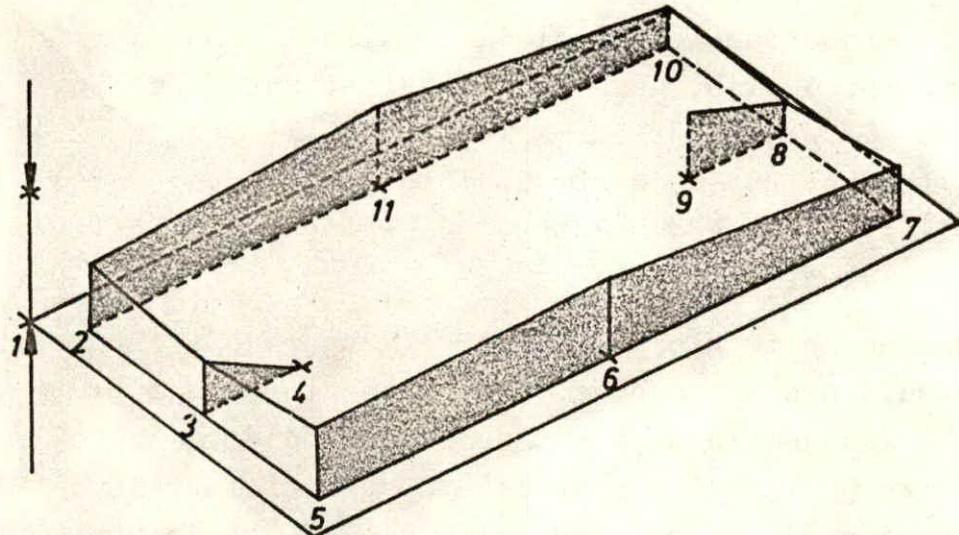


c) Nakon furniranja

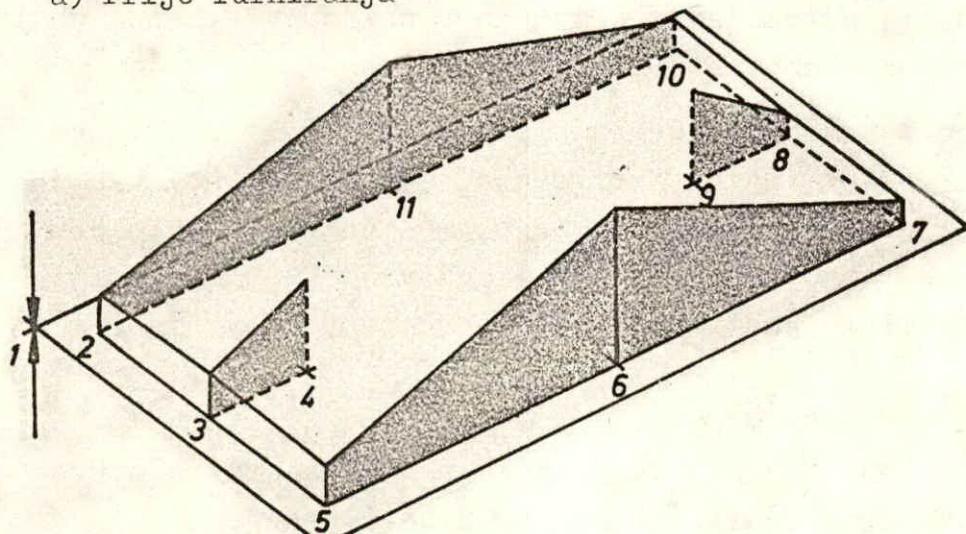


d) Nakon brušenja furnira

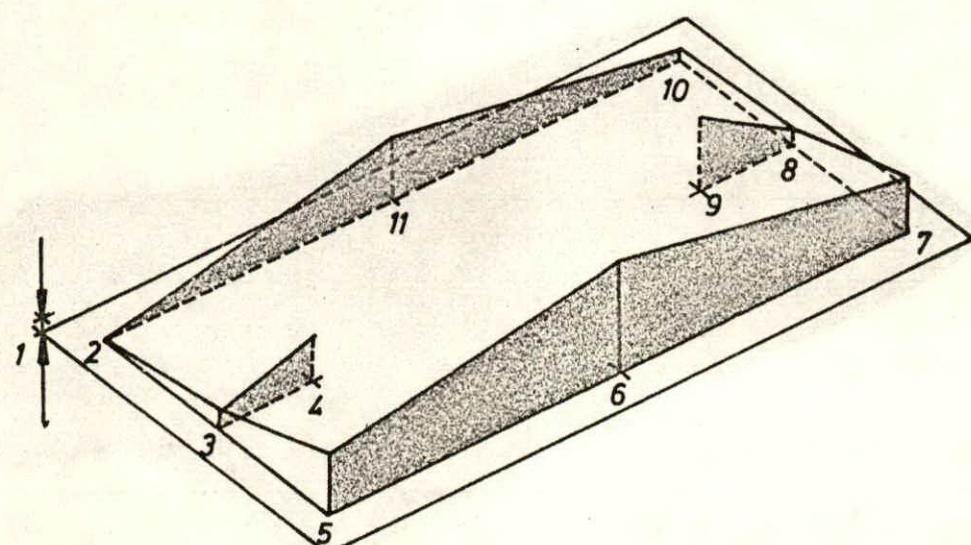
Sl. 5. Prosječan oblik elementa (dijela) kod proizvođača "A"



a) Prije furniranja



b) Nakon furniranja



c) Nakon brušenja furnira

S1. 6. Prosječan oblik elementa (dijela) kod proizvođača "B"

su se krojili promatrani elementi imale klinolik oblik ili su bile u sredini deblje, nego na krajevima. Nakon egaliziranja ploče su i dalje zadržale klinolik oblik, što je prikazano na slici 5b. Znači da strojevi za egaliziranje nisu u potpunosti izvršili svoj zadatak, već su se prilagodili prethodnom obliku ploča.

Prosječan oblik ploče mijenja se iza procesa furniranja i ploče su u sredini deblje, a na krajevima tanje. Ista promjena oblika dogodila se i kod jednog i kod drugog proizvođača (slike 5c i 6b). Ovo se može objasniti istiskivanjem ljepila od sredine prema rubovima ploče, što je uzrokovano pritiskom, a također i bržom desorpcijom vlage iz rubnih zona zbog visoke temperature prešanja.

Nakon završnog brušenja ploče su zadržale približno sličan oblik, kao i nakon furniranja, slika 5d i 6c. Ovo je razumljivo, jer se završno brušenje vrši na kontaktnim brusilicama koje imaju mogućnost prilagođavanja konfiguraciji površine sa ciljem postizanja željene čistoće površine.

Varijabilnost oblika

Mjerenjem su dobivene 4 grupe podataka, te su u svakoj grupi izračunate aritmetičke sredine i procjene standardnih devijacija za pojedina mjerna mjesta, a za usporedbu napravljen je t-test. Radi lakšeg praćenja podaci su svrstani u tablicu.

Aritmetičke sredine progiba u mm na elementima iza različitih faza obrade

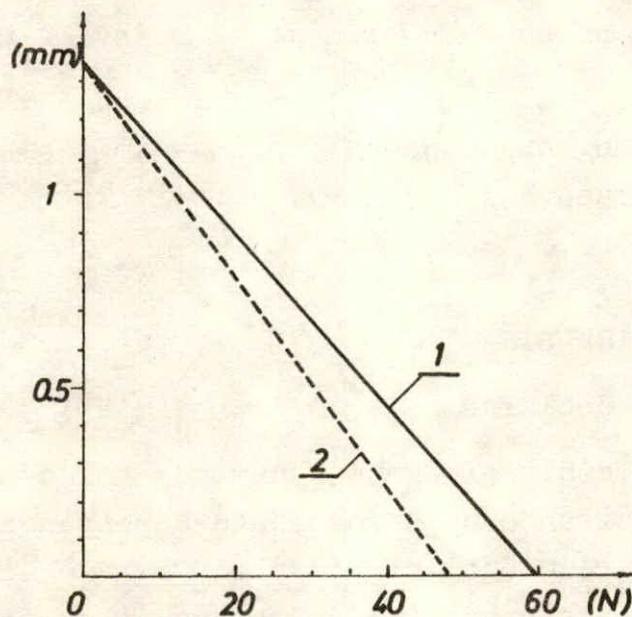
Tab. 6

Faza obrade	M j e r n o m j e s t o					
	1	2	3	4	5	6
Nakon krojenja	1,34	1,33	0,22	0,27	1,17	0,99
Nakon egaliziranja	1,02	0,88	0,16	0,20	0,94	0,79
Nakon furniranja	1,02	1,26	0,35	0,25	1,33	1,16
Nakon završnog brušenja	0,49	0,47	0,44	0,51	0,54	0,95

Ako usporedimo aritmetičke sredine progiba, nakon krojenja i nakon egaliziranja (tablica 6), vidimo da su progibi nakon egaliziranja manji kod svih 6 mjernih mjestta.

Međutim t-test pokazuje, da signifikantna razlika postoji jedino kod 1 i 2 mjernog mesta, pa prema tome jedino kod ovih mjernih mesta možemo tvrditi, da su se progibi nakon egaliziranja smanjili. To su ujedno bili i najveći progibi na pločama.

Dakle, možemo zaključiti da egaliziranje vrlo malo doprinosi otklanjanju deformacije oblika. Razlog tome je, što su potrebne vrlo male sile za izravnavanje elemenata. Kao što se vidi iz grafikona na slici 7 za potpuno izravnavanje progiba od 1,36 mm kod nefurniranih elemenata potrebna je sila od 48 N. Dakle, element pri ulasku u brusilicu biva pritisnut transportnim valjcima, koji ga izravnaju, a čim pritisak valjaka popusti element ponovno poprimi provobitni oblik. Odnos između sile i veličine progiba dobiven je opterećivanjem elemenata utezima različite mase uz istovremeno mjerjenje veličine progiba, kao što je prikazano na slici 8.



Sl. 7. Odnos između sile progiba kod ploče iverice veličine 1120 x 445 x 18 mm (1 - furnirana ploča, 2 - nefurnirana ploča)



Sl. 8. Shematski prikaz istraživanja odnosa između sile i veličine progiba

Kod usporedbe egalizirano-furnirano primjećujemo, da su se progibi ponovo povećali, osim kod prvog mjernog mjesta kod kojeg je progib ostao isti na što je vjerovatno utjecala rubna letva.

Kod usporedbe furnirano-završno brušeno možemo reći da su se progibi kod 1, 2 i 5 mjernog mjesta signifikantno smanjili, dok se progib na 4 mjernom mjestu povećao. Ove promjene mogu se tumačiti time što su plohe furnirane s dvije različite vrste furnira (hrast i mahagoni) koje imaju različite koeficijente utezanja. S obzirom, da je od furniranja do obrade rubova i završnog brušenja prošlo 7 dana došlo je do utezanja furnira, pa su se u elementima pojavila nova unutarnja naprezanja.

Kod završnog brušenja na ispitivanim elementima nije primijećeno probrušavanje furnira.

5. ZAKLJUČAK I DISKUSIJA

Varijabilnost debljine

Dobiveni rezultati ukazuju nam, da točnost obrade strojva za egaliziranje ne zadovoljava u potpunosti svim zahtjevima. U prvom redu egalizirane ploče morale bi imati daleko manje polje rasipanja (polje rasipanja za ploče nakon egaliziranja iznosilo je 0,5562 mm), jer prema nekim autorima varijabilnost debljina ploča morala bi se kretati u gra-

nicama $\pm 0,10$ do $\pm 0,15$ mm (4). Nakon egaliziranja ploče su i dalje zadržale klinolik oblik, što je vjerovatno posljedica nedovoljne krutosti sistema stroj - obradak. Ipak ne možemo u potpunosti zanemariti efekte egaliziranja ploča, jer je iz tablice 1 vidljivo, da se varijanca debljina ploča nakon egaliziranja smanjila za cca 76%.

U procesu furniranja varijabilnost debljine ploče iverice opet se povećava zbog djelovanja utjecajnih faktora u tom procesu. Dakle, sa egaliziranjem ploča prije furniranja možemo u potpunosti izbjegći opisane greške u procesu furniranja, a u mnogome oslobađamo se i grešaka u završnom brušenju.

Kad bi tvornice iverica posvećivale veću pažnju kalibriranju ploča, to bi se u mnogome odrazilo na varijabilnost debljine egaliziranih ploča u tvornicama namještaja.

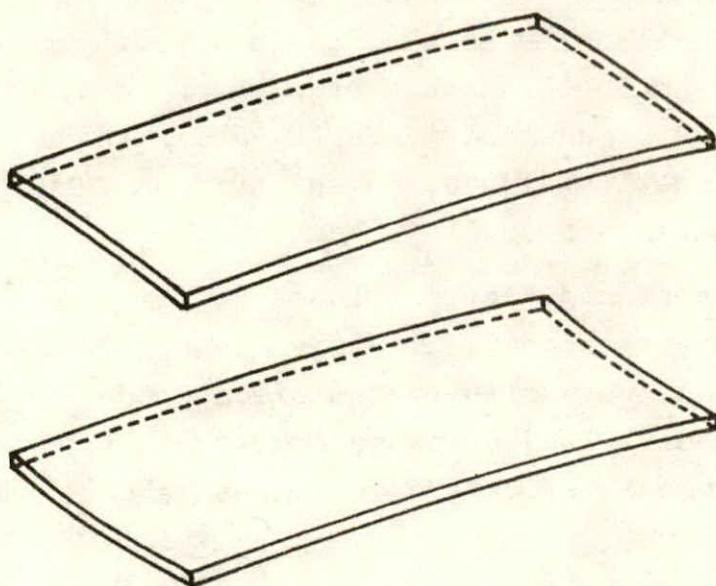
Iz ovog rada je vidljivo, da tvornice furniranog namještaja sa svojom opremom nisu u stanju svesti tako velike varijabilnosti u debljinama ploča u dozvoljene granice. Tvornice iverica bi zbog toga trebale posvetiti više pažnje kalibriranju, jer za to posjeduju i odgovarajuće strojeve. Usprkos tome ne možemo očekivati, da se tako kalibrirane ploče odmah uključe u proces proizvodnje furniranog namještaja, bez prethodnog egaliziranja.

Smatra se da je egaliziranje potrebno, da bi se izjednačile razlike u debljini, koje mogu nastati u toku transporta od tvornice iverica ili stajanjem u skladištu.

Varijabilnost oblika

Istraživanje varijabilnosti oblika dokazuje da su ispitivane ploče iverice bile deformirane po obliku. Elementi na kojima je vršeno mjerjenje imali su oblike, kao što je prikazano na slici 9. Nadalje je potvrđeno, da se egaliziranjem može vrlo malo utjecati na otklanjanje ove greške.

Proces furniranja ima velik utjecaj na varijabilnost oblika elemenata, pa bi kod furniranja trebalo voditi računa



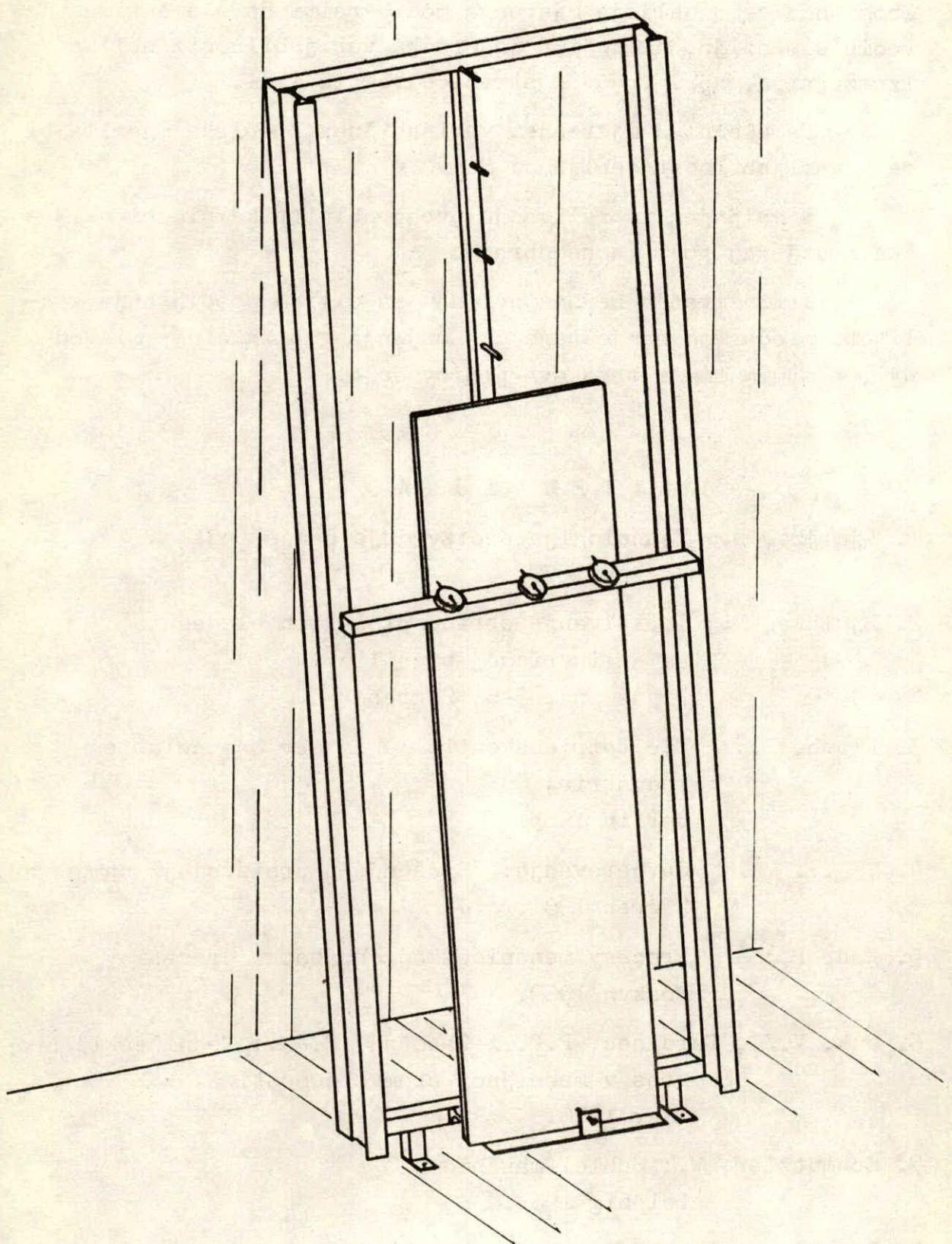
Sl. 9. Karakteristični oblici kod mjernih elemenata

o koeficijentima utezanja vanjskog i unutarnjeg furnira, kao i o debljinama furnira i količini nanešenog ljepila s jedne i druge strane elementa. Također bi trebalo voditi računa o pravilnom kondicioniranju nakon furniranja, te o ravnini podloga na kojima se elementi kondicioniraju.

Prilikom završnog brušenja nije primijećeno probrušavanje furnira, ali su neka mesta bila slabo obrušena.

Ovim radom napravljena su predistraživanja varijabilnosti debljine i oblika kod ploča iverica. Rad je imao za cilj prikupljanje podataka koji mogu korisno poslužiti u svrhu poboljšanja kvalitete pločastog namještaja, a isti podaci bit će korišćeni u dalnjem istraživanju ove problematike.

U toku je izrada mjernog postolja (slika 10) na kojem će biti nastavljeno ovo istraživanje. Ovo postolje omogućiće nam, da varijabilnost oblika kod ploča mjerimo, dok su elementi postavljeni u vertikalnom položaju, što direktno utječe na veću točnost mjerjenja, jer se na taj način eliminira elastična deformacija koja nastaje uslijed mase elementa.



Sl. 10. Mjerno postolje

Zbog toga ćemo daljnja mjerjenja moći vršiti na elementima većih dimenzija, na kojima je greška varijabilnosti oblika izražajnija, npr. vrata i stranice regala i sl.

Paralelno s mjerenjem varijabilnosti oblika mjerila biće i varijabilnost debljina.

U dalnjem istraživanju ove problematike bio bi uključen i utjecaj površinske obrade.

Istraživanja se nastavljaju sa ciljem poboljšanja kvalitete pločastog namještaja i smanjenja gubitaka u proizvodnji, a samim tim i troškova proizvodnje.

L I T E R A T U R A

1. Ljuljka, B.: Tehnologija proizvodnje namještaja.
Zagreb 1977.
2. Ljuljka, B.: Ispitivanje obrade pločastih elemenata na cilindričnoj brusilici.
Drvna ind. 5-6, Zagreb
3. Plath, E.: Die Betriebskontrolle in der Spannplatten-industrie.
Berlin 1963.
4. ... Savjetovanje: "Brušenje u proizvodnji namještaja"
Zagreb 1981.
5. Koh, P.: Procesy mehaničeskoj obrabotki drevesiny.
Moskva 1969.
6. Guk, V.K., Durdinec, P.P. i Zahožaj, B.Ja.: Tehničeskij progres v mebeljnoj promyšljenosti.
Kiev 1976.
7. Schmutzler, W.: Schleifmaschinen.
Leipzig 1963.
8. Beršadskij, A.L.: Rezaniye drevesini.
Moskva 1956.

OPTIMIZACIJA U FINALNOJ TEHNOLOGIJI
PRIMJENOM KOMPJUTORSKI UPRAVLJANIH STROJEVA

Herljević Rudolf, dipl.ing.

ŠAVRIĆ - ZAGREB

1. Uvod

Oprema u finalnoj preradi drva razvijala se paralelno sa razvojem strojogradnje i spoznaja na drugim područjima tehnike i tehnologije. Od klasičnih strojeva u finalnoj preradi posljednjih decenija dolazimo do poluautomatskih i automatskih strojeva i čitavih linija uz primjenu elektro-pneumatskih i hidrauličkih komandi i uz njihovu kombinaciju. Razvojem kompjutera i numeričkog upravljanja te njihovom upotrebom na drugim područjima, a posebno u strojogradnji - obradi metala razvili su se NC i CNC (Computerized Numerical Contral) strojevi i za finalnu preradu čija se upravljačka funkcija ostvaruje preko kompjutera sastavljenog od mikro-čipova. Poznato je, da su mnogi proizvođači opreme za finalnu obradu drva, a što se moglo konstatirati i na ovogodišnjem sajmu "LIGNA" ponudili strojeve, pa i cijele linije sa opremom za NC odnosno CNC upravljanje. Najveća primjena CNC uočljiva je na glodalicama (gornja glodalica raznih kombinacija) zatim na raznim tipovima viševretenih bušilica, strojeva za krojenje ploča, te montažnih linija furniranog namještaja. Razlozi zašto su se u najvećoj mjeri razvili strojevi za glodanje leže u činjenici da je obrada masivnog drva vrlo složena. Da bi se smanjilo vrijeme izrade i postigla fleksibilnost u proizvodnji, posebno kod malih i srednjih serija koje se ponavljaju, primjena CN i CNC je vrlo značajna.

Da bi utvrdili zašto je to tako, pokušat ćemo navesti neke prednosti i nedostatke ovih strojeva.

Osnovne prednosti bile bi slijedeće:

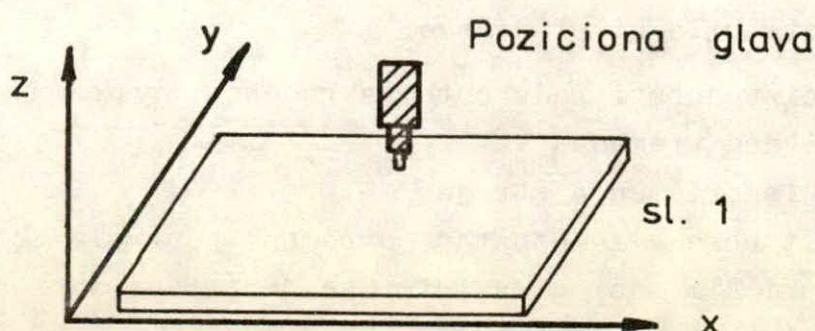
- povećanje proizvodnosti rada putem skraćenja pripremno-završnog i operativnog vremena,
- veći stupanj iskorištenja stroja,
- velika točnost obrade i neznatna povremena kontrola obradka,
- ušteda u mehaničkim nosiocima informacija (razne šablone i sl.),
- čišća obrada (manje brušenja).

Kao negativne osobine mogle bi se spomenuti:

- obvezno planiranje rada do u detalje,
- veliki investicijski troškovi, a s tim u vezi i veći troškovi amortizacije,
- viši zahtjevi na osoblje koje se stara o održavanju ovih strojeva i pripremi alata.

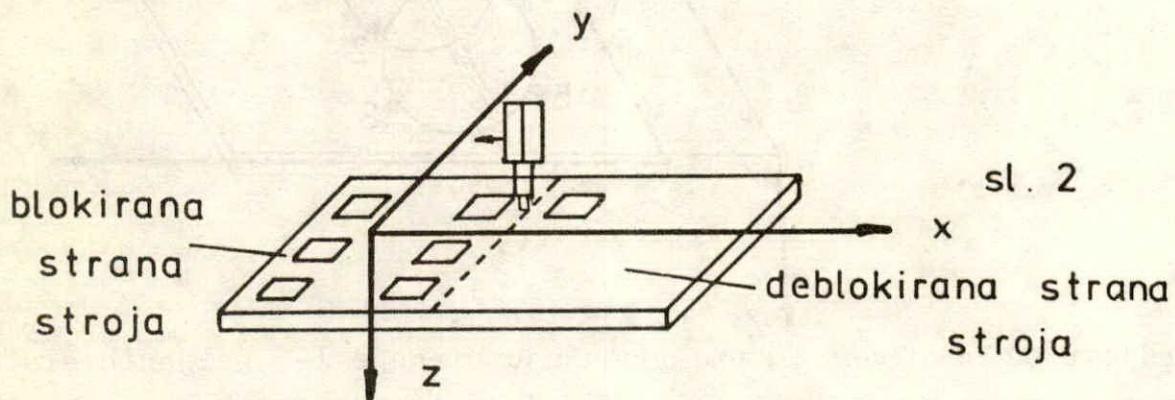
Iz gore utvrđenih činjenica vidimo, da se ovi strojevi odlikuju proizvodnošću, točnošću i fleksibilnošću univerzalnih strojeva. Ove nam karakteristike omogućuju, da pomoću njih automatiziramo srednje seriju i maloserijsku proizvodnju, koja se u određenim intervalima ponavlja. Jednom izrađeni program može se ponoviti bezbroj puta, a da pri tom obradci iz svih serija, uz uvjet da je alat ispravan, budu potpuno identični. To je potrebno naglasiti obzirom na činjenicu da se elementi namještaja prodaju i pojedinačno i da je potrebno osigurati njihovu komponibilnost. Nadalje, moguće je do određene faze izraditi elemente, a zatim na zahtjev tržišta u kratkom vremenu, zahvaljujući velikom kapacitetu izraditi traženi proizvod.

Ovi strojevi omogućuju povezivanje sa centralnim računalom preko kojeg se može upravljati s više strojeva, pa čak i cijelom tehničkom linijom. Ovakav sistem povezivanja NC strojeva nazivamo DNC (Direct Numerical Central). Primjena DNC u finalnoj proizvodnji moguća je kod pločastog namještaja, dok će vjerujemo, u proizvodnji masivnog namještaja zbog heterogenosti materijala koji se obrađuje, takva promjena teško doći u obzir. U dalnjem razmatranju obratit ćemo pažnju na strojeve za obradu drva gledanjem, jer je njihova primjena što je već rečeno najmasovnija. Ovi strojevi proizvode se u tri osnovne konstrukcije



1. Poziciona glava i pokretni stol. Primjer ovog tipa CNC stroja prikazan je na sl. 1.

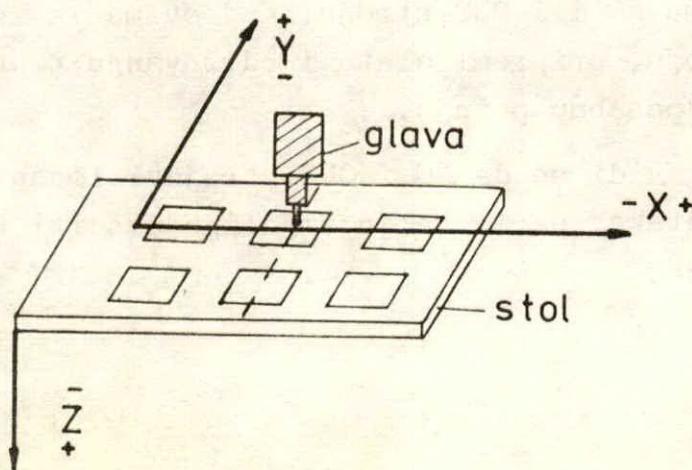
Ova vrsta stroja obično se koristi za izradu manjih obradaka i kod ovakvih konstrukcija ne može se izvršiti ulaganje obradaka dok stroj radi. Znači da pripremno završno vrijeme nešto duže traje.



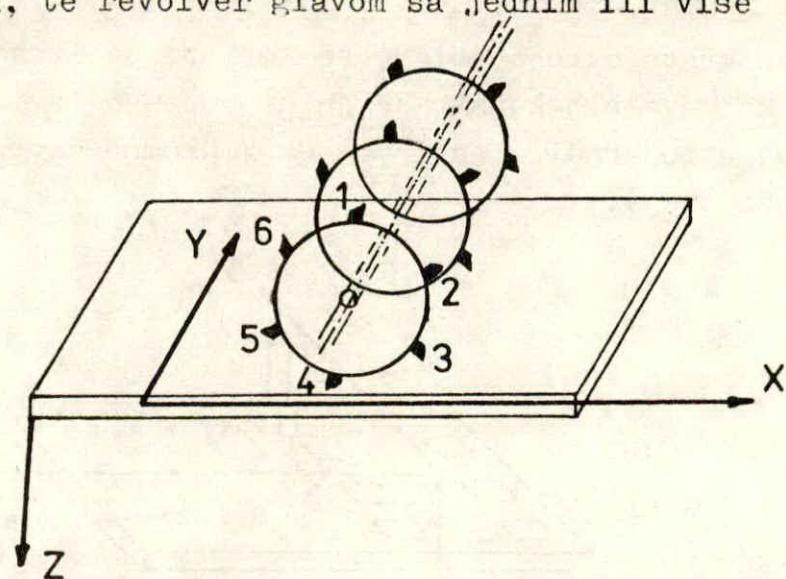
2. Pozicioni stol, pokretna glava s alatom sl. 2.

Ova vrsta stroja ima mnogo veće mogućnosti obrade, a moguće je obraditi i veće obradke. Kod manjih obradaka može se izvršiti skidanje i ulaganje obradaka (na deblokiranoj strani stola) dok stroj radi. Glava s alatom pokretna je u tri osi (X Y Z).

3. Pokretna glava i pokretni stol. Kod ove vrste stroja (koja ima i najveću primjenu) glava s alatima je pokretna u smjeru osi X Y a stol u smjeru osi Z sl. 3.



Gore navedeni osnovni tipovi strojeva mogu biti opremljeni sa jednom ili više glava, te revolver glavom sa jednim ili više redova alata sl. 4.



Strojevi sa revolver glavom omogućuju biranje 1-6 željenih alata u svakom redu, tako da je moguća izrada i najkomplikiranijih elemenata pri jednom ulaganju.

Daleko bi nas odvelo kad bismo željeli dati prikaz svih kombinacija i mogućnosti koje nude najpoznatiji proizvođači HEIAN, RYE, Reichenbacher, CMS, ECCO.

Izbor modela ovisi o više faktora, tako da kod odluke o kupnji utječe niz čimbenika a posebno tehnologičnost.

Primjena NC i CNC strojeva u proizvodnji namještaja zahtjeva adaptaciju proizvodnje i tehnologije ovim strojevima uz istovremeno poznavanje samih strojeva. Prema tome uloga tehnologa raste. Tehnolog, kod izrade programa mora definirati redoslijed operacija, režim obrade, izbor alata i dr. Osim toga pri konstruiranju proizvoda treba voditi računa o tome da radionički nacrti budu prilagođeni zahtjevima NC ili CNC stroja. Kadrovima za izradu programa, rad na stroju, pripremi alata i održavanju treba blagovremeno posvetiti posebnu pažnju.

Iz svega navedenog vidi se da NC i CNC strojevi imaju više prednosti nego nedostataka, pa ih valja smjelije uvoditi u naše pogone finalne prerade.

Odnos konvencionalne obrade i obrade na CNC stroju vidljiv je iz primjera

Obradak	Trajanje obrade	
	Konvencionalan način obrade	Obrada na CNC stroju
Dio muzičkog ormarića	9 - 12 min.	1 glodalo - 33 s 2 glodala - 16,5 s
Tijelo gitare	33 - 48 min.	1 glodalo 2 min.17 s
Drška pile	2 min.i 20 s	1 glodalo - 38 s 3 glodala - 12,6 s
Vrata kuhinjskog elementa	20 min.	2 min.

2. Problematika vezana uz nabavu CNC u R.O. "Šavrić"

Povećanjem proizvodnje masivnog namještaja u OOUR Tvornica masivnog namještaja Vrbovec, kao i prelazak Tvornice namještaja Bregana na proizvodnju kuhinja, za koju bi Vrbovec trebao raditi fronte iz masivnog drva, ukazala se potreba za povećanjem kapaciteta strojeva za glodanje (izrada uklada i okvira). Utvrđili smo da nam za planiranu mjesecnu proizvodnju treba 4 nadstolne glodalice i 1 stolna glodalica. Radi skučenosti prostora, problema oko nabave tolikog broja strojeva, te pomanjkanja radne snage odlučili smo da se nabavi stroj sa CNC upravljanjem. U prvo vrijeme, kod prikupljanja ponuda planirali smo nabavu stroja sa četiri radne glave pomicne u osi X, Y, a stol pomican u osi Z. Međutim utvrđili smo, da nam stroj takvih karakteristika nebi omogućio obradu elemenata, koji imaju 3 ili 4 različita profila.

Odlučili smo se za nabavu stroja sa revolver glavom, proizvod CMS Italija, a to iz razloga jer je proizvođač prema našem zahtjevu izradio stroj sa povećanim radnim stolom i pomakom osi X Y. Revolver glave opremljen je sa 2 niza po 4 alata. Navedeni stroj omogućuje istovremeno ulaganje 4 manja elementa 450 x 430, 2 elementa 1600 x 450, ili 1 element 1600 x 900, a da sva četiri alata mogu doći u svaku točku obrade.

Karakteristike stroja

TRIAK MR42 CMS - Italija

Pomak revolvera po osi X	2000 mm
Pomak revolvera po osi Y	680 mm
Pomak stola po osi Z	220 mm
Veličina radnog stola	2500 x 600 mm
Veličina vacuum stola	2100 x 990 mm
Komprimirani zrak	6 bar
Revolver glava sa 4 radna vretena u dva niza sa razmakom od 380 mm	
3 motora 5,5/8 KS	12000/18000 °/min.
1 motor 5,5/8 KS	6000/9000 °/min.

NC Simmerik 6 M/B Siemens

Peletype - printer

Da bismo u osnovnim crtama mogli dobiti predodžbu o radu stroja potrebno je poznavati programski ključ.

Programski ključ

% = unašenje i kraj programa

: = početak programa i podprograma

N = broj bloka

IN = skidanje bloka

G90 = unašanje apsolutnih definitivnih podataka

G91 = unašanje podataka sa mogućnošću promjene

G00 = brzi pomak

G01 = linearni interpolarni pomak

G02 = interpolarni kružni pomak u smjeru kazaljke na satu

G03 = interpolarni kružni pomak u smjeru obratnom od kazaljke na satu

G41 = popravak radiusa alata na lijevoj strani predmeta obrade

G42 = popravak radiusa alata na desnoj strani predmeta obrade
 G40 = brisanje korekcije (popravka)
 G04 = programirano vrijeme zadrške (parkiranje sa funkcijom X)
 G61 = Precizna blokada na koncu bloka
 G64 = kontinuirani pomak iz jednog bloka u drugi
 G09 = precizno postavljanje na kraju bloka
 T = izbor alata - glava stroja
 D = broj popravka korekcije
 F = * brzina pomaka u mm na minutu.

P = djelovanje prelaza sa glavnog (osnovnog) programa na
 podprogram

M98 = djelovanje povratka glavnog programa po izvršenju pod-
 programa

X = udaljenost od početne točke do kraja osi X

Y = " " " " " osi Y

Z = " " " " " osi Z

R = radius

M99 = konac programa

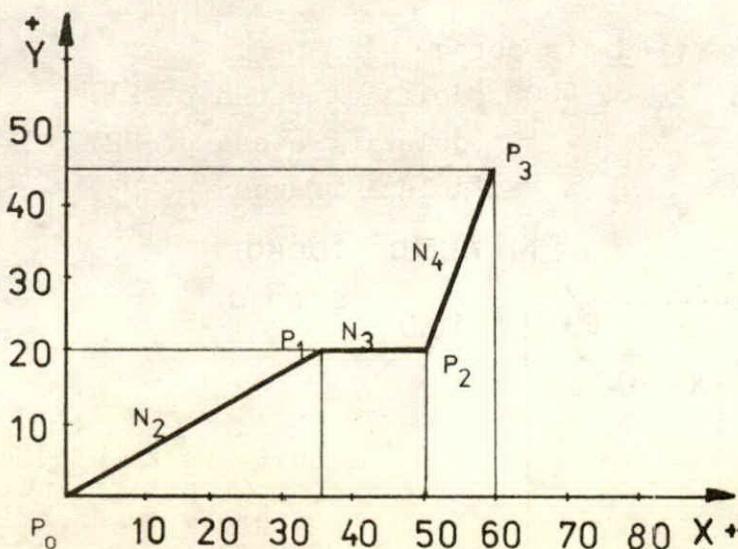
M30 = konac programa, uključivanje starta i CN počinje od po-
 četka

M00 = definitivna blokada. Potrebno je uključiti start za nas-
 tavak ciklusa.

M... = funkcija blokade obratka, zavisno o tipu stroja.

Da bismo pobliže objasnili pojedine funkcije programskog
 ključa pokušat ćemo ih objasniti na nekoliko primjera.

U apsolutnom programiranju sve programske (točke) pozicije se
 nanašaju od nulte točke predmeta obrade.



G

P₀ = točka dobivena s G54 (G55-G56, G57-G58, G59)

N₁ = G00 G90 G54 X₀ Y₀ Z₀ (položaj P₀)

N₂ = G01 X35. Y20. F 4000 (dolazi pozicija P₁)

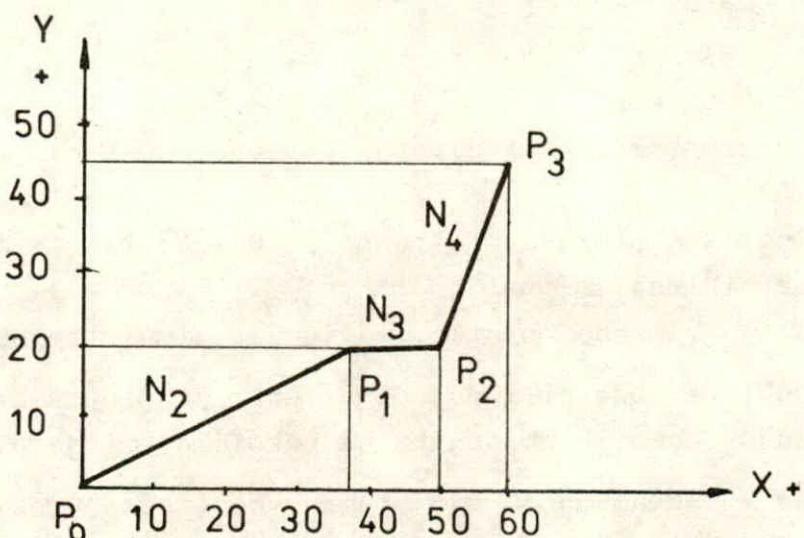
N₃ = X50. Y20 (dolazi pozicija P₂)

N₄ = X60. Y45 (dolazi pozicija P₃)

Efektivnu veličinu unosimo preko komandne ploče CN s uključenjem tipkala OFFSET te namještanja podataka za vrednosti X, Y, Z na utvrđene iznose (X-1000, Y-100, Z-50 u našem primjeru)

Programiranje s povećavanjem vrijednosti "G91"

Sa programiranjem povećanja svake vrijednosti postignute programom, izlazi postavljanje pozicije (povećanje) do koje se mora pomaknuti tražena os u odnosu na predhodnu poziciju. Programske znak vrijednosti određuje pozitivan ili negativan smjer u koji se mora tražena os pomaknuti.

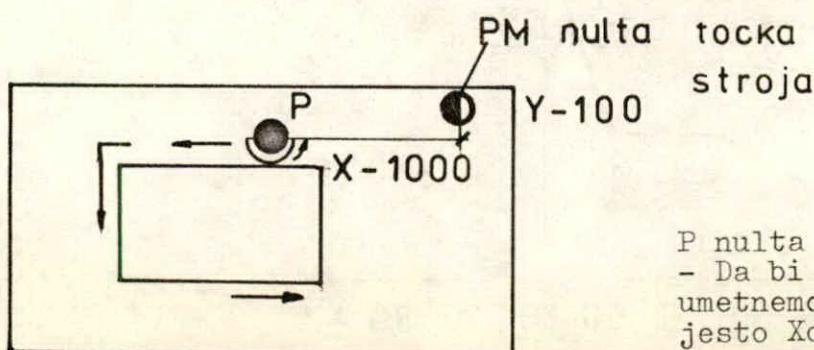


P₀ = Nulta točka predmeta obrade

N₂ G01 G91 X35. Y20 F 4000 (dolazi tražena p. P₁)

N₃ X15. (dolazi tražena p. P₂)

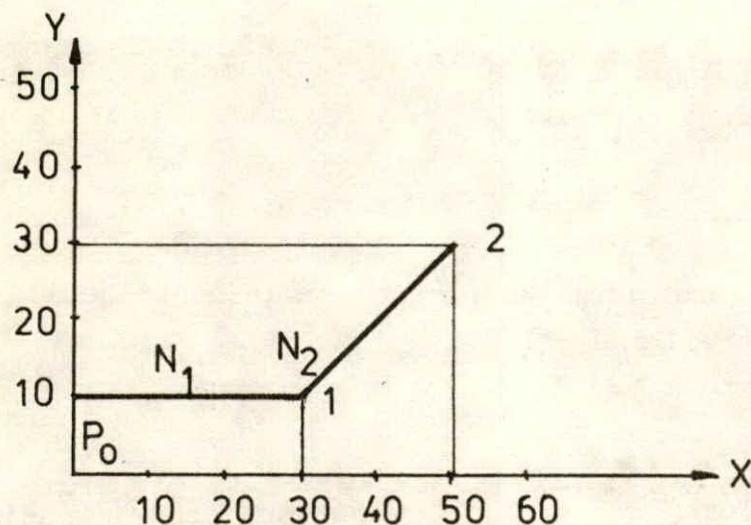
N₄ X10. Y25. (dolazi tražena p. P₃)



P nulta točka predmeta obrade
- Da bi dostigli nultu točku P umetnemo vrijednosti G54 - umjesto X₀ Y₀ Z₀ (npr. X - 1000, Y - 100, Z - 50)

Linearna interpolacija "G01"

Glodalo se pomakne s programiranim brzinom u radnoj liniji do određene (tražene) pozicije.



Ako izvršimo povećanje programa dostići ćemo: N1 G91 G01 X25.
F 4000.

Funkcije G01 i F ostaju ^{do} nove funkcije G ili F.

Linearna interpolacija može se istovremeno izvršiti u sve tri osi XYZ. U tom slučaju brzina ne smije biti veća od 4000 mm/min.

Kružne interpolacije "G02/G03"

Istovremeni kružni pomak tri osi

G02 - kružna interpolacija u smjeru kazaljke na satu

G03 - kružna interpolacija u smjeru obratnom od kazaljke na satu

Parametri (G02, G03) zajedno sa komandama osi X i Y postignu krug ili luk kruga. Početna točka P određena je u ranijem bloku, točka A bit će dostignuta od programiranih osi, koje ostvaruju, zavisno od njihovog programa, nivo interpolacije.

Izvan koordinata postignutog cilja A, odnosno X i Y potrebno je utvrditi centar kruga preko parametara I i J ili sa radiusom R.

Nadalje, isto postižemo ako se umjesto R unesu interpolacije parametara I i J.

G03 X-45. Y-10. I-20. J-15

gdje je $I = \sin \alpha \cdot R$

$$I = 0,8 \cdot 25 = 20$$

$$J = \cos \alpha \cdot R$$

$$J = 0,6 \cdot 25 = 15$$

Što se tiče kružne interpolacije kompletног kruga upotrijebit ćemo slijedeće parametre I i J

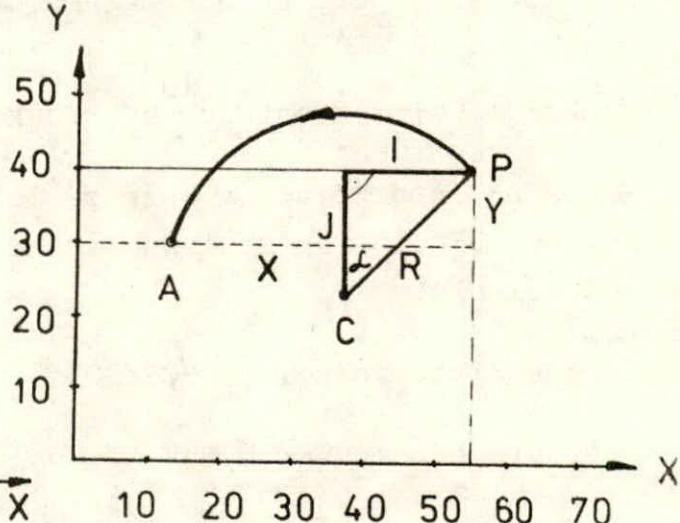
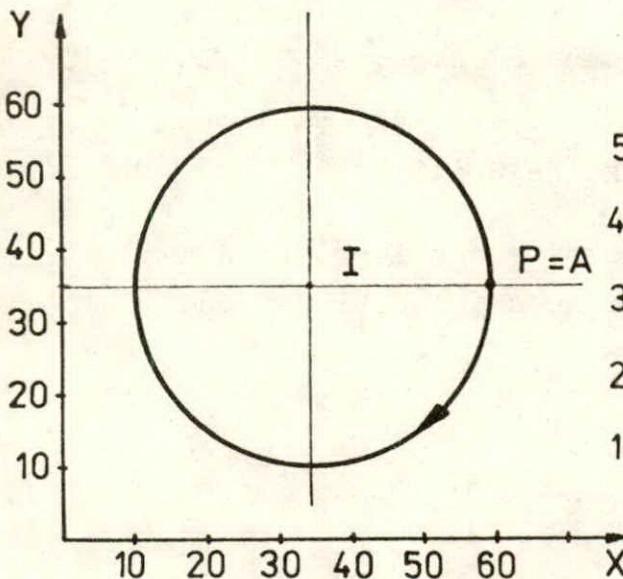
R = radijus = 25 mm

P = početak bloka

A1= Cilj (završetak bloka)

Postupno programiranje

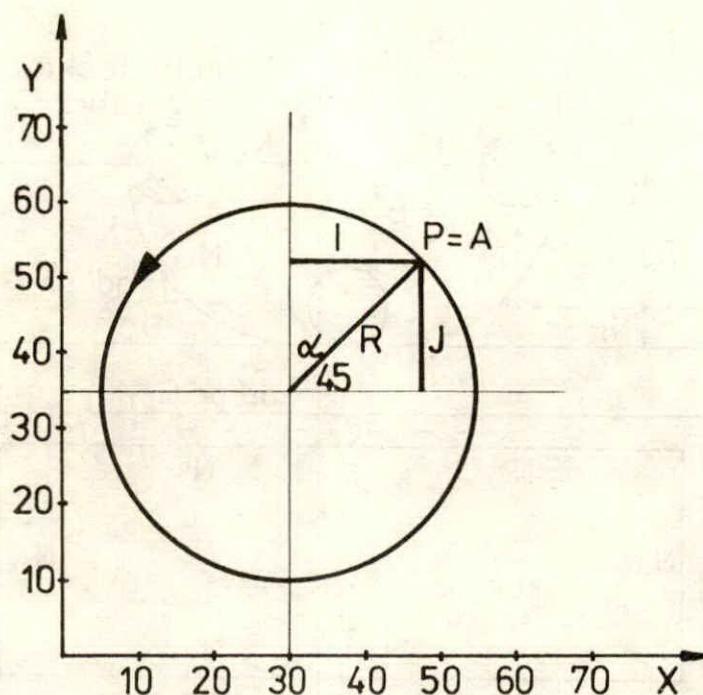
G03 X-45 Y-10 R 25



Prema slici A interpolacija će biti slijedeća:

N. G02 XoYo I-25. J0

Slika B



Brisanje i popravak radijusa glodala Gho, Ghl, G42 (CRF)

G40 - brisanje popravka

G41 - popravak radijusa s glodalom na lijevoj strani obratka

G42 - popravak radijusa s glodalom na desnoj strani obratka.

Na osnovu datih uputa pojedinih funkcija ključa, pokušat ćemo na jednom primjeru prikazati način programiranja osnovnog programa sa dva podprograma različitih profila obrade.

Vidi sliku pod oznakom *

Primarni program

%

:0001 N1 G90 G00 G54 X_o Y_o 20 (vrijednosti X, Y, Z, od nulte točke stroja do vrijednosti nulte točke obratka

N2 M.. Blokada predmeta obrade

N3 T13 (A) Poziv. profil glodala - (broj glave alata)

N4 P 000 2 M98

N5 T13 (A) Odjava br. glave (alata) - glodalo

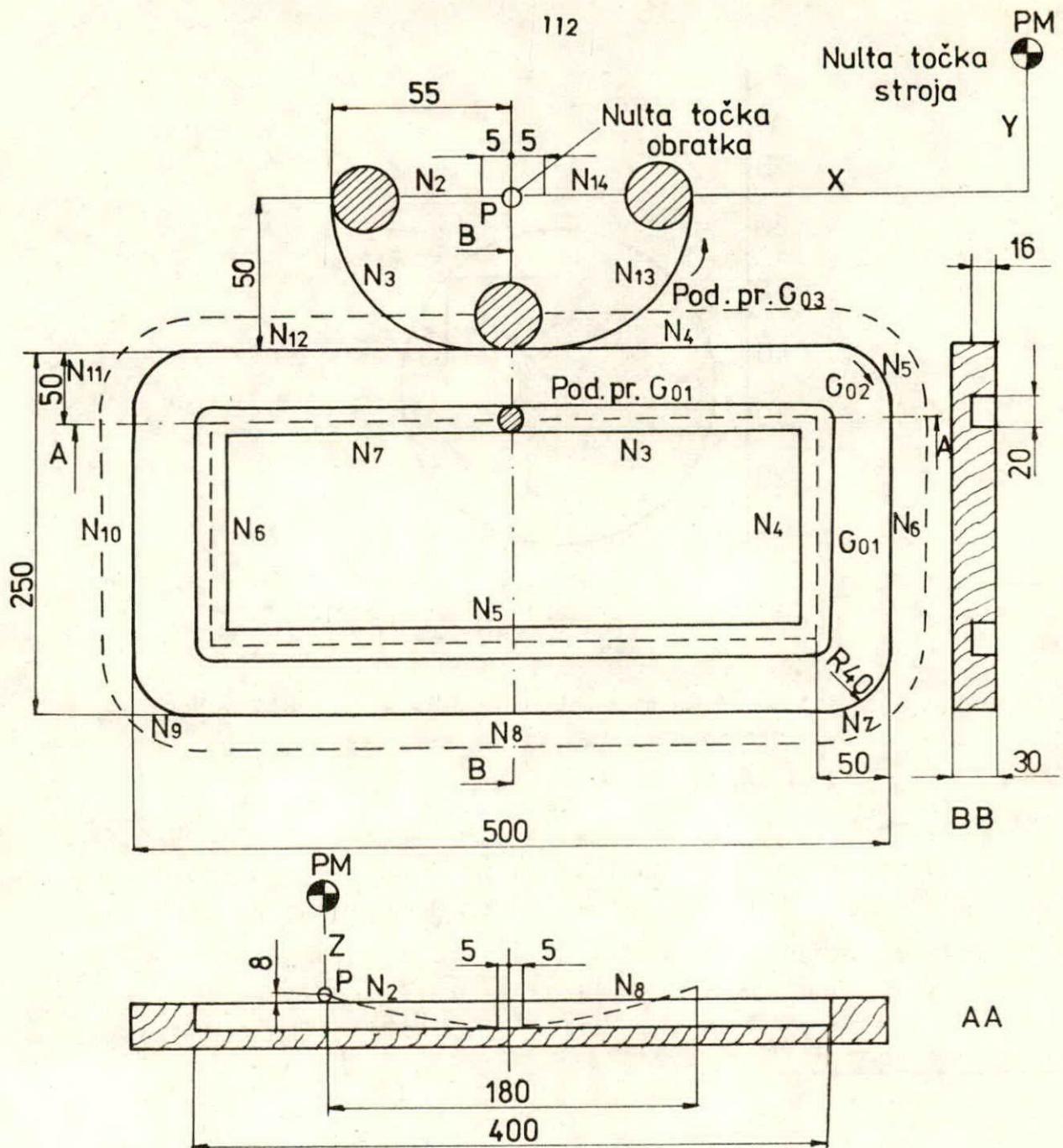
N6 T12 (B) Izbor glodala (alata)

N7 P0003 M98

N8 T12 (B) Odjava glave - glodala

N9 M.. Deblokada predmeta obrade

N10 M30



Podprogram za izradu vanjskog profila sa glodalom tipa A te s kocekcijom radiusa CRF - D1

:0002 N1 G91 G00 Z-40.

N2 G1 X-55. D1

N3 G03 X50. Y-50. R50. F 4000

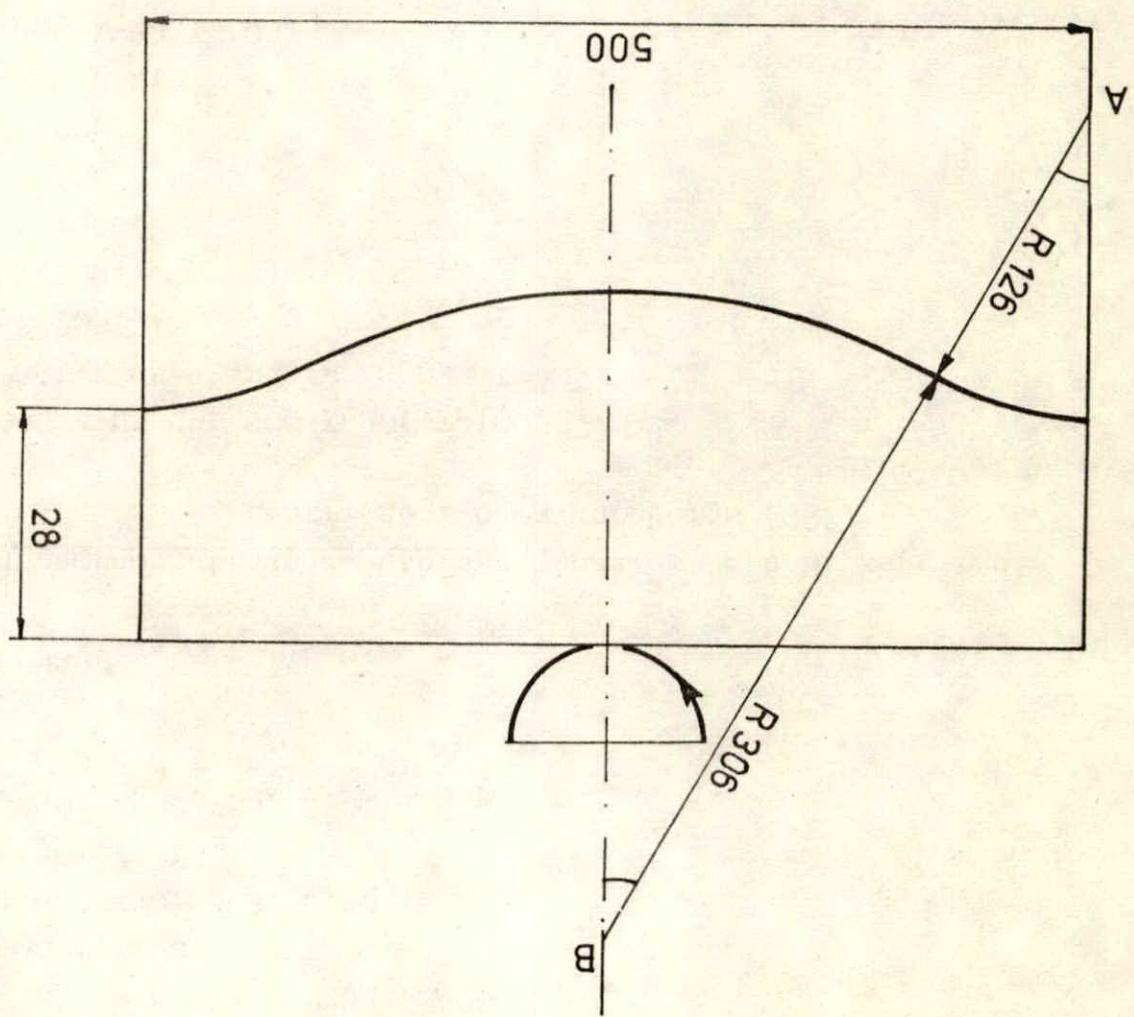
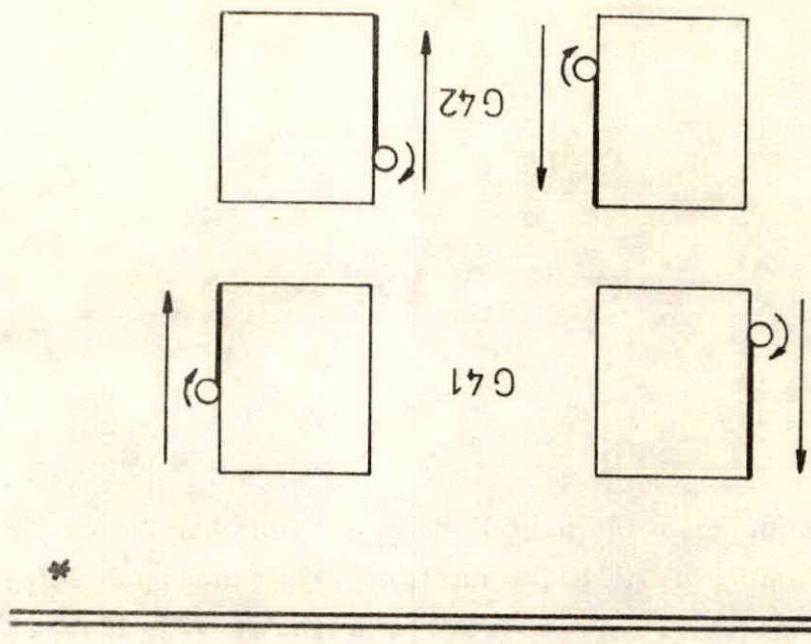
N4 G01 X 215

N5 G02 X40. Y-40. R40.

N6 G01 Y-170.

N7 G02 X-40. Y-40. R40.

N8 G01 X-420. F 6000

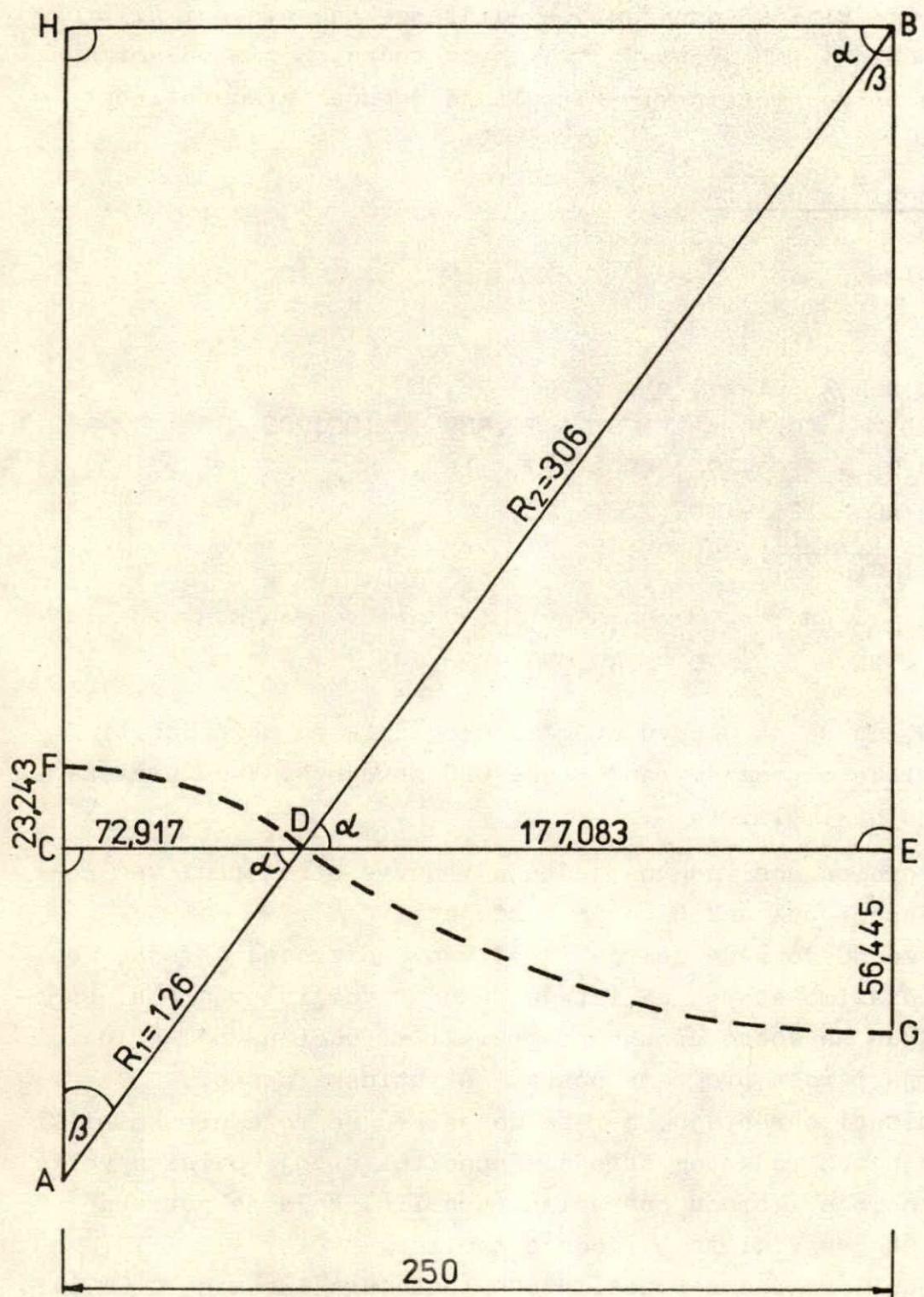


N9 G02 X- o. Y40. R o. F 4000
 N10 G01 Y170.
 N11 G02 X40. Y40. R.40.
 N12 G01 X 215.
 N13 G03 X50. Y50. R50.
 N14 G00 G o X-55.
 N15 Z o
 N16 M99

Podprogram nutrašnjeg utora s glodalom tipa B, koje radi centrično i nema korekcija (CRF) D

: 000 3 N1 G91 G00 X-80. Y-100.
 N2 G01 X 75. Z-24. F 4000
 N3 X 205.
 N4 Y-150.
 N5 X-4000.
 N6 Y 150
 N7 X 205
 N8 X 75. Z 24.
 N9 G00 X-80 Y 100.
 N10 M99

Kada se razrađuje program zakrivljenih dijelova predmeta obrade potrebno je najprije izračunati koordinate tangentnih točaka preko grafičkih dimenzija i trigonometrijskih funkcija. Nije dovoljno da imamo radiuse, već je potrebno izračunati ostale koordinate.



Na predhodnoj slici vidljivo je da je linija obratka sastavljena iz dva kruga R1 i R2 označenih središta sa točkama A i B. Linija između točaka A i B označava tangentnu točku. S tim podacima a na osnovu trigonometrijskih formula je moguće izračunati ostale koordinate.

Podaci uzeti iz nacrta:

$$R1 = 126$$

$$\beta = 35^{\circ}4,$$

$$CE = 250$$

$$CD = AD \cdot \sin \beta = 126 \cdot \sin 35,4 = 72,989$$

$$AC = (AD)^2 - (CD)^2 = 126^2 - 72,989^2 = 102,706$$

$$DE = HB - CD = 250 - 72,989 = 177,011$$

$$CF = R1 - AC = 126 - 102,706 = 23,294$$

$$DB = \frac{DE}{\sin \beta} = \frac{177,011}{\sin 35,4} = 305,570$$

$$BE = (DB)^2 - (DE)^2 = 305,570^2 - 177,011^2 = 249,078$$

$$EG = DB - BE = 305,570 - 249,078 = 56,492$$

Vjerujemo, da se na osnovu ovog kratkog prikaza može dobiti osnovna slika o programiranju rada CNC strojeva. Veće pretenzije nismo ni imali.-

U OOOUR Tvornica masivnog namještaja Vrbovec stroj radi već nekoliko mjeseci bez nekih većih zastoja.

Programe za NC do sada nam je izrađivao proizvođač stroja, međutim, prelazimo etapno na izradu jednostavnijih programa, samostalno. Kada se dobro upozna programske ključ i usvoje principi rada stroja izrada programa postat će rutinski posao.

Prvi rezultati ohrabruju, jer se danas već ne može ni zamisliti proizvodnja bez rada tog stroja. Kapacitet stroja ovisi o veličini predmeta obrade i broju operacija (profila) koje je potrebno izvesti, što se vidi iz slijedeće tablice.

Pripremljeni program se unosi preko tastature direktno u CN ili, što se redovito čini, odštampa na printeru - Peletype, a zatim perforirana traka se uneše u NC i presnimi program, koji ulazi u memoriju NC. U memoriji istovremeno može biti 20 programa.

OBRADA OKVIRA I UKLADE VRATA "KAPTOP"

Faza obrade	Stroj	vrijeme, min
Obrada okvira vratiju		
Obrada vrata po šabloni	Nadstolna glod.	2,78
Skidanje kosine	Stolna glod.	1,37
Skidanje vanjskog dijela	"	1,04
Profiliranje okvira s unutrašnje strane	Nadstolna glod.	3,00
UKUPNO		8,19
<hr/>		
Obrada okvira vratiju (kompletno kod jednog ulaganja)	Triax MR42	1,60
<hr/>		
Obrada uklade		
Obrada gornje strane izvana po šabloni	Stolna glod.	1,47
(Poravnanje) gornje strane	"	1,48
" po dužini - 2 str.	"	1,35
" donje strane	"	0,45
Profiliranje gornje strane	Nadstolna glod.	1,47
" po duž. 2 strane	"	1,35
" donje strane	"	0,45
" po sredini	"	1,12
UKUPNO		9,14
OBRADA UKLADE (Kompletno kod jednog ulaganja)	Triax MR42	2,55

Problemi rezani iz CNC:

- Izrada nacrta i detalja iz kojih je moguće nedvosmisleno utvrditi sve veličine Rl X i Y Z, što od konstruktora zahtjeva poznavanje principa rada stroja, a izrada takvih nacrta zahtjeva veću stručnost i utrošak radnog vremena.

2. Da bi se postigao željeni kapacitet potrebno je osigurati (najmanje) 4 garniture alata.
3. Osigurati precizno i kvalitetno brušenje alata.
4. Osigurati najmanje 2 garniture steznih glava, tako da je alat pripremljen i spreman za upotrebu. Kod umetanja u stezne glave potrebno je osigurati gotovo apsolutno točno umetanje alata pomoću optičkog mjernog uređaja.
5. Za male serije, koje se ne ponavljaju, ispitati ekonomičnost rada na stroju (Pripreme nacrta za izradu programa, programiranje, izrada šablonu za okvire).

Uzimajući u obzir sve napred navedeno možemo zaključiti, da je ekonomično i svrsishodno uvoditi strojeve sa CNC upravljanjem uz predhodnu analizu potrebnih kapaciteta.

UTJECAJ NAČINA MONTAŽE PLOČASTOG NAMJEŠTAJA
NA CJELOKUPNU TEHNOLOGIJU

Branimir Jirouš, dipl.ing.

Opće udruženje šumarstva, prerađe
drvra i prometa Hrvatske, Zagreb

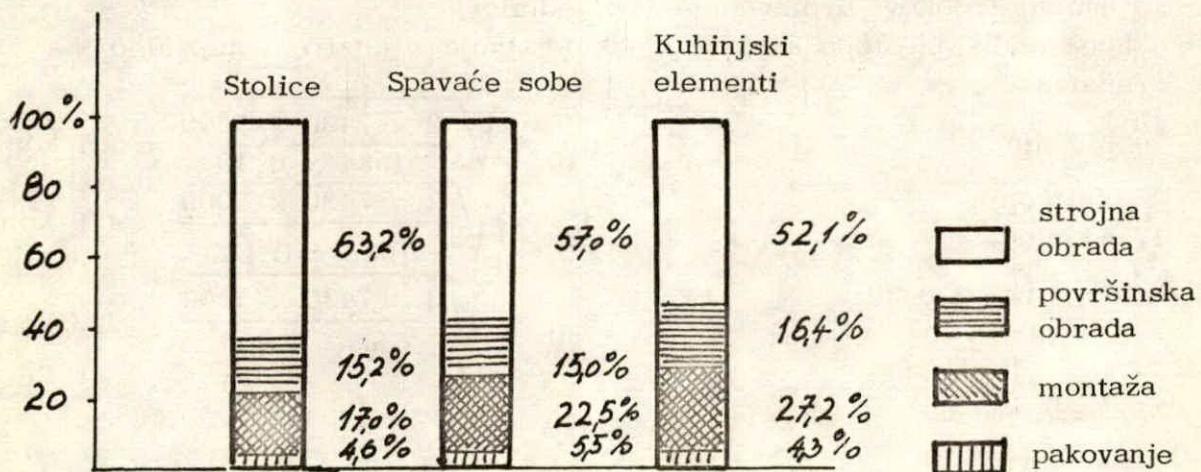
Velik napredak u proizvodnji namještaja koji se ostvaruje u zadnjih 30 godina nastao je zahvaljujući brzom razvoju strojeva i uvodjenju novih organizacionih metoda. Od jednostavnih strojeva namijenjenim obradi jedne operacije razvili su se strojevi koji istovremeno obavljaju, i to vrlo precizno, nekoliko uzastopnih operacija. Konstruirani su strojevi za operacije koje su se ranije obavljale ručno. Povezivanjem nekoliko strojeva koji obavljaju više operacija dobivamo protočnu liniju velikog radnog učinka, ili automate za masovnu proizvodnju elemenata.

Tehnička priprema rada priprema projekte, materijale i alate, određuje vrijeme i redoslijed operacija, planira rokove a sve je to u cilju boljeg iskorištenja materijala i strojeva, odnosno što kraćeg toka proizvodnje i nižih troškova.

Nije se ostvario analogan napredak razvoja strojeva za montažu namještaja kao za ostale proizvodne odjele. Montaža se i dalje, pogotovo kod nas, obavlja ručno ili uz pomoć priručnih strojeva i naprava. Zadnjih godina u svijetu se sve intenzivnije razvijaju strojevi za montažu namještaja i sve se više uvode u pogone, no mi zbog poteškoća osiguranja deviznih sredstava za uvoznu opremu ne možemo pratiti tehnološki razvoj u svijetu.

Relativno veliko učešće utroška vremena u strukturi proizvodnje otpada na montažu namještaja, pa je potrebno opremi i organizaciji montaže posvetiti više pažnje. Analiza utroška vremena po odjelima u nekoliko poduzeća sa različitim proizvodima upravo to i dokazuje.

Utrošak radnog vremena po odjelima i proizvodima



Iz gornjih podataka je vidljivo da se troši za montažu i pakovanje više od jedne četvrtine ukupnog vremena koje je potrebno za cijelokupnu proizvodnju. Osim smanjenja vremena koje se može postići boljom opremom, organizacijom i racionalizacijom, te odabiranjem tehnologije, proizvodnje, odnosno montaže možemo bitno utjecati na smanjenje ukupnih troškova proizvodnje, uskladištenja i otpreme namještaja. Te uštede su u današnje vrijeme skupih kredita s kamatom preko 30% posebno važne jer uzrokuju velike promjene u proizvodnji koje moramo prihvatiti. Moramo skratiti vrijeme proizvodnje, ubrzati protok, a zalihe sirovina, pomoćno-tehničkog materijala i gotovih proizvoda svesti na minimum i to u vrijeme kada realizacija namještaja ne teče glatko.

Skraćivanje vremena proizvodnje uzrokuje smanjivanje serija, zahtjeve na skladištu gotovih proizvoda postaju manje, uskladištenje jeftinije, a obrt se povećava. Manje serije zahtijevaju često podešavanje strojeva koje povećava utrošak vremena, pa rastu troškovi proizvodnje po proizvodu. Zbog toga treba pronaći optimalnu seriju za svaki proizvod. Prikazat ću kao utjecaju kamate i troškovi uskladištenja na optimalnu seriju. Pretpostaviti ćemo da su nam kamate i troškovi uskladištenja 10%; 20%; i 30% uz ostale konstantne veličine. Kao model odabrat ćemo iz proizvodnje ormarić izradjen od furnirane iverice dimenzija 80 x 40 x 80 cm s dvojim vratima i policom (parametri uzeti od proizvodjača), i primjeniti poznatu formulu.

$$q_0 = \sqrt{\frac{2T_p \times Q}{t_1 \times p}}$$

q_0 = optimalna lansirana serija

T_p = ukupan trošak pripreme jedne serije

Q = ukupna potreba proizvoda kroz jedan period p (god)

t_1 = prosječni troškovi proizvodnje (po jedinici)

p = ukupna godišnja stopa kamata i uskladištenja s obzirom na zaledjena sredstva

T_p = 7.430 din

Q = 5.000 kom

t_1 = 1.684 din

p = 0,10; 0,20; i 0,30;

$$q_{10} = \sqrt{\frac{2 \times 7430 \times 5000}{1684 \times 0,10}} = 664 \text{ kom}$$

$$q_{20} = \sqrt{\frac{2 \times 7430 \times 5000}{1680 \times 0,20}} = 470 \text{ kom}$$

$$q_{30} = \sqrt{\frac{2 \times 7430 \times 5000}{168 \times 0,30}} = 383 \text{ kom}$$

Ako porastu kamati i troškovi uskladištenja sa 10% na 30% godišnje, optimalna serija će se smanjiti za 43%, a to znači da ćemo morati povećati broj serija tokom godine od 8 na 13. Iz gornjeg primjera vidimo da smo prisiljeni smanjivati količinu ormarića u seriji jer proizvodi u skladištu smanjuju stopu dohotka, obrt financijskih sredstava i rentabilitet poduzeća.

U uvjetima porasta kamata potrošački krediti postaju nepovoljniji za kupce, pa dolazi do sve slabije prodaje namještaja. Zbog toga moramo smanjivati godišnju proizvodnju koja utječe na daljnje smanjivanje količina ormarića u seriji. Tu svakako postoje granice do kojih se može ići u smanjenju serije što ovisi o tehnologiji, vrsti opreme, organizaciji i ostalim činiocima.

Dovršene dijelove proizvoda koje smo proizveli u serijskoj proizvodnji možemo odmah montirati, uskladištiti i otpremati prema narudžbama. Te elemente možemo uskladištiti i montirati ih neposredno prije otpreme ili cijelu proizvodnju organizirati tako da se proizvodi ona količina proizvoda koja odgovara pristiglim narudžbama u jednom periodu vremena.

Prema tome u tehnološkom smislu razlikujemo tri načina ili sistema montaže:

1. montaža proizvoda u serijskoj proizvodnji,
2. montaža proizvoda od uskladištenih elemenata i
3. montaža proizvoda proizvedenih na temelju zbirnih narudžbi.

MONTAŽA PROIZVODA U SERIJSKOJ PROIZVODNJI

Općenito pod montažom podrazumijevamo sastavljanje cjeline iz dijelova. Međutim, u proizvodnji namještaja podrazumijevamo pod montažom sastavljanje proizvoda od sklopova, a pod predmontažom sastavljanje elemenata u sklopove.

Predmontaža

U predmontaži se sastavljaju sklopovi od:

- obradjenih drvnih elemenata, 2 ili više, kao što su: ladice, okviri i sl. pomoću vezova, spojeva, ljepila i vijaka
- obradjenih drvnih elemenata sa različitim okovima kao što su bravice, spojnice, klizne vodilice, prihvativici, okovi za spajanje i drugo.

Predmontaža se najčešće obavlja ručno jer u našim pogonima ima vrlo malo strojeva za obavljanje tih operacija. Za ručno postavljanje spojnice i pločica

na vrata i stranice opisanog ormarića troši se 4,60 minuta, a na najednostavnijim strojevima to se obavi za 0,96 minuta ili 4,8 puta brže. Suvremeniji strojevi velikog učinka taj posao obavljaju s taktom od 8 sekundi. Iz navedenog primjera vidimo da je i te kako potrebno uvodjenje strojeva u predmontažu jer se pomoću njih skraćuje vrijeme potrebno za montažu, ostvaruju uštede, a radnici oslobadaju monotonog i napornog posla.

Montaža

Pod montažom podrazumijevamo sastavljanje pripremljenih sklopova u proizvod. Montažu obavljamo u tvornici ili u stanu kupca. Za svaki proizvod treba načiniti analizu pomoću koje možemo lakše donijeti odluku da li će se proizvod montirati u tvornici ili kod kupca. Ekonomski razlozi nisu uvijek precizni, pa osim ekonomskih treba analizirati i ostale momente:

1. gabarite proizvoda (da li proizvod može ući u stan u sastavljenom ili rastavljenom stanju)
2. težinu proizvoda (da li težina osigurava normalan transport)
3. da li možemo osigurati montiranje namještaja u stanu kupca putem trgovine
4. troškove uskladištenja
5. troškove ambalaže
6. troškove transporta
7. troškove montaže u tvornici
8. troškove montaže u stanu kupca.

Detaljnom analizom dobit ćemo odgovor kako i gdje treba montirati proizvod. Paušalne ocjene mogu često biti krive. Pokušat ću objasniti jednim primjerom troškove montaže spavaće sobe koja se zbog gabarita garderobnog ormara mora montirati u stanu kupca. Mintoranje soba preuzima trgovina i naplaćuje troškove montaže od 2 do 5% od prodajne cijene. Ako je prodajna cijena spavaće sobe 120000 dinara 5% iznosi 6000 dinara, a ukupni bruto osobni dohoci za proizvodnju cijele spavaće sobe iznose u tvornici 4,96% od prodajne cijene ili 5959 dinara. Iz navedenog primjera vidi se da trgovina zaračunava visoke troškove montaže.

Troškovi transporta u zadnje vrijeme rastu i danas iznose od 8 do 10% od prodajne cijene, pa treba analizom utvrditi kada su manji. Ranije opisani ormarić zbog svojih dimenzija ($80 \times 40 \times 80 \text{ cm} = 0,26 \text{ m}^3$) i težine (35 kg) može se transportirati u sastavljenom ili rastavljenom stanju. Analizirat ćemo da li se isplati otpremati u sastavljenom ili rastavljenom stanju, ako nam na raspolaganju stoje furgoni dimenzija ($7,8 \times 2,1 \times 2 \text{ m} = 32,76 \text{ m}^3$). Dozvoljena nosivost vozila iznosi 55000 kg.

Ako maksimalno iskoristimo volumen furgona u prevozu sastavljenih ormari-

ća moći ćemo prevesti $\frac{32,76 \text{ m}^3}{0,36 \text{ m}^3} = 126$ ormarića.

Kod maksimalnog težinskog korištenja furgona u prevozu ormarića moći ćemo prevesti $\frac{5500}{35} = 157$ kom ormarića.

Gornji rezultati pokazuju da je ekonomičnije prevoženje ormarića u rastavljenom stanju jer u sastavljenom stanju možemo prevesti znatno manje količine.

Razvoj montaže u organizacionom smislu možemo poistovje titi s razvojem industrije proizvodnje, pa danas u našim pogonima možemo pronaći tri osnovna tipa:

- pojedinačno montiranje proizvoda (jednog ili više komada)
- montiranje u sitno serijskoj proizvodnji,
- montiranje u krupnoj serijskoj proizvodnji.

Kod pojedinačnog montiranja proizvoda kvalificirani radnici sastavljaju proizvod od početka do kraja obavljajući sve operacije. Utrošak radnog vremena je velik, potreban je veći prostor i veći broj alata. Montiranje u sitno-serijskoj proizvodnji vrši se tako da se obavi predmontaža, a zatim se pojedine operacije raščlanjuju. Jednostavne operacije obavljaju priučeni radnici. Montiranje se obavlja na valjčastim transporterima te dolazi do manjeg utroška vremena. Protok je brži pa treba manje prostora. Zbog podjele posla potrebne su manje količine alata.

U veliko-serijskoj proizvodnji montiranje namještaja se obavlja na tekućoj traci. Prethodno se izvrši montaža sklopova, a sklopovi se na traci montiraju u gotov proizvod. Radne operacije se raščlanjuju, te svaki radnik obavlja jednu do dvije operacije. Dolazi do specijalizacije radnika za pojedina radna mjesta, te zbog toga mogu obavljati montažu priučeni radnici.

Transport je mehaniziran pa se uštedjuje u vremenu i prostoru. Potrebna je manja količina alata zbog podjele posla.

Rad na tekućoj traci traži disciplinu u obavljanju svake operacije u kvalitativnom i vremenskom smislu. Ostvaruje se znatna ušteda vremena zbog spacializacije posla, zbog dobre pripreme materijala i racionalnog transporta, pa sa uvodenjem tekuće trake možemo računati sa manjim utroškom vremena za montažu od 20 do 30%.

MONTAŽA PROIZVODA OD USKLADIŠTENIH ELEMENATA

Ako analiziramo troškove uskladištenja, doći ćemo do spoznaje da su troškovi niži ako uskladišćujemo proizvode manjeg volumena, a to znači da je povoljnije uskladištitи proizvod u rastavljenom stanju. Zbog toga što montaža nije završena troškovi proizvodnje uskladištenih elemenata su niži, pa su zbog toga i kamate po jedinici proizvoda niže.

Ako umanjimo troškove proizvodnje za troškove montaže za isti ormarić i izračunamo optimalnu seriju, ako su kamati i troškovi uskladištenja 10%; 20% i 30% uz ostale konstantne veličine, dobit ćemo slijedeće:

$$q_{10} = \sqrt{\frac{2 \times 7430 \times 5000}{1208 \times 0,10}} = 784$$

$$q_{20} = 554$$

$$q_{30} = 452$$

Rezultati pokazuju da je kod istih uvjeta količina proizvoda u seriji veća, prema tome imat ćemo manji broj serija za godišnje potrebe. Kod proizvodnje različitih komponibilnih sistema gdje su pojedini dijelovi proizvoda standardizirani, možemo jedan elemenat iskoristiti i za više proizvoda. Ovim sistemom montaže i uskladištenja elemenata postižemo velike uštede. U tom slučaju izdajemo radni nalog za dio (stranica, strop, polica i sl.) a proizvode kasnije montiramo prema narudžbama. Tehnologiji montaže i uskladištenja treba prilagoditi tehnologiju strojne obrade, npr. bušenje rupa za moždanike ne mora se izvesti do kraja u strojnoj obradi. Pogotovo u slučaju ako elementi imaju dva prolaza kroz stroj. Završno bušenje može se izvesti u montaži prije postavljanja okova.

Takva organizacija ima prednost u tome jer stroj za bušenje, zbog komplikiranog podešavanja smanjuje učinak linije. Naknadno bušenje u montaži može se prilagoditi svakom proizvodu, pa zbog toga možemo imati manje rupa jer taj elemenat više ne treba biti univerzalni i sadržavati rupe za sve proizvode. Kao primjer uzmišmo vrata, ako izbušimo rupe za spojnice i bravu definirali smo da li su vrata desna ili lijeva, a ako tu operaciju načinimo naknadno, svaka vrata na skladištu, uz prilagodjenu konstrukciju, mogu prema potrebi biti jedna ili druga, pa sa takvom tehnologijom smanjujemo broj elemenata na skladištu, vrijednost zaliha i troškova uskladištenja.

MONTAŽA PROIZVODA PROIZVEDENIH NA TEMELJU ZBIRNIH NARUDŽBI

Količina proizvoda, kod ovog sistema, u jednom radnom nalogu obradjuje se na temelju prikupljenih narudžbi za neku vrst proizvoda u jednom vremenskom periodu. Kod ovog načina proizvodnje ne postoje zalihe gotovih proizvoda jer se proizvedeni namještaj odmah otprema kupcima prema unaprijed dostavljenim narudžbama. Radni nalozi u takvoj proizvod-

nji su manji pa dolazi kod pojedinih strojeva do vrlo nepovoljnog odnosa izmedju pripremno-završnog vremena i vremena izrade. Zbog velikog utroška vremena za podešavanje pada iskorištenje strojeva i linija, te se smanjuje protok. Taj problem se može riješiti uvodjenjem novih strojeva sa elektronskim podešavanjem. Podešavanje pojedinih strjeva iznosi svega nekoliko sekundi, pa je učinak takvih strojeva i kod malih serija relativno velik.

Montaža u takvoj tehnologiji mora biti organizirana da može izvršiti doradu pripremlj elemenata. Danas već postoje automatske linije za montažu koje sadrže memoriju za četrdeset programa ali je cijena takvih automatskih linija vrlo visoka. Sada već rade pogoni u svijetu koji dovršavaju elemente s folijama u dnevnom ciklusu, pa se pretpostavlja da će najkasnije za osma godina doći do proizvodnje elemenata u jednodnevnom ciklusu i kod furniranog namještaja.