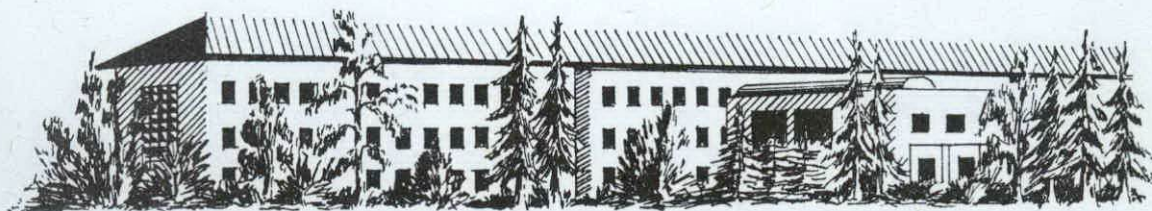


BILTEN



DIGITALNI REPOZITORIJI ŠUMARSKOG FAKULTETA
2018.

S a d r Ź a j

	str.
Predgovor	
B.Ljuljka	
Značenje optimalnog korišćenja materijala u proizvodnji namještaja	
B.Sinković	
Tehnološki problemi pri krojenju ploča za namještaj	
S.Tkalec	
Tehnološki postupci i iskorišćenje materijala pri obradi ploča	
J.Lončar	
Optimalizacija krojenja.	
M.Figurić	
Utjecaj uvođenja računala i programa OPTIMA na rad pripreme izvođenja.	
N.Petrak	
Suradnja ĐI "Goranprodukt" iz Čabra sa Sveučilišnim računskim centrom u Zagrebu.	
E.Tarnovsky	
Prednosti i nedostaci izrada shema krojenja iverica primjenom tehnike elektroničkog računala	
V.Hitrec	
Planovi daljeg rada na istraživanju načina optimal- nog korišćenja materijala u proizvodnji namještaja	

R e d a k t o r i :

Prof. dr Stanislav Bađun

Prof. dr mr Boris Ljuljka

Doc. dr mr Mladen Figurić

Dipl. ing. Vladimir Herak

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

P r e d g o v o r

Radovi tiskani u ovom broju BILTENA - Zidi, referati su Savjetovanja o optimalizaciji krojenja ploča primjenom tehnike elektroničkog računala. Savjetovanje je održano u Stubičkim Toplicama 25. i 26. travnja 1979.god., a organizirali su ga Zavod za istraživanja u drvenoj industriji (Zidi) i Tehnički odbor Savjeta za namještaj, Poslovna zajednica šumarstva, prerade drva, prometa drvnim proizvodima i papirom SRH. Istraživanja po ovom problemu izvode se u sklopu teme "Istraživanja na području tehnologije namještaja" u okviru zadatka "Optimalno korišćenje drvnih i nedrvenih materijala". Voditelj teme je doc. dr mr B.Ljuljka, a nosilac zadatka mr ing. V.Hitrec. Sredstva za istraživanja, u slobodnoj razmjeni rada, raspoređena su od SIZ-a IV za znanstveni rad SRH i Poslovne zajednice šumarstva, prerade drva, prometa drvnim proizvodima i papirom SRH.

Znanstveno istraživački rad i primjena rezultata tog rada najznačajnija su komponenta u daljnjem razvoju i napretku svake, pa tako i industrije za preradu drva. Usitnjen i neorganiziran znanstveno-istraživački rad, ne može i ne daje one rezultate koji se mogu očekivati od integriranog, timski aktivnog, programski i tematski uključenog na potrebe privrede, čija problematika jeste u području njegove djelatnosti. Prema tome, veći dio programa znanstvenih istraživanja proizlaze iz potreba udruženog rada materijalne proizvodnje, korisnika znanstveno istraživačkih usluga. Neposredno dogovaranje programa znanstveno-istraživačkog rada na području drvne tehnike i tehnologije, uključuje potrebe i zahtjeve udruženog rada, kojega je znanost, također, sastavni dio.

Racionalna upotreba drva, kao i svakog drugog materijala, traži točno poznavanje prirode drva. Činjenica je,

da su primjenom znanstvenih i tehničkih dostignuća u tehnologiji i upotrebi drva, ublaženi ili riješeni neki od prisutnih problema. Primjena sadašnjih ili u budućnosti ostvarenih rezultata znanstvenog rada osigurat će bolju kvalitetu drveta proizvedenog u šumi, omogućit će bolju upotrebu drva, doprinjet će iznalaženju novih načina upotrebe drva, omogućit će poboljšanje nepoželjnih svojstava drva, ostvarit će proizvode iz drva najbolje moguće kvalitete, utjecat će na smanjenje količine otpadaka, usmjerit će procesne tehnike i organizaciju drvne industrije u procesu integralnog (kompleksnog) korišćenja drvne sirovine.

St. B.

Boris Ljuljka^{*}

ZNAČENJE OPTIMALNOG KORIŠĆENJA MATERIJALA U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA

Drvena industrija, a u njenom sklopu i industrija namještaja, karakteristična je po tome da sirovine i materijali sudjeluju u troškovima proizvodnje s više od 50%.

Već niz godina suočeni smo s krizom sirovina i materijala, koja je posljedica ograničenosti resursa sirovina. S obzira na drvenu sirovinu jedna trećina naše zemlje je pod šumom, sijećemo manje od prirasta i stalnim pošumljavanjem povećavamo šumsko zemljište. Iako u Evropi imamo relativno povoljan položaj u pogledu šumskih resursa, te u proizvodnji elektroenergije, ugljena, nafte, željeza i čelika, situacija nije tako povoljna i kriza sirovina i materijala ostat će i nadalje prisutna.

Problem racionalnog i optimalnog korišćenja sirovina i materijala u industriji namještaja, a i u čitavoj drvenoj industriji, jedan je od osnovnih problema s kojim ćemo biti suočeni u našem daljem razvoju. Ilustracije radi, u tablici 1 prikazan je primjer vrijednosnog učešća pojedinih materijala i rada u proizvodnji kauča, stolica i regala.

Iz tablice 1 se vidi vrijednosno učešće pojedinih materijala, te vrijednosno učešće svih materijala u odnosu prema radu. Primjer stolice možda je malo atipičan, jer se radi o skupocjenoj stolici s visokim učešćem rada. Analizom primjera u tablici mogli bismo zaključiti kojim materijalima u pogledu racionalnog utroška i optimizacije utroška treba posvetiti posebnu pažnju. Kod kauča je to tkanina, kod stolice masivno drvo, a kod regala ploče i furniri.

* Doc. dr mr B. Ljuljka, dipl.ing., Šumarski fakultet Zagreb.

Tablica 1. Troškovi po vrstama materijala i izrade

M a t e r i j a l	Vrijednosno učešće kod proizvoda (%)		
	Kauč	Stolica	Regal
Ploče			16
Masivno drvo		13	6
Kostur	23		
Furnir i folija			16
Tkanina	29	10	
Spužva	4		
Ostali tapetarski materijali			
Ljepila			1
Lakovi			3
Okov			8
ostali materijali	25	2	8
U k u p n o	81	25	58
R a d	19	75	42
Sveukupno:	100	100	100

Relativno niska stavka ljepila i lakova upućuje da se pretjerana štednja na ovim materijalima ne bi isplatila. Minimalna ušteda dovela bi u pitanje kvalitetu čitavog proizvoda.

Optimalno korišćenje materijala može se razmatrati s nekoliko aspekata:

- optimalno korišćenje po količini,
- optimalno korišćenje po mjestu primjene,

- optimalno korišćenje po vrijednosti,
- kompleksno korišćenje materijala i sirovina,
- primjena novih drvnih i nedravnih materijala i supstituta.

Kojem od navedenih aspekata će se dati prednost zavisi o vrsti i veličini problema, o mogućnostima da se izloženi aspekti sagledaju i provede optimizacija.

U proizvodnim procesima industrije namještaja gotovo svi materijali najprije se kroje, a zatim slijedi dalja obrada prikrojaka. Upravo krojenje je bitan proces korišćenja materijala, jer se danas pri krojenju gubi 5-50% materijala. Tendencije razvoja ukazuju sve više na opravdanost izrade elemenata kod proizvođača materijala, odakle proizvođač namještaja dobiva gotove prikrojke. Ovo naravno zahtijeva korektne kooperantske odnose i definiranost proizvodnog programa, kao i plana proizvodnje, te standardizaciju kod proizvođača namještaja

Općenito se može reći, da je osnovni zadatak krojenja svih materijala izrada kvalitetnih prikrojaka uz minimalan utrošak materijala i rada. Kako je moguće izvršiti ovaj zadatak? Koji uvjeti bi trebali biti ispunjeni?

J e d n a m o g u ć n o s t je već navedena, a to je specijalizacija, koncentracija i kooperacija. D r u g a m o g u ć n o s t leži u standardizaciji i unifikaciji. T r e ć a m o g u ć n o s t je analiza i pravilna primjena nadmjere. Č e t v r t u m o g u ć n o s t čini optimalno korišćenje materijala po vrijednosti i količini itd. Navedene mogućnosti međusobno su povezane i korišćenje samo jedne od njih ne bi dalo prave rezultate.

Principijelne sheme krojenja materijala u proizvodnji namještaja su slijedeće:

A. Sirovina jednakih dimenzija - Obraci različitih dimenzija

B. Sirovina različitih dimenzija - Obraci različitih dimenzija

O tome, koliko je različitih dimenzija obradaka (posebno malih) i dimenzija sirovina, ovisi u velikoj mjeri uspješnost optimizacije krojenja. Ploče, tkanine i neki drugi materijali, sirovine su definiranih dimenzija i u njih se uklapa relativno veliki broj prikrojaka. S obzirom na kvalitetu, ploče zadovoljavaju po čitavoj površini, kod tkanina su prisutne mjestimične greške i stanovita neujednačenost u boji po duljini smotka, a u furnira i piljenica prisutna je nedefiniranost i neujednačenost početnih dimenzija, kao i mjestimične greške u kvaliteti.

Iz ovog je razumljivo da je problem optimalnog korišćenja ploča, unatoč svoje kompleksnosti, manje složen od problema optimalnog korišćenja tkanina, furnira i piljenica. Kod tkanina, furnira i piljenica dodatna je poteškoća i tekstura čiji je smjer u prikroju definiran. Cijene ovih materijala davat će sigurno poticaj za rad na njihovom optimalnom korišćenju.

Na optimalno korišćenje materijala ima velik utjecaj i plan krojenja kojim se definira redoslijed krojenja. On ovisi o potpunosti svih dijelova proizvoda koji se međusobno sastavljaju ili svih elemenata koji se jednako obrađuju.

Krojenje se vrši na nekoliko načina:

1. Prema okularnoj procjeni najpovoljnijih dimenzija u času krojenja;
2. Prema zacrtanoj shemi,
3. Prema unaprijed određenoj shemi koja se prati po dešavanjem stroja;
4. Prema shemi kojom je unaprijed programiran stroj,
5. Prema shemi koju je odredilo računalo stroja, a prema nekim ulaznim podacima.

Analiziramo li ove načine krojenja vidimo da na prvom još ima mjesta usavršavanju. Drugi, treći i četvrti način upotrebljavaju unaprijed određene sheme. Prema tome korišćenje materijala ovisi o shemi krojenja. Sheme krojenja mogu se raditi na bazi iskustava i u toku rada stalno dotjerivati, pri čemu se ne zna da li je to optimalno rješenje, ili se pak za njihovu izradu mogu upotrebljavati matematičke metode. Optimizacija krojenja korišćenjem matematičkih metoda obično se provodi u slijedećim etapama:

1. Analiza ideje i formuliranje zadatka;
2. Izbor kriterija optimizacije;
Ovo je veoma važna etapa, jer ispravnim izborom kriterija određujemo i cilj optimizacije, pa o tome ovisi uspješnost čitave akcije.
3. Izbor bitnih utjecajnih faktora;
4. Analiza ograničenja;
5. Matematička razrada i realizacija rješenja;
6. Analiza optimalnog rješenja.

Prvu, drugu, treću, četvrtu i šestu etapu vode tehnolozi i ekonomisti, a petu matematičari. Samo tijesna suradnja navedenih grupa specijalista, u svim etapama, može dati najbolje rješenje i tako se od elektroničkog računala principijelno mogu dobiti slijedeći podaci:

- optimalne sheme krojenja za određene dimenzije sirovine,
- optimalni postoci iskorišćenja,
- optimalni formati sirovina za zadane prikrojke.

U DDR-u je 1973. god. razrađen projekt optimizacije krojenja materijala u industriji namještaja. Do 1977. god. on je primjenjivan u više od 40 tvornica. Postignuti rezultati prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Rezultati optimizacije u DDR-u

M a t e r i j a l	Prosječno poboljšanje iskorišćenja %	Maksimalno iskorišćenje %
Iverica	1 - 5	92,5
Vlaknatica	2 - 5	94
Spužve	2 - 3	97
Folija bez teksture	3 - 6	85
Umjetna koža	4 - 6	97

Neki podaci u tablici 2. čine se niski. Kod nas se za ploče često govori o iskorišćenju od 95%, pa i 96%, u što je teško vjerovati kada se uzme u obzir da se samo na propiljak gubi oko 2%. I stručnjaci iz SAD govore o mogućnostima iskorišćenja iverica od 92 do 95%.

Težište ovog savjetovanja je problem krojenja iverica. Stoga je potrebno malo detaljnije razmotriti pitanje optimalnog korišćenja iverica.

Kod krojenja ploča bitni su neki faktori:

1. Proces krojenja:

- broj ploča koje se istovremeno kroje i potrebni kapacitet,
- točnost obrade u ovisnosti da li se kroje prikrojci s nadmjerom ili čiste mjere. Kada se kroje čiste mjere postoji opasnost netočne obrade iz prikrojaka s unutarnjim naprezanjima. To je slučaj kada je ploča nejednake vlažnosti u središnjem dijelu i na vanjskim rubovima ili su naprezanja nastala u procesu proizvodnje iverica,
- kvaliteta iskrojenog ruba ploče. Ovo je posebno važno kod ploča oplemenjih melaminskim folijama. Kvaliteta ruba ovisi o kinematskoj shemi stroja, krutosti, vibracijama i ispravnosti alata, kao i o manipulaciji s prikrojcima,

- dimenzije ploča,
 - dimenzije prikrojaka,
 - plan krojenja.
2. Izbor opreme za krojenje.
 3. Punjenje i pražnjenje stroja za krojenje.
 4. Baziranje ploča u odnosu na pozicije rezova.
 5. Programiranje krojenja.

Uvjeti za racionalno krojenje ploča su slijedeći:

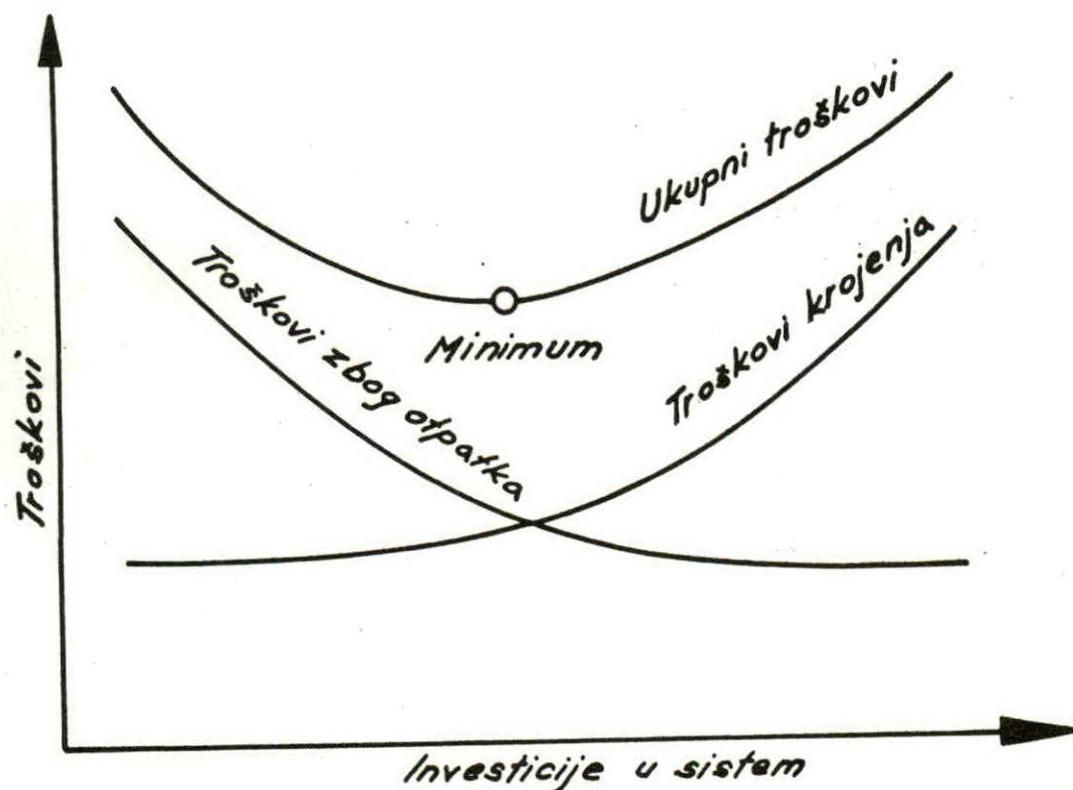
- optimalne sheme krojenja ploča. To su danas praktički sheme izračunate elektroničkim računalom;

- stroj za krojenje koji može raditi i po složenijim shemama krojenja bez smanjenja učinka i većeg broja radnika koji poslužuju stroj;

- uređaj za slaganje i sortiranje prikrojaka.

Ova tri uvjeta čine cjelinu međusobne povezanosti.

Radi boljeg pregleda značenja ovih uvjeta, na slici 1. prikazani su odnosi troškova obrade, troškova sistema



Slika 1. - Odnos troškova obrade, troškova sistema /investicija/ i troškova otpatka.

(investicije) i troškova zbog otpatka.

Sve veća primjena elektroničkih računala, kao i pojava miniračunala omogućit će racionalno korišćenje ploča u proizvodnji namještaja, pa će se vjerovatno uskoro za svako najmanje odstupanje tražiti rješenje od računala.

L i t e r a t u r a

1. Kohler, K.: Wirtschaftliches Plattenaufteilen durch Schnittplanoptimierung. Holz u. Kunststoffverarb. 1978, 7, 556-557.
2. Korobov, P.N.: Optimizacija raskroja listovih materialov. Derevoobrab. prom. 1972, 10, 13-15.
3. Ljuljka, B.: Tehnologija proizvodnje namještaja. SIZ odgoja i usmj. obraz. šum. i drv. ind., Zagreb 1977.
4. Müller, K.: Plattenaufteilung. A.K. Holz 261.
5. Parisot, M.: Cutting of panels in the furniture industry. Wood and machines. 5(1977), 1, 23-29.
6. Trentzsch, D.: Ergebnisse und Erfahrungen mit der Anwendung der Zuschnitt optimierung in der Möbelindustrie. Holztechnologie 17 (1976), 4, 218-221.
7. Wacker, H.: Computereinsatz in der maschinellen Holzverarbeitung. Holz u. Kunststoffverarb. 1973, 4, 234-241.

Božidar Sinković[✉]

TEHNOLOŠKI PROBLEMI PRI KROJENJU PLOČA ZA NAMJEŠTAJ

1.0. Uvod

Probleme koji se javljaju kod krojenja ploča za namještaj moramo promatrati s više aspekata. Svi oni proizlaze iz dviju karakteristika ploča, a to su kvaliteta i dimenzije.

Kvaliteta ploča ima presudnu ulogu kod proizvodnje namještaja i ispoljava se kao: nejednaka debljina ploča po cijeloj površini, nejednaka debljina slojeva kod troslojnih ploča (vitoperenje gotovih elemenata), raslojavanje i kvaliteta vanjskih slojeva u odnosu na hrapavost. Na sve navedene faktore kvalitete ploča ne može se direktno utjecati.

Dimenzije ploča razlog su niza neriješenih problema, tim više što se polazi samo od iskorišćenja ploče. Smatra se da su ploče većih dimenzija povoljnije u odnosu na iskorišćenje. Tu teoriju prihvatili su proizvođači ploča, jer i oni kod većih dimenzija imaju manji otpadak a s time i veću produktivnost.

Proizvođači namještaja odnosno potrošači ploča zanemarili su ekonomski momenat kod krojenja ploča tj. obično se polazi samo od fizičkog iskorišćenja. Zbog toga su prihvatili ploče većih dimenzija. Međutim, pojavili su se problemi kod transporta i uskladištenja ploča velikih dimenzija, kao i skupe opreme za njihovo krojenje.

Svaki proizvođač namještaja želi imati veće količine

[✉]B.Sinković, dipl.ing., Institut za drvo Zagreb.

ploča na zalihama radi česte nestašice na tržištu, ali i strojni park za pripremu odnosno obradu ploča prije oplemenjivanja. Ta su shvaćanja donekle opravdana, s obzirom na nedefiniran proizvodni program, neprovedenu standardizaciju, slabu organiziranost, kao i poteškoće kod nabave ploča.

Imajući to u vidu, nemoguće je promatrati tehnološke probleme odvojeno od proizvodnog programa, jer svako tehnološko rješenje ovisi o asortimanu koji se želi proizvoditi. Radi toga valja pobliže definirati asortiman u okviru zadane proizvodne orijentacije. Njima će se maksimalno zadovoljiti tehnološki zahtjevi proizvodnje, unutarnja standardizacija i tehnologičnost konstrukcije proizvoda. Nadalje se zadovoljavaju komercijalni zahtjevi u smislu dovoljno širokog asortimana, konkurentne sposobnosti proizvoda na tržištu i mogućnosti razvoja novih tipova proizvoda u perspektivi.

Kada je definiran proizvodni program i tehnologija, veliku pažnju treba posvetiti tehnološkoj organizaciji koja je jedan od glavnih faktora ekonomičnog i rentabilnog poslovanja. Smatra se da uža specijalizacija i velika serijska proizvodnja mogu dati optimalna rješenja rentabilnog poslovanja. Uža specijalizacija omogućuje visok stupanj automatizacije tehnološkog procesa, pojednostavljenje radnih postupaka, postizanje visokog stupnja obrade, uspješnu pripremu i kontrolu proizvodnje, te visok stupanj "uhodanosti" radnog kolektiva.

Tehnološki gledano idealna je veliko - serijska proizvodnja. Za takvu proizvodnju moguće je projektirati najracionalniji tehnološki proces s najmanjim utroškom energije, fizičkog rada, materijala, s optimalnim opterećenjem proizvodno - tehničke opreme, ali da li i s najnižim proizvodnim troškovima?

Kad se računa s nabavom već iskrojenih elemenata njihova cijena je nešto veća od cijene neiskrojenih ploča. S druge strane u strojnom parku tvornice namještaja uključena je kompletna oprema za krojenje ploča. Sigurno je da to nije ekonomičnije rješenje. Gledajući jednostrano s komercijalnog stanovišta, proizvođačima namještaja bi odgovarala uža specijalizacija i veliko-serijska proizvodnja, ali tržište to ipak ne prihvaća. Potrošači žele što širi asortiman, veći izbor tipova, oblika i materijala, dakle, ne žele uniformiranost.

Ove dvije suprotnosti nije moguće sasvim uskladiti. Moguće ih je ublažiti raznim kombiniranjem konstruktivno i tehnološki identičnih osnovnih dijelova namještaja. Time se može postići vizuelna raznolikost izgleda i oblika proizvoda pa čak i funkcionalnosti, koristeći u biti iste standardne konstrukcione elemente.

Kada se definira proizvodni program, tehnologija i organizacija tj. sistem upravljanja proizvodnjom, mora se izvršiti analiza grube strojne obrade ploča, kako s tehnološkog tako i ekonomskog gledišta. Pitanje je da li svaka tvornica korpusnog namještaja mora imati kompletnu tehnologiju za grubo krojenje ploča, odnosno do koje faze opremljenosti ta tehnologija utječe na smanjenje odnosno povećanje troškova proizvodnje. Predpostavlja se da proizvođači ploča mogu isporučiti proizvođačima namještaja iskrojene ploče određenih dimenzija i odgovarajuće kvalitete, uz uvjet, da proizvođači namještaja definiraju proizvodni program i sprovedu internu i opću standardizaciju.

Kada je tvornica namještaja kompletno opremljena s grubom strojnom obradom ploča, trebalo bi imati slijedeće strojeve, transportna sredstva i proizvodni prostor:

- skladište ploča;
- transportna sredstva, viličar, valjčane transportere i podizne stolove, te ulagače i odlagače;

- strojeve za krojenje odnosno raspiljivanje ploča;
- međuskladište iskrojanih ploča;
- brusilice za egaliziranje;
- strojeve za pripremu furnira;
- strojeve za oplemenjivanje ploča;
- pomoćne strojeve za doradu i sastavljanje korisnog otpada.

Naprijed je navedeno da kapaciteti strojeva ovise o kapacitetu proizvodnje. To jeste jedan faktor za odabiranje strojeva ali ne i ostalih karakteristika strojeva. Danas se proizvodi vrlo širok dijapazon strojeva za krojenje ploča, od strojeva čiji je kapacitet od $5 \text{ m}^3/\text{smjeni}$ pa do strojeva od $80 \text{ m}^3/\text{smjeni}$, zatim strojeva s mehaničkim i elektronskim podešavanjem, od manualnog pa do potpuno automatiziranog posluživanja stroja, kao i strojeva s ručnim i automatskim mijenjanjem alata. Do kojeg stupnja mehanizacije odnosno automatizacije se želi opremiti strojni park, u ovom slučaju grupa strojna obrada ploča, ovisi o nizu faktora.

Svakako da se želi što ekonomičnija gruba strojna obrada ploča. No postoji i dilema da li je ekonomičnije instalirati strojeve s manualnim posluživanjem ili mehaniziranim odnosno automatiziranim posluživanjem, kao i strojeve bez automatizacije ili potpuno automatizirane imajući u vidu "faktor čovjek". Naime, smatra se, veći broj radnika - više problema? (da li smijemo tako razmišljati i da li je to humano?). S druge strane veći stupanj mehanizacije povlači sa sobom veće probleme održavanja strojeva i opreme i konačno - cijena strojeva, opreme i proizvodnog prostora nije beznačajna, kao ni potrošnja energije.

Idealno bi bilo da se mogu nabaviti iskrojene ploče željenih dimenzija i odgovarajuće kvalitete, u odgovarajućim količinama i željenom vremenu, ali tu postoji niz problema.

U slučaju obrade već oplemenjenih ploča, dolazi u

obzir samo stroj za krojenje ploča uz potrebna odgovarajuća transportna sredstva. Tu postoji dilema oko izbora stroja, njegovog kapaciteta i kvalitete. Najveća dilema nastaje kod krojenja neoplemenjenih ploča za koje su osim strojeva za krojenje, potrebni i strojevi za egaliziranje odnosno kalibriranje i strojevi za oplemenjivanje ploča.

Iako se očekuje da je kvaliteta ploča u određenim granicama, ipak ujednačenost debljine ploča rijetko zadovoljava, a to je od presudnog značenja za daljnju obradu pločastih obradaka. Ne bi bilo problema kada bi se tvornica mogla snabdijevati od jednog proizvođača ploča, koji bi garantirao konstantnu željenu debljinu ploča. U današnjim prilikama to se rijetko postiže, jer se tvornice namještaja snabdijevaju od više proizvođača. Kada bi se i to ostvarilo, postavlja se pitanje pripreme odnosno grube strojne obrade ploča s naljepljenim rubnim letvicama, koje se naljepljuju prije furniranja. Nadalje, u ovom slučaju, dolazi i pitanje strojeva za egaliziranje. Prema navedenom, kada se obrađuju oplemenjene i neoplemenjene ploče zadovoljavajućih debljina i bez rubnih letvica odnosno kada se rubne letvice naljepljuju poslije furniranja, potrebno je imati samo stroj za krojenje ploča. Kada želimo upotrijebiti i koristan otpadak od ploča, koji nastaje prilikom krojenja kao i škart koji nastaje u toku fine strojne obrade, potrebno je imati sekundarne strojeve za doradu navedenog škarta.

Grupa sekundarnih strojeva sastoji se iz jednolisne kružne pile za krojenje korisnog otpada, stolne glodalice za izradu utora odnosno nazupčane sljubnice, te brusilice egalizirke za odstranjivanje furnira brušenjem s furniranih obradaka.

2.0. Strojna obrada ploča i njihovo oplemenjivanje

Radi cjelovitosti u poimanju iznesenih postavki, u slijedećim primjerima izvršit će se analiza tvornice kuhinja u odnosu na kompletnu grubu strojnu obradu ploča i njihovo

oplemenjivanje. Tvornica je projektirana tako da može izvršiti kompletno oplemenjivanje ploča za korpuse, police i prednje strane ladica, a leđa, podovi ladica i korpusi za ladice se ne oplemenjuju. Za sve elemente ormarića izvršena je standardizacija i tipizacija.

Svi korpusni elementi ormarića izrađeni su iz iverica debljine 18 mm, police iz iverice (debljine 13 mm) oplemenjene folijom, dok su vrata i prednjaci ladica izrađeni iz masiva i ploča u slijedećim odnosima: 10% masivne fronte, 90% fronte iz ploča. Vrata i prednje stranice ladica (fronte) oblagati će se furnirom i folijama u slijedećim odnosima: 10% furniranih fronta, a 90% obloženih folijom. Zastupljenost vrsta folija iznosi: 50% PVC folije, a 50% su laminati.

Godišnji kapacitet proizvodnje iznosi 200.000 ormarića.

Za planiranu proizvodnju potrebne su slijedeće vrste i količine ploča:

Iverice neoplemenjene debljine 18 mm	441.300 m ² /god.
" " " 13 mm	61.800 "
" " " 10 mm	6.500 "
Vlaknatice oplemenjene " 3,5 mm	150.000 "
Furnir	30.000 "

Da bi se mogle izvršiti komparacije osnovnog materijala u odnosu na krojenje, a i neke financijske pokazatelje, svi materijali će se po količini iskazati u m³

Iverica debljine 18 mm	7.943,4 m ³ /god.	80,3%
" " 13 mm	803,4 "	8,1%
" " 10 mm	65,0 "	0,7%
Lesonit " 3,5 mm	525,0 "	5,3%
Masivno drvo - jela, bukva hrast	554,0 "	5,6%
	<hr/> 9.890,8 m ³ /god.	100,0%

Treba spomenuti da ovdje nisu uzeti u obzir korpusi ladica. Oni se nabavljaju kao poluproizvodi tj. površinski i stroj-

no obrađeni. Za cjelokupni proizvodni program potrebno je 9.890,8 m³ ploča i masiva godišnje. Od ukupne potrebe osnovnog materijala otpada na ploče iverice 89,1%, od čega je potrebno oplemeniti 88,4%.

2.1. Analiza osnovnog i pomoćnog materijala u odnosu cijene koštanja

Osnovni materijal sudjeluje u cijeni koštanja s 29%, a pomoćni materijal s 43%. Učešće pomoćnog materijala je visoko, jer je u njega uključena vrijednost sudopera koja u odnosu na ukupni osnovni materijal iznosi 50%. Vrijednosno učešće svih ploča u osnovnom materijalu iznosi 37%, dok je učešće ploča koje se oplemenjuju u tvornici 31%. Vrijednosno učešće ploča koje se oplemenjuju u odnosu na cijenu koštanja iznosi 9% odnosno svih ploča 11%.

U nastavku prikazat će se učešće pojedinih materijala u odnosu na ukupnu vrijednost osnovnog i pomoćnog materijala:

Osnovni materijal:	ploče	14,93 %
	ostalo	25,18 %
Pomoćni materijal:	sudoperi	30,25 %
	ostalo	29,82 %

Za spomenutu tvornicu strojevi i oprema iznose 38%, dok strojevi i oprema koja se odnose na krojenje i oplemenjivanje ploča iznose 27%, od ukupne vrijednosti strojeva i opreme.

Kapaciteti svih skladišnih prostora za uskladištenje ploča, pomoćnog materijala za oplemenjivanje ploča i međuskladište korisnog otpada, mogu podmiriti proizvodnju za 26 radnih dana. Gledajući vrijednosno, ukupan skladišni i radni prostor iznosi u odnosu na ostali radni prostor i skladištenje bez skladišta gotove robe 29%.

Uzevši u odnos cjelokupnu investiciju za strojeve, investicije za dio koji se odnosi na ploče do fine strojne obrade iznose 29%.

Kada bi se skrojeni neoplemenjeni ili oplemenjeni elementi ploča dopremali direktno iz tvornice ploča ili neke centralne krojačnice ploča, moglo bi se uštediti na znatnom dijelu navedene opreme i prostora.

2.2 Oprema za krojenje i oplemenjivanje ploča jednog tehnološkog zadatka

Na slikama 1 i 2 nalazi se raspored strojeva tvornice kuhinja. Na njima su prikazani skladišni i radni prostori koji se odnose na krojenje i oplemenjivanje ploča.

LEGENDA

P r o s t o r i:

- A. Skladište osnovnog materijala,
- B. Strojna obrada ploča za oplemenjivanje,
- a₁ Skladište ploča,
- a₂ Skladište folija i dekor papira,
- a₃ Skladište korisnog otpada ploča,
- a₄ Skladište furnira,
- a₅ Skladište laminata i vlaknatica.

S t r o j e v i i o p r e m a:

- 1. Viličar veći,
- 1.1 Podizni stol,
- 1.2 Jednolisna nadstolna kružna pila s pomičnim stolom i s elektronskim podešavanjem pile,
- 1.3 Pogonjeni transporter za odlaganje iskrojenih ploča,
- 1.4 Jednolisna kružna pila s pomičnim stolom (pomoćni stroj),
- 1.5 Brusilica - egalizirka gornja,
- 1.6 " " donja,

- 1.7 Međutransporter,
- 1.8 Dvostrana profilirka,
- 1.9 Brusilica za rubove,
- 1.10 Podstolna pila za furnir i laminat,
- 1.11 R.R.M.,
- 1.12 Spajačica furnira

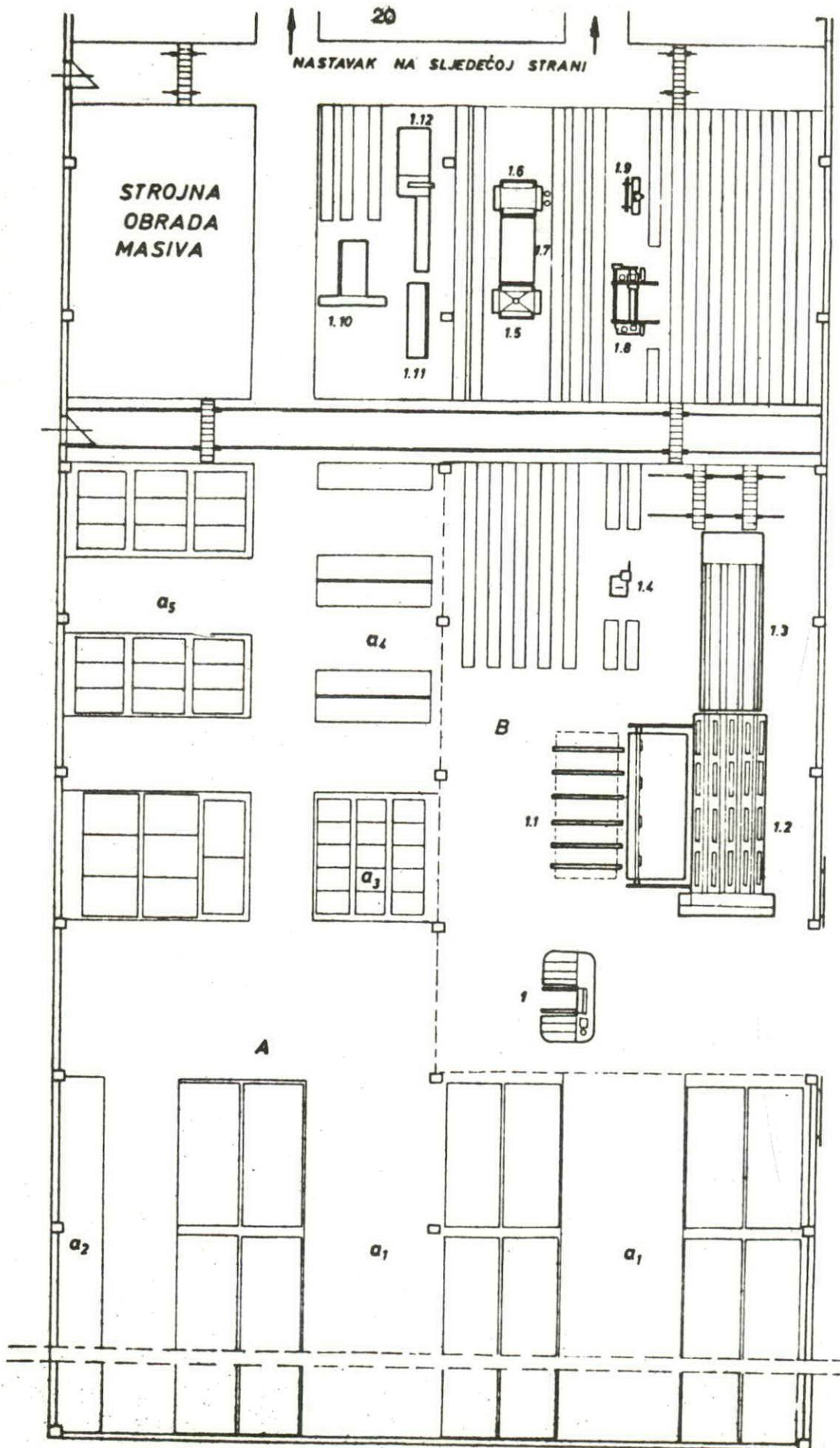
L i n i j a z a o p l e m e n j i v a n j e p l o č a

- 1.13 Automatski ulagač,
- 1.14 Četkarica (četka za otprašivanje donja i gornja),
- 1.15 Kanal za predgrijavanje,
- 1.16 Nanosačica ljepila,
- 1.17 Stroj za oblaganje folijama,
- 1.18 Valjčana preša,
- 1.19 Stroj za presavijanje,
- 1.20 Nanosačica ljepila,
- 1.21 Međutransporter,
- 1.22 Transporter s trakom (ulazni),
- 1.23 Transporter s trakom (izlazni),
- 1.25 Automatski odlagač.

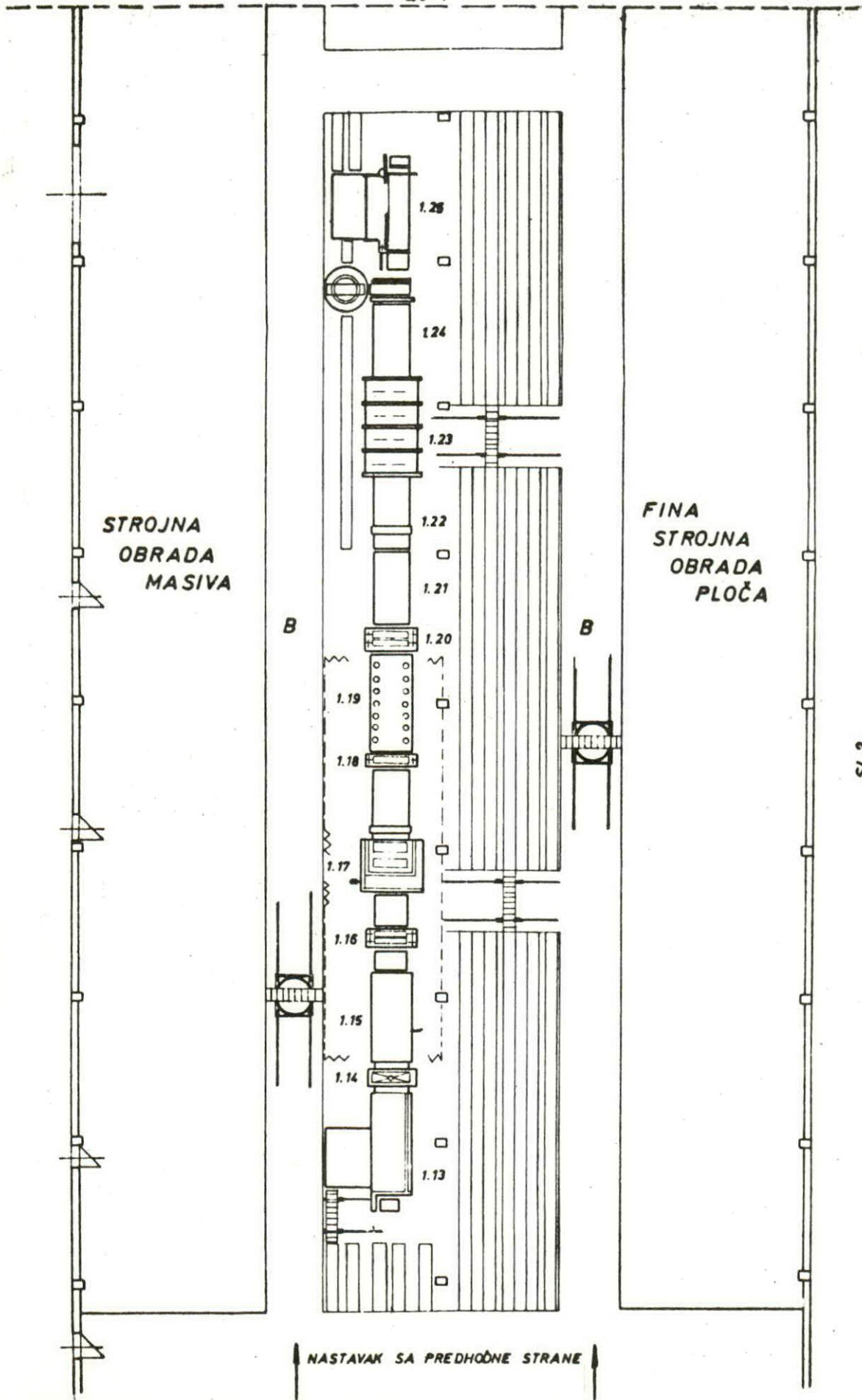
2.3 Oprema za krojenje i oplemenjivanje ploča drugog tehnološkog zadatka u dvije varijante

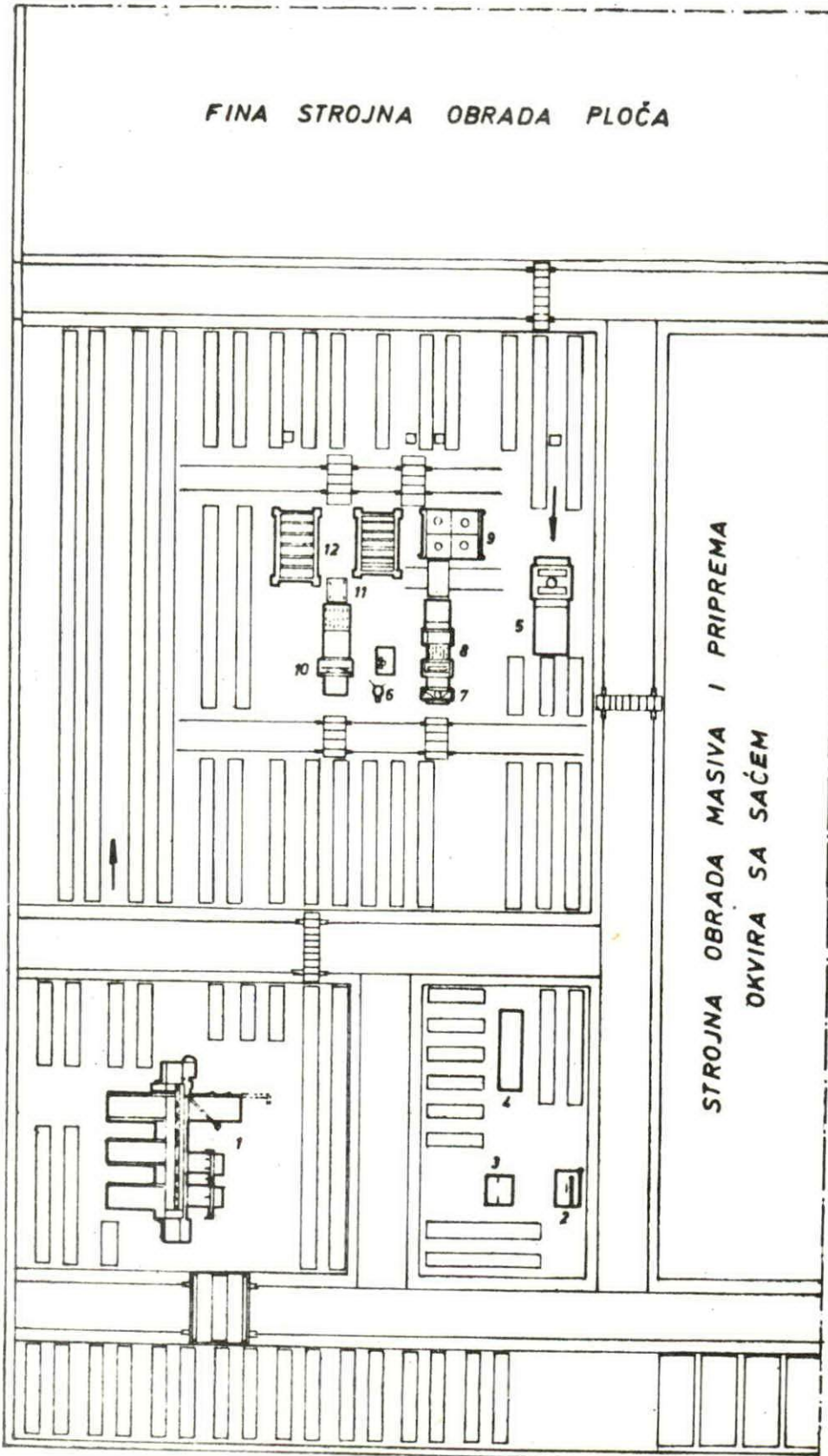
Na slikama 3 i 4 prikazani su rasporedi strojeva tvornice kuhinja u dvije varijante. Prva varijanta (sl.3) izrađena za tehnološki zadatak u kojem bi se korpusi i police ormarića izrađivali iz masivnih okvira ispunjenih sa saćem i obloženi s oplemenjenom vlaknaticom. Vrata i prednje strane ladica i radne plohe izrađivale bi se iz iverica obloženih laminatima.

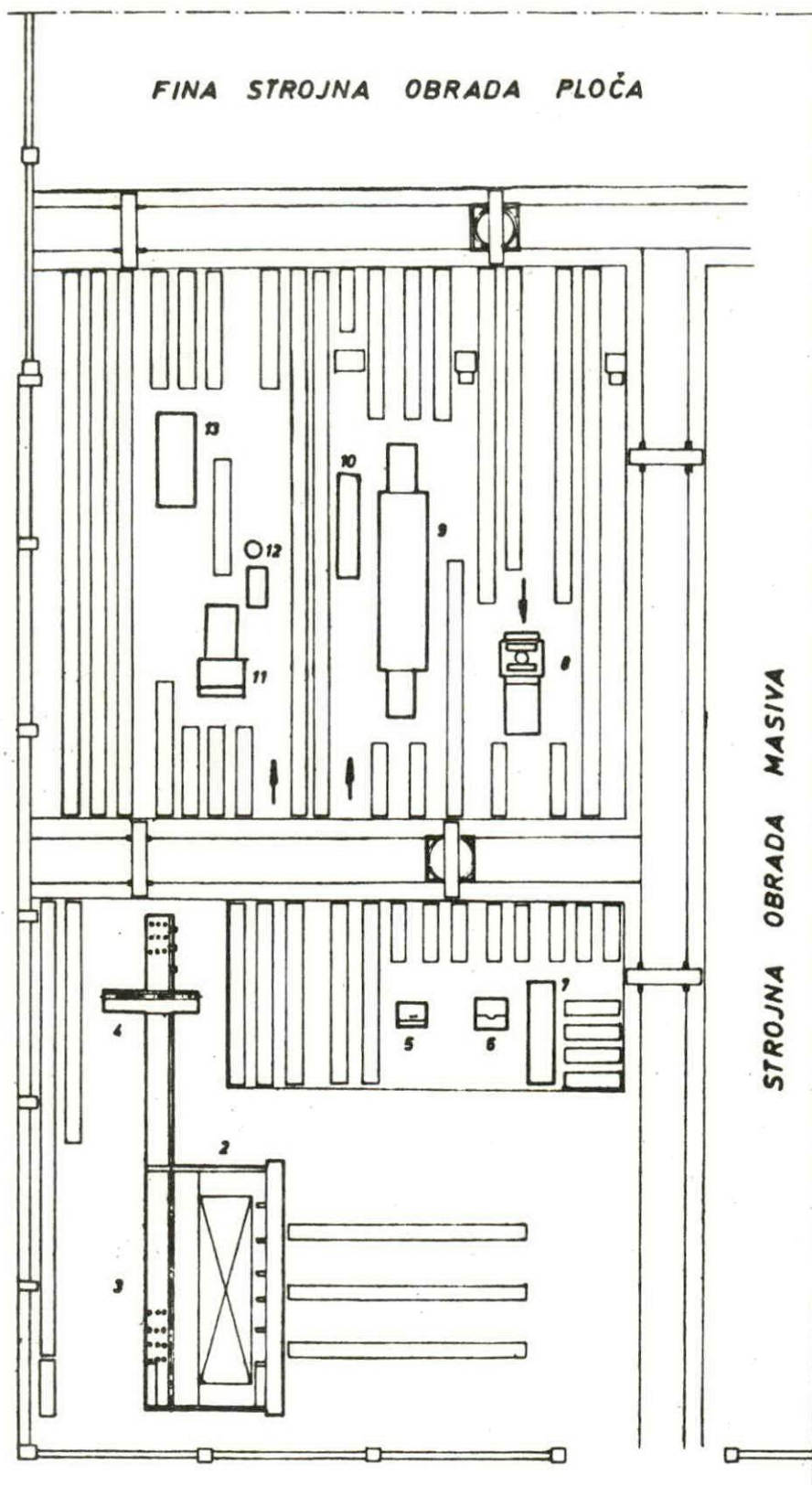
Nakon izmjene tehnološkog zadatka izrađena je druga varijanta (sl.4) u kojoj bi se svi korpusni elementi i vrata izrađivali iz neoplemenjenih iverica, koje će se oplemenjivati u tvornici i to s PVC folijom i laminatima.



Sl. 1.







SL. 4.

Uspoređujući raspored strojeva prve i druge varijante, vidi se da je kod druge varijante došlo do povećanog radnog prostora. To je iziskivala manipulacija ploča do stroja za krojenje, smještaj samog stroja za krojenje i potreba krojenja većih količina ploča.

Treba napomenuti da je brusilice-egalizirka locirana suprotno smjeru obrade zbog specifične obrade vrata. Naime, sve elemente za vrata i radne plohe potrebno je prije oblaganja lijeve i desne strane s laminatima obraditi na točnu dimenziju i oblijepiti rubove s laminatom. Ovim primjerom htjelo se naglasiti da jedan detalj može izmijeniti tok uobičajenog tehnološkog procesa i povećati transport obratka.

Analizirajući rasporede strojeva ranije spomenute tvornice i navedenih dviju varijanti tvornice kuhinja, a koji se odnose na obradu ploča, vidi se znatna razlika iako izrađuju približno isti kuhinjski namještaj. No zajednička problematika obadviju tvornica u odnosu na oplemenjivanje ploča za korpuse ormarića je ista.

Kad bi jedna i druga tvornica nabavile oplemenjene ploče na domaćem tržištu, znatno bi se smanjile investicije strojeva za krojenje i oplemenjivanje ploča, a s time proizvodni i skladišni prostor. Radi specifične obrade vrata i radnih ploha, kod obadvije tvornice, potrebno je imati strojeve za krojenje i oplemenjivanje ploča, ali s puno manjim kapacitetom kao i manjom transportnom opremom i manjim površinama skladišnog i radnog prostora.

TVORNICA KUHINJA H - LJ

Legend a

I. Varijanta

1. viljuškar,
2. podizni stol,

II. Varijanta

1. podstolna kružna pila,
2. jednolisna kružna pila,

- | | |
|---|----------------------------|
| 3. podstolna kružna pila za uzdužni rez, | 3. stolna glodalica, |
| 4. podstolna kružna pila za poprečni rez, | 4. R. R. M. , |
| 5. jednolisna kružna pila, | 5. brusilica - egalizirka, |
| 6. stolna glodalica, | 6. priprema ljepila, |
| 7. R. R. M., | 7. četka, |
| 8. brusilica - egalizirka, | 8. nanosačica ljepila, |
| 9. linija za oblaganje ploča folijama, | 9. hladna blok preša, |
| 10. priprema ljepila, | 10. nanosačica ljepila, |
| 11. nanosačica ljepila sa četkom, | 11. kolica, |
| 12. etažne preše. | 12. priprema ljepila, |
| | 13. etažna preša. |

L i t e r a t u r a :

1. Ljuljka, B.: Tehnologija proizvodnje namještaja. SIZ odgoja i usmj.obraz.šum. i drv. ind., Zagreb 1977.
2. Schröder, H.J.: Projekt-Management, Wiesbaden 1973.
3. Sinković, B.: Investicioni program tvornice kuhinja TROKUT Novska. Zagreb, 1977.
4. Sinković, B.: Glavni tehnološki projekt Tvornice kuhinja TROKUT Novska. Zagreb, 1978.
5. Sinković, B.: Investicioni program Tvornice kuhinjskog namještaja DIP "NEHAJ", Senj. Zagreb, 1978.
6. Sinković, B.: Odnos konstrukcije vrata i rješenje tehnološkog procesa. Rukopis, Institut za drvo, Zagreb 1977.
7. Wacker, H.: Computereinsatz in der maschinellen Holzverarbeitung. Holz u. Kunststoffverarb. 1973. 4.

Stjepan Tkalec[✱]

TEHNOLOŠKI POSTUPCI I ISKORIŠĆENJE
MATERIJALA PRI OBRADI PLOČA

U v o d

U sklopu problematike i rješavanja racionalnog gospodarjenja osnovnim materijalima u finalnoj drvnoindustrijskoj proizvodnji, nalaze se tri područja poslovnih aktivnosti kroz koje se direktno utječe na iskorišćenje osnovnih materijala. Te funkcije poslovnog sustava jesu:

- razvoj i oblikovanje proizvoda koji određuje elemente proizvodnog programa, te izbor vrsta materijala za izradu /kvalitativni i kvantitativni podaci dobiju se istraživanjem tržišta/;

- tehnologija koja određuje uvjete izrade, tehnološke postupke, izbor opreme po kapacitetu, zahtijevanoj kvaliteti i točnosti obrade, te drugi tehnološko-ekonomski zahtjevi;

- organizacija izrade /tehnološka organizacija/ koja obavlja planiranje /nabave, izrade, isporuke/, upravljanje i vođenje procesa izrade, te nadziranje na razini repromaterijala, procesa izrade i proizvodne opreme.

Kod rješavanja tehnološke problematike krojenja pločastih materijala, treba posebnu pažnju posvetiti izboru tehnoloških postupaka i opremi za krojenje, odnosno daljnjoj obradi ploče. O pravilnom ili namjenskom izboru tehnoloških postupaka obrade ploča može ovisiti smanjenje ili povećanje utroška ploča u odnosu na realne normative. Nadalje, to može utjecati na kvalitetu i točnost obrade koja je u vezi s udjelom raznovrsnih gubitaka /škarta/ u procesu izrade. Na kraju, uvedeni tehnološki postupci djeluju na uspješnost provodjenja organizacijskih sustava ili metoda.

[✱] Mr S. Tkalec, dipl. ing., Institut za drvo Zagreb.

Ovdje će se ukratko ukazati na mogućnosti smanjenja utroška osnovnih materijala, prvenstveno ploča, primjenom pravilnog izbora tehnoloških postupaka. Ujedno će se dati prikaz strukture gubitaka materijala u procesu finalizacije.

1.0 S t r u k t u r a g u b i t a k a p l o č a s t i h m a t e r i j a l a u p r o c e s u f i n a - l i z a c i j e

Smanjenje utroška ploča može se postići već u fazi pripreme proizvodnje, tj. u fazi oblikovanja, i to racionalnom primjenom debljina ploča. Često je puta moguće tanjim pločama postići zadovoljavajuću čvrstoću konstrukcije.

U toku transporta, manipulacije i nepravilnog usklađivanja, dolazi do smanjenja upotrebljivosti ploča, znači, već u fazi ulazne kontrole konstatiraju se ulazni ili skladišni gubici na materijalu $/G_s$, ulazni škart/. Mehanička oštećenja rubova ploča, lomovi, a posebno oštećenja ploha oplemenjenih ploča, mogu znatno utjecati na povećanje gubitaka /škarta/ u procesu izrade. U toku izrade javljaju se gubici kod krojenja $/G_k$, otpadak/, te gubici u procesu obrade ili izrade u užem smislu $/G_i$ /. Postoje i razni ostali gubici $/G_o$ / izvan i unutar procesa izrade.

Gubici u procesu krojenja ili otpadak $/G_k$ / nastaju u procesu izrade i predstavljaju dio repromaterijala koji se ne može iskoristiti za osnovnu namjenu /dimenzije, kvaliteta/. Oni se javljaju u dva oblika, i to kao:

Upotrebljivi otpadak $/O_u$ /. Upotrebljivi otpaci pri krojenju ploča su oni koji se mogu korisno upotrijebiti u izradi finalnih proizvoda /drugi proizvodi, širinski lijepljene ploče, ambalaža, razna pomagala i dr./.

Neupotrebljivi otpadak $/O_n/$. Neupotrebljivi otpaci su oni koji se ne mogu korisno upotrijebiti u izradi finalnih proizvoda, te se rabe za sporedne namjene ili se bacaju /otpaci propiljaka, sitni okrajci i porupci, bruševina i dr./. Neupotrebljivi otpaci kao nadmjera i sitni okrajci, mjesto su gdje se može najviše utjecati na smanjenje neupotrebljivog otpada.

Gubici u procesu izrade $/G_i/$ tzv. proizvodni škart je dio repromaterijala, poluproizvoda ili gotovog proizvoda koji ne odgovaraju propisanim tehničkim zahtjevima ili standardnim uvjetima kvalitete. Kao takvi se ne mogu upotrijebiti za osnovnu namjenu.

Proizvodni gubici materijala javljaju se u tri oblika, i to kao:

Obraci za popravak $/O_p/$ - tzv. popravljivi škart. Oni se nakon određenog popravka mogu upotrijebiti za osnovnu namjenu. Kod toga je važno procijeniti da li su troškovi popravka veći od vrijednosti škartiranog elementa ili uvjetno upotrebljivog obratka. U protivnom se tretira kao neupotrebljivi obradak ili škart.

Uvjetno upotrebljivi obraci $/O'_u/$ - tzv. uvjetni škart, je onaj koji se nakon popravka ili naknadne obrade može upotrijebiti u izradi nekog drugog finalnog proizvoda.

Neupotrebljivi obraci $/O'_n/$ - tzv. konačni ili neupotrebljivi škart je onaj koji se popravkom ili naknadnom obradom ne može upotrijebiti za namijenjenu ili neku drugu svrhu. Troškovi popravka bili bi veći od vrijednosti škartiranog elementa.

Od navedenih oblika gubitaka repromaterijala, kao: ulazni gubici, gubici u procesu izrade, javljaju se i razni ostali gubici $/G_o/$. Oni nastaju u toku cjelokupnog proizvodnog procesa, zavisno od tehnološkog procesa /gubljenja, otudjenje, rastep, zamjena kod reklamacije i sl./.

Gubitke pločastih materijala izražavamo količinski /m², m³, kom./ ili vrijednosno.

Maksimalno iskorišćenje ploča u proizvodnji finalnih proizvoda, postiže se izborom pravilnog tehnološkog postupka obrade, obradom na strojevima koji zadovoljavaju svim tehnološko-ekonomskim zahtjevima i izradom koja je dobrim organizacijskim metodama pripremljena i provedena. Utrošci kod pojedinih tehnoloških operacija daju strukturu gubitaka, odnosno sumu svih gubitaka. Iskorišćenje se izračuna iz odnosa svih gubitaka i ulazne količine repromaterijala. JUS D.CO.025. za obračunavanje gubitaka pri rezanju i iskorišćenja daje slijedeće obrasce:

Gubitak na prerezu /otpadak u procesu krojenja/:

$$O_p = \frac{100 /M_b - M_n/}{M_b} \dots \%/$$

M_b = površina ploče - bruto površina /m²/

M_n = površina iskrojenih elemenata -neto površina /m²/

Iskorišćenje kod krojenja ploča:

$$I = \frac{100 M_n}{M_b} \dots \%/$$

Za planiranje nabave koristi se i izraz za izračunavanje dodatka na prerez /D_p/ koji se dobije iz odnosa količine otpada i iskrojenih elemenata:

$$D_p = \frac{100 /M_b - M_n/}{M_n} \dots \%/$$

U praksi se mora raspolagati s podacima o stvarnim utrošcima za određene vrste proizvoda i materijala, tehnološke i organizacijske postupke u koje su uključeni i optimalni planovi krojenja. Dakle, uz navedene podatke o otpacima kod krojenja, treba uzeti u obzir i ostale gubitke u procesu izrade.

Neki autori dijele gubitke materijala na redovne /otpaci krojenja/ i izvanredne /skladišni i ostali gubici/, odnosno na gubitke po fazama obrade /krojenje, gruba obrada, fina strojna obrada itd./. Ukupni gubici pločastih materijala u procesu finalizacije mogu se izraziti:

$$G = G_u + G_k + G_i + G_o$$

gdje su:

G_u = ulazni ili skladišni gubici /ulazni škart/;

G_k = gubici kod krojenja ili otpaci;

G_i = gubici u procesu izrade;

G_o = razni ostali gubici.

Gubici nastali u procesu krojenja /otpadak/ sastoje se od:

$$G_k = O_u + O_n$$

gdje je:

O_u = upotrebljivi otpaci;

O_n = neupotrebljivi otpaci; / o_p - propiljak, o_o - okrajci-porupci, o_n - nadmjera/.

Gubici u procesu izrade ili obrade tzv. proizvodni škart sastoji se od:

$$G_i = O'_p + O'_u + O'_n$$

gdje je:

O'_p = obraci za popravak;

O'_u = uvjetno upotrebljivi obraci /uvjetni škart/;

O'_n = neupotrebljivi obradci /konačni škart/.

Za računanje potreba nabave, tj. ukupnu ulaznu količinu materijala računamo:

$$Q_u = Q_i + G$$

gdje je:

Q_i = ukupno iskorištena ulazna količina materijala;

G = ukupni gubici materijala.

Kod praktičnog računanja rabe se koeficijenti ili

postoci iskorišćenja odnosno gubitaka. Koeficijenti iskorišćenja dobiju se na osnovi snimljenih podataka o utrošcima materijala za određene vrste proizvoda i tehnološke uvjete. Njih kasnije upotrebljavamo za potrebe planiranja. Koeficijent iskorišćenja pločastih materijala računa se:

$$k_i = \frac{Q_i}{Q_u} = \frac{Q_u - G}{Q_u}$$

Odnosno koeficijent gubitaka je:

$$k_g = \frac{G}{Q_u} = \frac{G_s + G_k + G_i + G_o}{Q_u}$$

Ako se želi izračunati ukupna ulazna količina materijala, mora se na osnovi konstruktivnih karakteristika proizvoda uzeti količina ploča s čistim /neto/ dimenzijama, koja je potrebna za kompletiranje jednog ili serije proizvoda $/Q_i/$. Prema tome se izračuna potrebna količina:

$$Q_u = \frac{Q_i}{k_i} \dots \text{/za ploče m}^2 \text{ ili m}^3\text{/}$$

ili ukoliko su nam poznati podaci o gubicima:

$$Q_u = \frac{Q_i}{1 - k_g}$$

Ukupno potrebne količine materijala računaju se u praksi i na osnovi količina s nadmjerom /bruto/. Za računanje koeficijenta iskorišćenja ne uzima se suma gubitaka, već se iz sume izdvajaju gubici koji otpadaju na neupotrebljive otpatke nadmjere $/o_n/$. Primjer računanja nabavne količine ploča za seriju garnitura kombiniranog ormara na osnovi specifikacije ploča tzv. sastavnice dijelova. Volumen ploča s neto dimenzijama:

$$q_i = 0,42 \text{ m}^3/\text{grt}$$

- Veličine serije kombiniranih ormara:

$$N_s = 200 \text{ kom/ser.}$$

- Suma gubitaka izražena koeficijentima iznosi:

$$k_{g_u} = 0,0140, k_{g_k} = 0,0923, k_{g_i} = 0,0340,$$

$$k_{g_0} = 0,0062$$

$$k_g = 0,1465$$

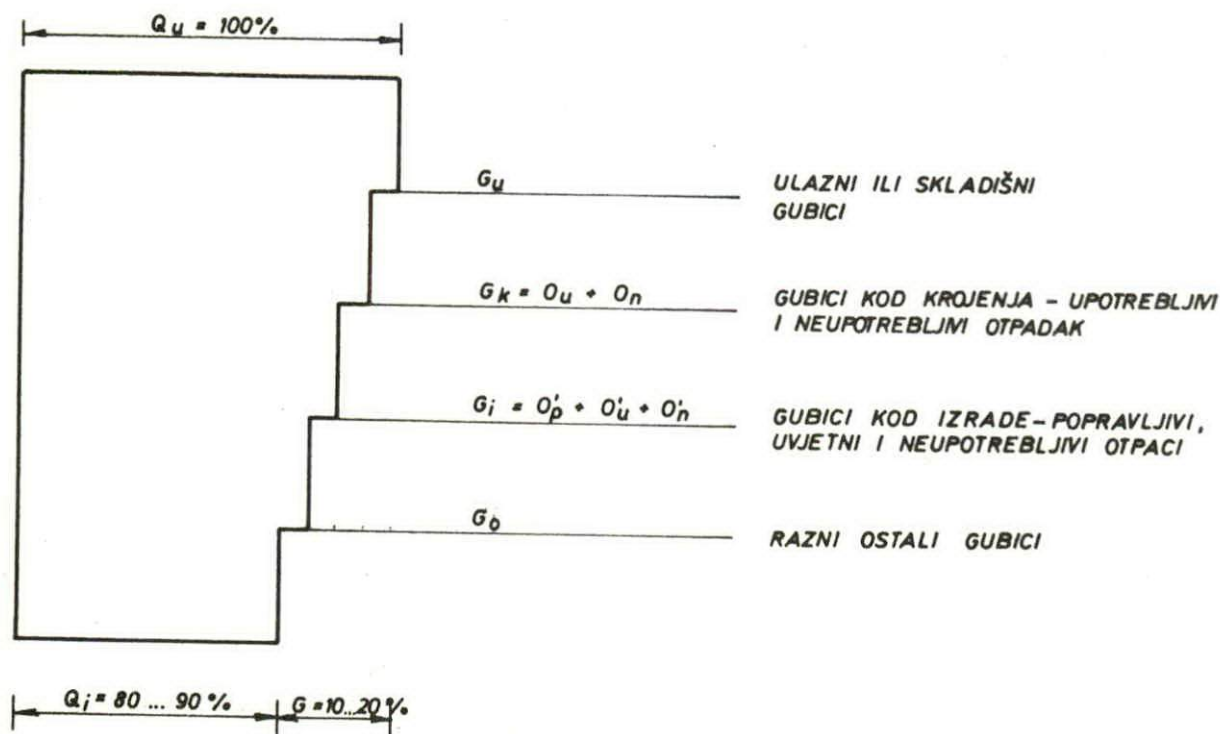
- Ukupna potreba ploča dimenzija 2740 x 2050 mm debljine 16 mm iznosi:

$$Q_u = \frac{Q_i}{k_i} = \frac{N_s \times q_i}{1 - k_g} = \frac{200 \times 0,42}{1 - 0,1465} = \frac{84}{0,8535} = 98,4 \text{ m}^3$$

U praksi je uobičajeno računanje, kako je ranije izneseno, prema obrascu JUS-a ili pomoću koeficijenata iskorišćenja odnosno gubitaka za fazu krojenja elemenata.

Na slici 1. iznijet je shematski prikaz strukture gubitaka.

SHEMA STRUKTURE GUBITAKA PLOČASTIH MATERIJALA U PROCESU FINALIZACIJE



2.0 Utjecaj tehnoloških postupaka obrade na iskorišćenje ploča

Kod racionalizacije u primjeni osnovnih materijala posebna pažnja se posvećuje gubicima koji nastaju u procesu krojenja / G_k / jer su ovdje najveće mogućnosti za postizanje ušteda. Primjerom će se ukratko objasniti važnost izbora tehnološkog postupka krojenja i obrade ploča u varijantama sa smanjenom nadmjerom. To naročito vrijedi kod obrade oplemenjenih ploča, izrade u sastavu i krojenja specijalnim pilama.

U donjem pregledu navedeni su podaci s dimenzijama pločastih elemenata nekog proizvoda, te udio nadmjere izražen u postocima:

Iskrojene ploče /m x m/	A s nadmjerom obostrano 10 mm /obr.pilj./	B s malom nadmjer. obostr. 5 mm /pilj.-glod./	C s min.nadmjer.obostrano 3 mm /obr.-glod./	D bez nadmjere /obr.-pilj./
stranice 2,40 x 0,55	4,5	2,2	1,3	nema
podovi 0,90 x 0,55	5,9	2,9	1,7	otpada
vrata v. 1,7 x 0,45	5,6	2,8	1,7	
vrata m. 0,6 x 0,45	7,7	3,9	2,3	
Prosječni otpadak %/	5,9	2,9	1,7	-

Na osnovi iznesenih podataka možemo zaključiti da su gubici uslijed smanjenja nadmjere znatno umanjeni. To nas dovodi do zaključka da je za racionalno korišćenje materijala potrebno primijeniti one tehnološke postupke koji omo-

gućuju obradu rubova s minimalnom ili potpuno bez nadmjere.

3.0 O d r e d j i v a n j e s t r o j e v a i o p r e m e z a k r o j e n j e p l o č a - s t i h m a t e r i j a l a

U procesu razvoja proizvodne ideje potrebno je cjelovito razmatranje problematike rješavanja organizacijsko-tehnoloških varijabli buduće proizvodnje. Drugim riječima, novi proizvodni program mora se uklopiti u tehnološke i organizacijske okvire koji su u skladu s ciljevima, potrebama i raspoloživim financijskim ili materijalnim sredstvima radne organizacije. Ciljevi realizacije moraju biti analizirani i jasni sa svih stajališta, jer uvođenje novog programa usporedo aktivira rješavanje organizacijskih metoda i uvjeta proizvodnje s tehnologijom, koja je već određena ili instalirana, odnosno potrebno je izvršiti racionalan izbor te opreme. Praksa je pokazala da je povoljniji slijed akcija ukoliko se prethodno postave organizacijski okviri buduće tehnološke organizacije, a tada se vrši izbor opreme i eventualna korekcija projektirane organizacije.

Uzmimo primjerice jedan detalj u racionalizaciji krojenja ploča po metodi OPTIMA /11/. Racionalizaciji krojenja se pristupa najčešće kod uvedene proizvodnje, tj. određeni su proizvodni i skladišni prostori te instalirana oprema za krojenje ploča. U takvim uvjetima postoji niz raznih ograničenja za veća poboljšanja uslijed nedovoljnog raspoloživog prostora, ograničenih eksploatacijskih veličina opreme, te uvedene organizacije pripreme i izvođenja procesa. Razumljivo je da se u većini takvih slučajeva ne mogu iskoristiti sve mogućnosti programa optimalizacije koji daje najpovoljnija iskorišćenja ploča, te angažiranje radne snage, energije i prostora.

Kod projektiranja novih pogona, u skladu s proizvodnim programom, svi ti nedostaci mogu se izbjeći ukoliko se odrede metode suvremene organizacije /organizacijska struktura, postupci i sredstva/. Tada se vrši izbor opreme koja će odgovarati razini organizacijskih i tehnoloških zahtjeva.

Za izbor najpovoljnije opreme potrebne su dvije skupine sistematiziranih ulaznih podataka. Prvu skupinu čine podaci o svim strojevima i opremi za krojenje koja je dostupna našem tržištu. S obzirom na vrlo veliki broj proizvođača opreme, kao i znatno veliki asortiman strojeva za krojenje, potrebno je smanjiti područje izbora na tzv. uži izbor koji je moguće detaljno obraditi. U primjeru koji će se iznijeti, prikazat će se metoda koju primjenjuje Institut za drvo u Zagrebu, u svakodnevnoj praksi, na projektiranju finalnih pogona.

Metoda izbora sastoji se u primjeni dvoulaznih tablica s podacima o tehnološko-ekonomskim i djelomično organizacijskim zahtjevima za krojenje ploča, te podacima o vrstama strojeva koji trebaju zadovoljiti te zahtjeve. U prilogu se daje primjer tablice /ključa/ za odabiranje stroja ili postrojenja po principu do tri prioriteta dobavljača. Prioritetni dobavljači izdvajaju se na osnovi pozitivnih dosadašnjih iskustava, odnosno uzimaju se jedini dostupni, ukoliko ih ima manje od tri.

Vrsta stroja Proizvođač i tip	Tehnološko-ekonomski zahtjevi							Σ
	1	2	3	4	5	6	7	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.	x	x	x				x	4
7.	x	x	x	x	x	x	x	7
8.	x	x	x		x		x	5

itd. do broja 12.

Pojednostavljeni tabelarni pregled s tehničkim podacima za izbor tehnološke opreme

Svaka horizontalna rubrika sastoji se od tri podrubrike, odnosno tri slične opreme različitih dobavljača:

1. Formatna kružna pila jednolisna s pomičnim stolom
 - 1.1. SCHELLING, SKB, SR Njemačka
 - 1.2. SCM, SI 15 FS, Italija
 - 1.3. ŽICNICA, SFRJ
2. Formatna kružna pila jednolisna vertikalna
 - 2.1. HOLZ HER, 1300, SR Njemačka
 - 2.2. PUTSCH-MENICONI, SVP, Italija
 - 2.3. SOGEM, Francuska
3. Formatna kružna pila dvolisna s pomičnim stolom i nagibnim listovima
 - 3.1. HUELHORST; SR Njemačka
 - 3.2. RUECKLE, Rüco, SR Njemačka
 - 3.3. ŽICNICA, DPW, SFRJ
4. Formatna nadstolna kružna pila dvolisna s pomičnim stolom
 - 4.1. OCMAC, Italija
 - 4.2. ANTHON, PV, SR Njemačka
5. Formatna podstolna kružna pila jednolisna s ručnim pomakom skupine za piljenje
 - 5.1. SCHEER, FM 5, SR Njemačka
 - 5.2. MAYER/LOMBACH, FS, SR Njemačka
 - 5.3. PANHANS, SR Njemačka
6. Formatna podstolna kružna pila jednolisna s automatskim pomakom skupine za piljenje, bez produženja za istovremeni uzdužni i poprečni rez
 - 6.1. GIBEN, Nova jun./standard, Italija
 - 6.2. SCHEER, FM 9, SR Njemačka
 - 6.3. SCHELLING, FE, Austrija
7. Formatna podstolna kružna pila jednolisna s automatskim pomakom skupine za piljenje, s produženjem stola za istovremeni uzdužni i poprečni rez
 - 7.1. GIBEN, Supermatic 74, Italija
 - 7.2. IRION DENZ, P, SR Njemačka
 - 7.3. SCHELLING, FU 5800, Austrija

8. Formatna podstolna kružna pila jednolisna s podiznim stolom, automatskim posluživanjem i pomakom radne skupine, te s produženjem stola za istovremeni uzdužni i poprečni rez
 - 8.1. GIBEN, supermatic 76/78, Italija
 - 8.2. SCHEER, FM 10, SR Njemačka
 - 8.3. SCHELLING, FU/FP, Austrija
9. Postrojenje s dvije formatne podstolne pile za uzdužni i poprečni rez, s podiznim stolom, automatskim posluživanjem i pomakom
 - 9.1. GIBEN, Mod. 17, Italija
 - 9.2. IRION-DENZ, VK/VK-e, SR Njemačka
10. Postrojenje s dvije formatne pile za uzdužni i poprečni rez s podiznim stolom, automatskim posluživanjem, pomakom i odlaganjem iskrojenih složaja
 - 10.1. GABIANI, 30/40, Italija
 - 10.2. GIBEN, Mod 19, Italija
 - 10.3. SCHELLING, AT/ATS, Austrija
11. Formatna nadstolna jednolisna pila s okretnom skupinom za uzdužno i poprečno piljenje, automatskim posluživanjem i pomakom složaja. Visina obrade 80 ... 120 mm
 - 11.1. SCHWABEDISSEN, S 90/100, SR Njemačka
 - 11.2. TEUTOBURGER, TM 120/150, SR Njemačka
12. Formatna nadstolna jednolisna pila s okretnom skupinom za uzdužno i poprečno piljenje, automatskim posluživanjem i pomakom složaja, upravljanje putem programa na bušenim trakama, Visina reza 150 ... 200 mm
 - 12.1. SCHWABEDISSEN, SC 2000, SR Njemačka
 - 12.2. TEUTOBURGER, TM 200, SR Njemačka

Tehnološko-ekonomski i djelomično organizacijski zahtjevi svrstani su u sedam vertikalnih rubrika i nekoliko podrubrika, i to:

1. KAPACITET OPREME

- 1.1. Maksimalna potreba na krojenju / m^3 /smj./
- 1.2. Prosječna potreba na krojenju / m^3 /smj./
- 1.3. Prosječni normativ vremena /sati/ m^3 /

- 1.4. Prosječni normativ izrade /m³/sat/
- 1.5. Trajanje ciklusa krojenja prema određenom planu-shemi /min/cikl./
- 1.6. Prosječna brzina pomaka bez povratnog hoda /m/min/

2. VRSTA OSNOVNOG MATERIJALA

- 2.1. Neoplemenjena iverica troslojna /mm/
- 2.2. Furnirana iverica - okal
- 2.3. Oplemenjena iverica s folijom
- 2.4. Vlaktatica MDF
- 2.5. Vlaktatica tvrda oplemenjena
- 2.6. Furnirska ploča
- 2.7. Laminati
- 2.8. Oplatice ili furniri itd.

3. PROGRAM KROJENJA

- 3.1. Individualno piljenje zaobljeni rub /mm/
- 3.2. Piljenje ploča u slojevima do ... /mm/
- 3.3. Piljenje tankih ploča do ... /mm/
- 3.4. Maksimalna dužina piljenja /mm/
- 3.5. Min. i max, širina piljenja
- 3.6. Uzdužno-poprečno piljenje
- 3.7. Poprečno-uzdužno piljenje
- 3.8. Kombinirano uzdužno i poprečno
- 3.9. Piljenje pod kutom

4. TOČNOST I FINOĆA OBRADE

- 4.1. Odstupanje propiljaka u odnosu na max. radnu dužinu 0,1 ... 0,5 mm
- 4.2. Točnost piljenja obradaka po dužini - širini 0,1 ... 0,5 mm
- 4.3. Finoća obrade za oplemenjene ploče:
grubo /za oblaganje ploča/, fino /za oblaganje rubova/
- 4.4. Finoća obrade za oplemenjene ploče:
grubo /slijedi naknadna obrada/, fino /tzv. konačno za lijepljenje ili montažu/
- 4.5. Radna skupina za piljenje:
 - promjer pile, broj i vrsta zubaca
 - snaga motora i broj okretaja
 - predrezač i glavna pila
 - radna brzina pomaka
 - širina propiljaka

5. OPREMLJENOST STROJA

- 5.1. Individualno ručno ulaganje - posluživanje
- 5.2. Posluživanje stroja vacuum ulagačem

- 5.3. Posluživanje preko podiznog stola i gurača, odnosno vacuum uređaja
- 5.4. Posluživanje složajevima putem valjčanih tračnih, kolutnih transportera, preko zračnih sapnica i sl.
- 5.5. Upravljanje radom transportera i stroja djelomično ili potpuno automatizirano.
- 5.6. Razni dodatni uređaji za ubrzani ili usporeni pomak složaja za pozicioniranje tankih ploča, za željene dužine hoda pile, za podešavanje pomaka, za piljenje pod kutem itd.

6. ODRŽAVANJE

- 6.1. Mogućnost jednostavne izmjene alata i podešavanje
- 6.2. Mogućnost jednostavnog održavanja i trajnog osiguranja rezervnim dijelovima te serviserskim uslugama
- 6.3. Trajnost i sigurnost na radu

7. VRIJEDNOST OPREME I OBRADE

- 7.1. Cijena osnovnog stroja i transportne opreme
- 7.2. Cijena alata i osnovnih rezervnih dijelova
- 7.3. Troškovi uvoza, transporta, montaže, objekta i instalacija
- 7.4. Troškovi radne snage, energije, održavanja, amortizacije i kamata
- 7.5. Vrijednost obrade po jedinici /din/m³/

Primjer racionalnog izbora stroja po navedenoj metodi, kako je prikazano shematski u ranijoj tabeli, daje se u sljedećem pregledu:

Tehnološko-ekonomski zahtjevi	Mogućnosti stroja SCHELLING, FU 580/200
1	2
1. KAPACITET	
- prosječna potreba 12 m ³ /smj. kod formata 4 x 1,85 m	15 m ³ /smj.
- prosječni ciklus kod 5 + 5 rez. 10 min.	7 min/cikl.
2. VRSTA MATERIJALA	
- iverice /neopl. i oplemenjena/	da
- vlaknatica /neopl. i oplemenjena/	da
3. PROGRAM KROJENJA	
- piljenje složaja do 4 ploče 19 mm	vis.reza 80 mm
- širina piljenja 50 ... 1500 mm	max.šir. 2100 mm
- dužina piljenja do 5200 mm	max.duž. 5800 mm
- istovremeno uzdužno-poprečno kod dužine ploče 4000 mm	da
- krojenje pod kutem	da
4. TOČNOST I FINOĆA	
- odklon na dužinu reza 0,3 mm	0,2 mm
- odstupanje dimenzija obratka 0,2 mm	0,2 mm
- finoća obrade rubova /fina konačna/	da
- skupina za piljenje:	
predrezač 1 kW/4000 o/min	1,1/3800
gl. pila 6 kW/6000 o/min	7,4/5500
- pomak podešavajući 8 ... 20 m/min	5... 40 m/min
- propiljak 4 mm	4... 4,5 mm
5. OPREMLJENOST	
- automatsko ulaganje i posluživanje vacuum prihvaćaci, podizni stol, zračne sapnice, kutna i ugona vo- dilica	da
- numeričko podešavanje širine i kon- trolla broja rezova, ostaviti moguć- nost za elektroničko upravljanje	da
6. ODRŽAVANJE	
- mogućnost jednostavnog podešavanja, servisiranja i osiguranja rezervnim dijelovima	da
- trajnost i sigurnost u radu	da

1	2
7. VRIJEDNOST	
- vrijednost konkurentnih dobavljača slične opreme s manje mogućnosti i poduzetnosti 100 ... 160.000 DM	200.000 DM
te amortizacijom oko 5 god./2 smj./	8...10 god

U dijagramu s odnosima troškovi - investicije može se slikovito prikazati presjecište krivulja s troškovima gubitaka kod krojenja i troškova uz zadovoljenje tehnoloških zahtjeva. Produženjem ordinate presjecišta do linije ukupnih troškova, dolazimo do točke minimalnih ukupnih troškova.

U odredjivanju tehnološko-ekonomskih zahtjeva rijetko se događa da više od tri stroja zadovoljavaju sve zahtjeve, a uz to se za neke postavljaju stroži kriteriji. Prioritetna tri dobavljača u pravilu se odabiru prema informacijama o kvaliteti u upotrebi već instalirane opreme, mogućnostima održavanja i zamjeni dijelova. Svakako da je prema mogućnostima potrebno raspon proizvođača povećati, jer se time povećava vjerojatnost povoljnijeg izbora.

4.0 K a k o p r i m j e n a o p t i m a l n i h p l a n o v a k r o j e n j a u v j e t u j e o d r e d j e n e p r o i z v o d n e i m e d j u s k l a d i š n e p r o s t o r e

Optimalizacija krojenja ploča sadrži tehnološke, organizacijske i ekonomske činioce, koji se kod potpunog rješavanja ove problematike trebaju istovremeno zajednički obuhvatiti. Nakon odluke da će se primjenjivati optimalni programi krojenja ploča, potrebno je izvršiti analizu najbitnijih tehnoloških i organizacijskih činilaca koji bi mogli ograničiti primjenu programa ili umanjiti predviđene rezultate. To se prije svega odnosi na mogućnost planiranja i rukovodje-

nja u odjelu pripreme ploča i međjuskladištu, na mogućnosti tehnološke opreme i unutarnjeg transporta.

Ukoliko se želi dimenzionirati odjel pripreme ploča prema organizacijskim uvjetima oblikovanja naloga za krojenje ploča, mogu se razlikovati tri osnovna načina ili tri sustava tehnološke organizacije, a to su:

- krojenje po nalogu za više proizvoda,
- krojenje po nalogu za proizvod,
- krojenje po nalogu za sklop ili dio.

Kada se želi dimenzionirati prostor i tehnologija za uvjet pripreme ploča za više proizvoda /npr. kombinirana soba/, a provodjenje krojenja putem optimalnih planova koji će omogućiti najveće iskorišćenje, treba predvidjeti:

- tehnološku opremu koja ispunjava najveće tehničko-ekonomske zahtjeve,

- uz ulazno skladište ploča treba dimenzionirati međjuskladište koje zadovoljava za dvije namjene. Za ploče koje nisu za osnovnu namjenu ili nisu za tekući radni nalog, te za ploče koje su kompletirane za tekući nalog i idu na daljnju obradu.

- potrebno je operativno planiranje zaliha i protoka /tj. redosljed izvodjenja, količine i vrijeme/.

- gubici kod krojenja su kod ovog načina minimalni.

Dimenzionira li se prostor i tehnologiju uz uvjet naloga za proizvod /npr. garderobni ormar/ uz primjenu optimalnih planova, treba predvidjeti slijedeće:

- tehnološka oprema ne mora zadovoljavati najsloženije zahtjeve jer s manjim brojem različitih formata i smanjenje složenosti shema krojenja, odnosno odabrati će se sheme koje su najpovoljnije za postojeću opremu,

- potrebno je znatno manje međjuskladište iskrojenih ploča od prvog slučaja,

- za ovaj način potrebno je operativno planiranje protoka odnosno ciklusa izrade,

- gubici kod krojenja jednaki su ili veći nego kod prvog načina.

Kod trećeg načina dolazimo do uvjeta za krojenje jednog formata, gdje dolazi u pitanje primjena optimalnih planova zbog jednostavnosti zadatka. Kod krojenja jednog ili dvaju formata dolazi najviše do izražaja izbor najpovoljnijeg formata ploče iz koje se kroji. Ovdje:

- zadovoljava jednostavnija tehnološka oprema, ukoliko se ne radi o većim kapacitetima,
- međuskladište ploča može biti na razini međufaznog skladišta, dimenzionirano za veličinu serije ili podserije /partije/ ili za eventualne zastoje. Korisni otpadak se vraća u skladište ploča ili se sastavlja ukoliko je to ekonomično,
- treba barem operativno planiranje protoka zbog uskladjivanja s daljnjom finalizacijom,
- gubici su načelno najveći zbog ograničenja kombinacija.

Treći način se često javlja kod tzv. obrade u sastavu. Tako npr. kod izrade vrata ili ladica, gdje se nakon furniranja i obrade rubova vrši raspiljivanje u potrebne pojedinačne skupove. Ovakav način rada znatno pojednostavljuje sheme krojenja, a istovremeno direktno utječe na eliminiranje nadmjere odnosno suvišnih gubitaka.

U skladu s planiranim ili već realiziranim tehnološkim rješenjem i sistemom unutarnjeg transporta, uskladjuje se način uskladištenja ploča sa zahtjevom organizacije vođenja radnog naloga. To se vrši odvojeno za odjel krojenja i odjel strojne obrade, uz uvjet da vrijeme protoka cjelokupnog ciklusa bude što manje.

Odgovarajućim sistemom krojenja i uvođenjem paralelnog i kombiniranog načina kretanja podserija /partija/ i serija iskrojenih dijelova, moguće je smanjiti skladište iskrojenih elemenata na minimalne potrebe. Uvjeti za smanjenje međuskladišta su slijedeći:

- međuskladištenje samo onih dijelova koji usputno

napadaju uz prioritete dijelove, te se u međuskladištu kompletiraju u serije, kao i manju zalihu prioritarnijih dijelova /vrata, stranice, podovi, stropovi/.

- radni nalog krojačnice potrebno je terminski uskladiti s nalogom strojne obrade. Time je omogućeno direktno snabdijevanje odjela strojne obrade iskrojenim elementima koji su po shemi krojenja najviše zastupljeni.

- izbor formatne pile i njezina kapaciteta uskladiti sa zahtjevom minimalnih vremena za krojenje serija elemenata. Stroj bi morao zadovoljiti potrebe na kompletiranju i kod širokog programa krojenja, gdje pojedini formati kompletiraju seriju dosta sporo.

- način protoka većih serija potrebno je podijeliti u podserije /partije/ da se omogući kombinirani način protoka koji uvjetuje najkraće cikluse izrade.

- prioritarno iskrojene elementi postupno se, kako napadaju kod krojenja, razvrstavaju i kompletiraju u odgovarajuće serije na paletama ili valjčanim transporterima. Alternativno pomoću povratnih transportera ili skladišnih viličara odlaže se u regalno skladište. U tu svrhu iskrojene ploče se odlažu na palete radi lakše manipulacije i pretovara s kotrljača na viličar.

- da organizacija krojenja, transporta i strojne obrade uvjetuje minimalne proizvodne cikluse. Osnovni su činioci za skraćivanje ciklusa proizvodnje minimalna operacijska i međuperacijska vremena, te odgovarajući način kretanja podserija ili serija obradaka u ciklusu izrade.

5.0 Z a k l j u č a k

Na uštede ulaznih količina pločastih osnovnih materijala možemo utjecati već u pripremi izrade ili direktno u procesu i to namjenskim izborom odnosno uvođenjem tehnoloških postupaka.

U praksi se često računaju iskorišćenja osnovnih drvnih materijala i ploča na bazi primarnih gubitaka kod kro-

jenja. Često se zanemaruju sekundarni gubici koji znatno utječu na iskorišćenje.

Povoljnije je vršiti izbor opreme na osnovi organizacijskih predložaka i uputstava, jer racionalizacije na postojećoj opremi i prostoru ne daju najbolje rezultate zbog niza raznih ograničenja.

Pravilnim izborom opreme, primjenom metoda optimalnih planova krojenja /npr. OPTIMA/ i suvremena tehnološka organizacija mogu rezultirati najpovoljnije smanjenje potrebnih utrošaka pločastih materijala u proizvodnji namještaja.

Bez obzira na vrstu opreme i izbor tehnološkog postupka, svaka metoda optimalizacije planova krojenja nalazi primjenu u praksi. Sheme krojenja moraju se uskladiti s najpovoljnijim načinom međjuskladištenja i unutarnjeg transporta u cilju smanjenja ciklusa izrade, te angažiranja većih količina materijala i prostora.

Optimalizacija krojenja ploča obuhvaća tehnološke, organizacijske i ekonomske činioce, te se oni kod potpunog rješavanja ove problematike trebaju istovremeno razmatrati, što znači timsko angažiranje stručnjaka odredjenih profila i stručnosti.

6.0 L i t e r a t u r a

1. BENIĆ, R.: Organizacija rada u drvnoj industriji, Zagreb, 1971.
2. KOHLER, K.: Wirtschaftliches Plattenaufteilen durch Schnittplanoptimierung. Holz u. Kunststoffverarb. 1978, 7, 556 - 557.
3. LAŠAVER, S.M.: Organizacija mebeljnovo proizvodstva, Moskva 1977.
4. LJULJKA, B.: Tehnologija proizvodnje namještaja. Skripta, Zagreb 1977.
5. MURKO, L.: O iskorišćanju sirovine v lesni industriji, Les, 9-10, 1963, Ljubljana.
6. NIEDERHAUSEN, H.P. i REUTER, S.: Schnittpläne optimieren - mit Erfahrung oder mit EDV? Holz u. Kunststoffverarb., 1978, br. 11.
7. RITTER, H.-H.: Vmesna skladišča v pohištveni industriji, Les, 1973, br. 4, Ljubljana.
8. SCHIMPFLE, V.: Die Planung und Organisation der Produktion DRW-Verlags - GmbH, Stuttgart, 1972.
9. VOEHRINGER, H.: Moderne Formatbearbeitung, Bau u. Möbelschreiner, 6/1978, Leinfelden.
10. x x x : Maschinen für die Plattenbearbeitung, Holz u. Kunststoffverarb. 11/1978, Stuttgart.
11. LONČAR, J.: Mogućnosti koje pružaju elektronski računari u smanjenju otpada kod krojenja ploča za namještaj - program OPTIMA - referat na Savjetovanju, Stubičke Toplice 1979.

12. x x x : Plattenbearbeitung: Zuschneiden - Formaten - Kantenbeschichten, Holz u. Kunststoffverarb., 1977, br. 10.
13. x x x : JUS D.CO.025 Gubitak pri rezanju, Pojmovi i načini obračunavanja, Beograd 1971.
14. x x x : Prospektni materijali inozemnih tvrtki: Anthon, Gabbiani, Giben, Holzma, Holz Her, Hüllhorst, Irion-Denz, Mayer-Lombach, Ocmac, Penhans, Putsch & Meniconi, Rückle, Scheer, Schelling, Smidt, Schwabedissen, Sogem, Teutoburger, Žičnica.

Jovo Lončar *

OPTIMALIZACIJA KROJENJA

Prije više godina izradjena je jedna verzija programa za optimalizaciju krojenja pod nazivom OPTIMA /1/. Ovaj program se danas primjenjuje u više radnih organizacija u SFRJ s manjim ili većim uspjehom. U prvobitnom programu izvršene su modifikacije u smislu da se vodi računa i o korisnom otpadu koji se upotrebljava nakon lijepljenja. Smatramo da se program već ovakav kakav jest može još šire primjenjivati, ali da se postupno otklanjaju nedostaci za svakog korisnika posebno. Naime, problemi nisu zajednički za sve korisnike, a osim toga svi korisnici nemaju iste strojeve za piljenje.

Mislimo da nije potrebno naglašavati da će rješavanje konkretnih problema doći u obzir na zahtjev korisnika, jer problemi nisu jednostavni i iziskuju, bar što se tiče matematičke problematike, angažiranje grupa matematičara različitih specijalnosti. Kod odlučivanja treba voditi računa da materijali iz godine u godinu postaju sve skuplji, tj. da svaki postotak uštede postaje sve značajniji.

Što se tiče zapažanja stručnjaka iz tvornica namještaja "ŠAVRIĆ", "GORANPRODUKT" ona apsolutno stoje. Medjutim, neki problemi nisu u domeni matematike, pa ih matematičari ne mogu niti riješiti. Dosadašnja iskustva pokazala su slijedeće:

1. Neki tipovi strojeva su mnogo fleksibilniji od drugih, te omogućavaju krojenje i onih shema krojenja, koje za neke druge strojeve ne dolaze u obzir. Slijedi da se u buduću kod ulaska u nabavu novih strojeva treba voditi računa kako će se sastavljati sheme krojenja ručno ili pomoću računala.

2. Ako se stavi ograničenje da na jednoj krojnoj listi

* Mr. J. Lončar, dipl. ing, Viša zrakoplovna škola, Zagreb

ne smije biti više od recimo 5 različitih elemenata, onda je očito da će se morati povećati otpad.

3. Broj računskih centara u SFRJ i njihov raspored je takav, da se kod dobre organizacije u roku od jednog dana, na osnovi zahtjeva, mogu isporučiti izradjene sheme krojenja. To vjerojatno zadovoljava i najrigoroznije korisnike.

4. Zbog toga, što su proizvođači namještaja često prisiljeni da koriste one ploče koje se momentano nude, prednosti primjene računala su znatne. Naime, nema razloga da se već unaprijed ne izrade krojne liste i za pretpostavljene dimenzije ploča.

5. Mislimo da bi se već prilikom projektiranja namještaja trebalo voditi računa i o tome kakva će biti iskorišćenja upotrijebljenog materijala. Prije tipizacije i standardizacije raznih dimenzija trebalo bi ispitati što to bar u prosjeku znači, s obzirom na iskorišćenje materijala.

6. Činjenice nas upućuju, da bi proizvođači i kupci trebali zajedno egzaktno utvrditi koliko bi se uštedilo ako bi se krojenje vršilo u tvornicama iverica.

7. Naše su tvornice namještaja danas već na takvoj visini da sigurno ima razloga da se pobrinu za to da naučna dostignuća brže stižu u proizvodne hale. To uvijek ide teško ako ni jedna strana nije baš ničim motâvirana.

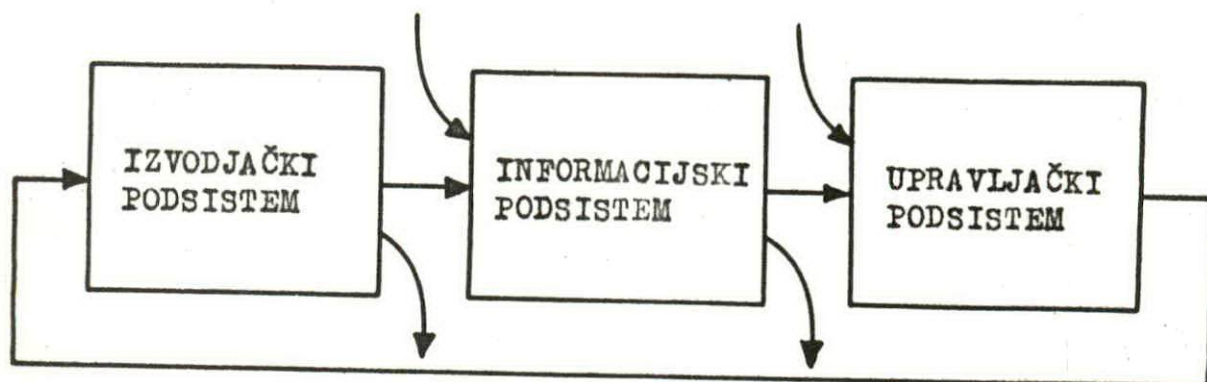
/1/ J. Lončar i drugi: BILTEN Zavoda za istraživanje u drvnoj industriji Šumarskog fakulteta Zagreb. Godište 6, Zagreb, 1978, broj 1.

Mladen Figurić *

UTJECAJ UVODJENJA RAČUNALA I
PROGRAMA OPTIMA NA RAD PRIPREME IZVODJENJA

1. Uvod i problematika

Ako se podje od činjenice da se poslovni sistem sastoji iz: a/ upravljačkog podsistema, b/ izvodjačkog podsistema i c/ informacijskog podsistema, a da su planiranje, priprema izvodjenja i nadziranje, funkcije upravljačkog podsistema, to onda znači da je time priprema izvodjenja determinirana kao funkcija, odnosno sastavni dio upravljačkog sistema. Na slici br. 1 /I.Turk i J.Deželin/ dat je osnovni način raščlanjivanja poslovnog sistema, dok je u slici br.2 dat njegov razradjeniji oblik s funkcijama.

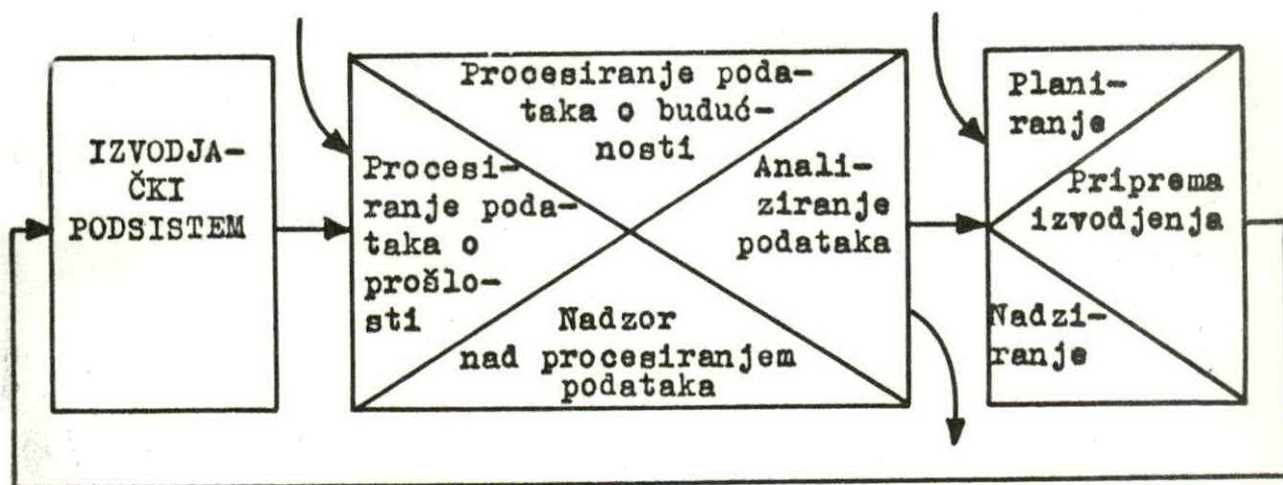


Slika 1. - Poslovni sistem

Zajedničke karakteristike informacijskog, upravljačkog i izvodjačkog podsistema su te, što su sve to ljudske aktivnosti i što svaka od njih u većoj ili manjoj mjeri utječe na karakteristike ostalih dvaju podsistema. Međutim, oni se izmedju sebe bitno razlikuju, prije svega po obilježjima i

* Doc.dr mr M. Figurić, dipl.ing., Šumarski fakultet Zagreb

načinu funkcioniranja. Izvodjenje se obavlja po pravilima koja su rezultat prethodnog razmišljanja i odlučivanja. Informacijski podsistem ima karakter i prerade izvornih podataka i stvaranja informacija, dok se u upravljačkom podsistemu nalaze procesi percipiranja, analiziranja, sintetiziranja, djelovanja i opredjeljivanja za neka od mogućih rješenja, odnosno proces odlučivanja.



Slika 2.

Kao što je poznato, prvobitno su se sva tri podsistema /informacijski, upravljački i izvodjački/ sa svojim funkcijama ujedinjavala u istom subjektu, međutim, podjelom rada i razvitkom tehnologije i organizacije ti su procesi dodeljeni različitim subjektima. Upravo s ovih aspekata podjele funkcija različitim subjektima u ovom radu tretiran je problem uvođenja računala u poslovni sistem i njegove uloge u pripremi izvodjenja, posebno kod krojenja ploča.

2. P o v e z a n o s t i z v o d j a č k o g , u p r a v l j a č k o g i i n f o r m a c i o n o g p o d s i s t e m a

Razmatrajući povezanost navedenih podsistema, i podjelu rada između njih, u ovom je radu tretiran problem povezanosti

s dva aspekta, i to: a/ podijeljenosti informacionog i upravljačkog podsistema, b/ nerazdjeljivost upravljačkog i informacionog podsistema.

Kako radni nalog za izvodjenje proizlazi iz priprema izvodjenja i njime se pokreće proces rada pojedinih radnika koji njime dobivaju svoj radni zadatak, to se on može definirati kao input u izvodjački podsistem, odnosno kao output upravljačkog podsistema. Medjutim, njegov sadržaj, a time i značenje, bitno se mijenja s obzirom na izvršenu podjelu rada. To ujedno znači da treba u svakom slučaju posebno razmotriti na koji način i koji oblici informacija dolaze kao input u pripremu izvodjenja iz informacionog podsistema kao potrebni i neophodni za izradu radnog naloga.

2.1. Vrste informacija kao input u pripremu izvodjenja kod proizvodnje pločastog namještaja

Ovdje je potrebno razmotriti aspekte informacijskih inputa u pripremu izvodjenja koji su ujedno i informacijski outputi iz informacijskog podsistema. To znači da je potrebno istaknuti tri različite vrste ulaznih informacija. One su relevantne za donošenje odluka o izdavanju radnog naloga kod proizvodnje pločastog namještaja za krojenje ploča:

- a/ informacije koje pokazuju stanje zalihe ploča i njihove karakteristike,
- b/ informacije koje pokazuju rezultate izvodjenja /u fazi nadziranja stanja zaliha i strojnih elemenata i njihovih karakteristika/,
- c/ posebne informacije kao input za pripremu izvodjenja /potrebe operativnog planiranja, narudžbe kupaca itd./.

2.2. Vrste informacija kao output pripreme izvodjenja

Dosadašnji razvoj organiziranja rada u proizvodnji namještaja u fazi krojenja razlikuje slijedeće vrste outputa pripreme izvodjenja:

1. radni nalog za garnituru /npr. soba/
2. radni nalog za proizvod /npr. stol, ormar, komode i sl./
3. radni nalog za elemente /stranica, vrata itd./.

Međutim, uvođenjem računala u informacijski sistem, danas se može govoriti o četvrtoj vrsti radnih naloga, odnosno o četvrtoj vrsti outputa pripreme izvodjenja, tj. radnog naloga samo za krojenje ploča, a to je tzv. radni nalog za krojenje skupa elemenata.

Prema tome kao output pripreme izvodjenja pojavljuje se nova vrsta radnog naloga ili točnije rečeno pojavljuje se još jedna vrsta radnih naloga kao oblik outputa pripreme proizvodnje. Oni mogu egzistirati u poslovnom sistemu kao dio ukupnog outputa pripreme izvodjenja. To znači da dolazi do kombinacije četvrte vrste outputa s bilo kojim od prve tri vrste outputa. To bi značilo da u svim karakterističnim modelima upravljanja proizvodnjom namještaja /2/ moguće su slijedeće kombinacije paralelnih radnih naloga:

varijanta a: radni nalog za krojenje ploča /input za krojač-
ukupnog nicu/; radni nalog za garnituru /input za stroj-
outputa nu obradu i montažu/.

varijanta b: radni nalog za krojenje ploča /input za krojač-
ukupnog nicu/; radni nalog za element /input za strojnu
outputa obradu/; radni nalog za proizvod /input za mon-
tažu/.

2.3. U v j e t i z a u s p j e š n o u v o d j e n j e i n f o r m a c i j s k o g p o d s i s t e m a z a - s n o v a n o g n a r a č u n a l u

Zadatak je ovog rada razmotriti aspekte uvođenja računala u informacijski podsistem s obzirom na optimalizaciju krojenja ploča. Može se konstatirati da se uvođenje informacijskog podsistema zasnovanog na računalu može osvijetliti s dva aspekta, i to:

1. kao uvođenje nove vrste informacijskog podsistema u kojem ima bitnu ulogu računalo.
2. kao uvođenje računala u postojeći informacijski podsistem.

Pristup i opredjeljenje izloženo u ovom radu zasnovano je na prvom aspektu. Dalja razmatranja osnivaju se na njegovim postavkama i autor ovoga rada, na osnovi iskustva u uvođenju organizacije rada u drvnu industriju, smatra da je to jedini ispravan put u traženju rješenja za bolje upravljanje poslovnim sistemima, a time i njegovim dijelom, odjelom za krojenje ploča.

2.4. K a r a k t e r i s t i k e u v o d j e n j a r a č u n a l a u u p r a v l j a č k i p o d s i s t e m s a s p e k t a k r o j e - n j a p l o č a

Do sada je uglavnom u operativi drvne industrije bilo govoreno o računalu u vezi s automatizacijom određenih zadataka pri formiranju informacija. Međutim, računalo omogućuje i automatizaciju određenih upravljačkih zadataka. Drugim riječima, računalo može preuzeti i dio odlučivanja kada su na raspolaganju odgovarajuće informacije. Odlučivanje je upravo potrebno u upravljačkom podsistemu, kako u planiranju tako i kod pripreme izvođenja, te u nadziranju. Osnovni zadatak ovog rada je analiziranje koje se vrste odlučivanja mogu propustiti računalu u upravljačkom podsistemu i to naročito s aspekta pripreme izvođenja, a posebno kod izrade

radnih naloga za krojenje ploča.

Teoretski se mogu razlikovati tri varijante odluke:

1. odluka za koju se mogu izraditi odgovarajući modeli shema krojenja s pomoću kojih se dolazi do optimalnih rješenja.
2. odluke za koje se mogu izraditi odgovarajući modeli shema krojenja, ali se pomoću njih ipak ne može doći do optimalnih rješenja /zbog dinamičnosti poslovnog sistema proizvodnje namještaja/.
3. odluke za koje se uopće ne mogu izraditi odgovarajući optimalni modeli.

Računalo kao sredstvo za formiranje potrebnih informacija može se upotrijebiti u svim tim slučajevima, ali se samo u prva dva slučaja može upotrijebiti za odlučivanje. Međutim, i u ta dva slučaja postoje bitne razlike u pogledu automatizacije odlučivanja kod planiranja, pripreme izvodjenja i nadziranja krojenja ploča. Sigurno se može tvrditi da je najprije moguće ostaviti računalu odlučivanje u vezi s pripremom izvodjenja. Čim su iz planova proizvodnje poznati kratkoročni ciljevi, a s druge strane sredstvo za njihovo provodjenje, mogu se programirati neke odluke u vezi s naručivanjem materijala, pokretanjem radnih naloga, otpromom proizvoda itd. i za sve te odluke moguće je uspostaviti algoritme.

Razmatrajući navedene tri moguće varijante odluke, koje se prepuštaju informacijskom podsistemu na račun funkcije pripreme izvodjenja upravljačkog podsistema, može se konstatirati da se u prvom slučaju pojavljuju okolnosti za koje je moguće uspostaviti stalne kriterije i stalna pravila odlučivanja. To je u stvari slučaj kada se program "OPTIMA" koristi na taj način da se izrade sheme krojenja unaprijed, na osnovi godišnjeg plana proizvodnje. Na taj se način izradi dijapazon potencijalnih varijanti optimalnih rješenja kod krojenja /radni nalozi/. To je u stvari onaj aspekt o kojem je ranije govoreno kao principu uvođenja računala u postojeći informacijski podsistem.

U drugom slučaju, okolnosti u kojima je potrebno donijeti odluku o radnom nalogu za krojenje, pojavljuju se u pravilu samo jedanput ili se bar od ostalih okolnosti toliko razlikuju da nije moguće upotrijebiti neke ustaljene kriterije i ustaljena pravila za odlučivanje. To je slučaj kada se upravljanje izvodjačkim podsistemom vodi pomoću stanja zaliha ploča i skrojenih elemenata po nekom od sistema za praćenje zaliha. Na osnovi dinamičkim promjena stanja, istovremeno s promjenama, izdaje se uvijek novi radni nalog odnosno nove "nestandardizirane" kombinacije dimenzija. Time se u ovom radu ističu velike mogućnosti uklapanja sistema "OPTIMA" u kompleksnu problematiku upravljanja proizvodnjom. Ova faza, još više odluke funkcije planiranja i funkcije pripreme izvodjenja, prenosi iz pripreme izvodjenja. To je vjerojatno perspektiva uklapanja sistema "OPTIMA" kao nove vrste informacijskog sistema, jer bi time došlo do integracije upravljačkog i informacijskog podsistema. Na taj način, klasični način upravljanja proizvodnjom, funkcija pripreme izvodjenja radikalno bi se promijenila. Takav integralni sistem zasnovan na računalu, međjutim, ne utječe jednako na sve organizacione strukture podsistema upravljanja. Na najvišu razinu /rukovođenje pripremom, planiranje, rukovođenje izvodjenjem/ može utjecati time što pruža mogućnost za ponovnu centralizaciju poslovnih odluka. S druge strane, potkrepljuje i njihovu daljnju decentralizaciju, i to time, što bolje informira rukovodstvo. Uglavnom, ovim promjenama ne mogu se očekivati neke bitne promjene u ulozi poslovnih organa. Na stupnju predradnika /rukovođenje odjelom/, isto tako neće biti bitnih promjena u radu kada se uvede ovakav integralni sistem upravljanja zasnovan na računalu.

Drugačije je pak na srednjem stupnju organizacione strukture. Na taj stupanj ne utječe toliko informacijski podsistem zasnovan na računalu, kao što utječe upravljački podsistem zasnovan na računalu. Mnoge se, naime, odluke na toj razini ponavljaju i moguće ih je programirati, takve odluke dakle prelaze na računalo. Potreba za takvim /srednjim/

kadrom u pripremi izvodjenja zbog toga je smanjena. Zapravo, nakon uvođenja računala u upravljački podsistem, poslovi kojima se bave izvršiocu na nivou srednjeg stupnja, manje su rutinski i formalistički nego što su bili prije. To pak traži, između ostalog, drugačije obrazovanje na tom stupnju.

3. I s k u s t v a s u v o d j e n j e m r a d n o g n a l o g a z a k r o j e n j e p l o č a

Neka dosadašnja iskustva s izradom programa data su na sl. br. 3, gdje je vidljiv način izbora programa optimalnih shema krojenja zapadnonjemačke tvrtke TEUTOMATIC /materijali su korišćeni iz propagandnih materijala/. Medjutim, analizirajući sliku vidljivo je da uz shemu krojenja postoje i uputstva za način rezanja.

Slika br. 4 pokazuje da je uz program dato i vrijeme za krojenje za svaku "težinu" sheme. Iz navedenog primjera očito je da i uvođenjem sistema "OPTIMA" u integralni upravljački sistem nekog proizvođača pločastog namještaja ili proizvođača ploča, treba ugraditi i vremensku dimenziju, što sve zajedno predstavlja osnovne elemente potrebne za izradu radnog naloga za krojenje ploča.

U okviru istraživanja "REŽIMI RADA I OPERATIVNA VREMENA KOD STROJNE OBRADU U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA" /3/ autor ovog rada je postavio matematički model za izračunavanje prosječnog operativnog vremena za krojenje ploča:

$$y = 16,03 - 0,82288 \cdot 10^{-2} \cdot x$$

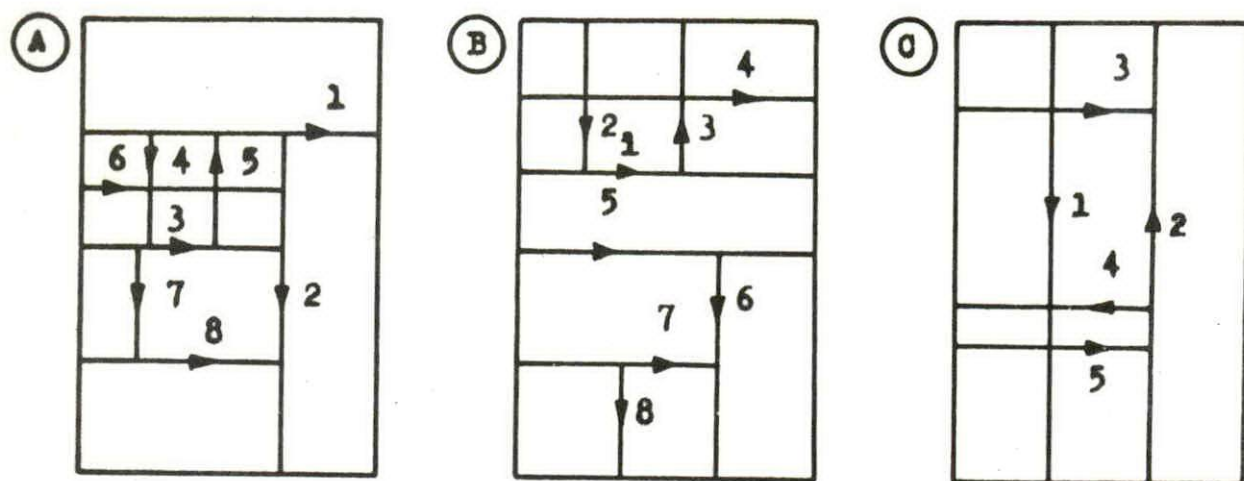
U jednadžbi parametar x predstavljen je dužinom reza u milimetrima. Ukoliko radna organizacija nema svoja operativna vremena može se poslužiti navedenom formulom. Medjutim, čitaoci se upućuju na navedeni rad gdje su objavljena vremena u tablicama, što zbog ograničenosti u ovom radu nisu mogla biti pretiskana.

Ovim sažetim prikazom ukazano je na potrebu uvođenja radnog naloga za krojenje ploča kao inputa u podsistem izvođenja odnosno kao output podsistem pripreme izvođenja.

Na taj su način postignuti osnovni uvjeti:

- mogućnost planiranja troškova materijala i
- mogućnost planiranja potrebnog vremena.

Izbor programa



Sl. 3.

Program	Vrijeme rezanja krojenja	Visina reza 120 mm Kapacitet m ³		Visina reza 150 mm Kapacitet m ³	
		po satu	u 8 sati	po satu	u 8 sati
A	6,5	12	96	15	120
B	7	11,25	90	14,1	121,8
C	4,3	18,3	146,4	22,9	183,2

Doda li se tome i ranije obrazložen stav, da se kao ulazi za određivanje optimalne sheme krojenja uzimaju: trenutna stanja zaliha i ploča iskrojenih dijelova /elementa/, te da se i te promjene stanja vode na računalu,

tađa bi odlučivanje o radnom nalogu bilo optimalno s obzirom na dinamiku trošenja i potrebe.

4. Z a k l j u č n a r a z m a t r a n j a

Karakteristike klasične organizacije pripreme izvodjenja mogu se definirati slijedećim:

1. da se kod nje u ulozi sredstava za rad koja su povezana s formiranjem informacija pojavljuju u najboljem slučaju računski strojevi;

2. da se u ulozi predmeta rada koji su povezani s čuvanjem podataka i formiranjem informacija pojavljuju većinom kartoteke;

3. da sredjivanje i obradjivanje podataka počiva na osnovi navoda u ručno sastavljenim formularima;

4. organizacija elemenata čitavog procesa osigurana je uputama za rad;

5. većina upravljačkih odluka donosi se u pripremi izvodjenja.

Suprotno tome, karakteristike suvremene organizacije pripreme izvodjenja koja je zasnovana na računalu, mogu se definirati slijedećim:

1. da se u ulozi sredstava za rad koja su povezana s formiranjem informacija i odluka pojavljuje u većoj ili manjoj mjeri računalo;

2. da se u ulozi predmeta rada koji su povezani s čuvanjem podataka i formiranjem informiranja pojavljuju datoteke;

3. da sredjivanje i obradjivanje podataka počinje tek kada se podaci prenesu na bušene kartice, vrpce ili slične nosioce;

4. organizacija elemenata čitavog procesa osigurana je programima;

5. pojedine vrste odlučivanja prenašaju se na informacijski podsistem;

6. time su dokazane osnovne postavke iznesene u ovom radu, da uvođenjem računala i programa "OPTIMA" u informacijski i upravljački podsistem, odumiru klasični oblici pripreme izvodjenja. Time se otvaraju nove mogućnosti za oblikovanje inputa u podsistem izvodjenja, što je i pokazano na primjeru radnog naloga za krojenje ploča, kao funkciji integracije upravljačkog i informacijskog podsistema.

Sasvim je sigurno, da ovim radom nisu obuhvaćeni svi relevantni faktori, koji na ovaj ili onaj način utječu na rješenje problematike krojenja ploča. Sigurno je da su mogućí i drugi pristupi, obuhvati i sistematizacija faktora. Zbog toga ovaj rad treba prihvatiti kao prilog istraživanja na području proizvodnje u drvnoj industriji.

L i t e r a t u r a :

1. Borović, D., Hitrec, V., Lončar, J., Ljuljka, B.:
Izrada shema krojenja iverica pomoću elektronskog računara, Bilten ZIDI 1/1978.
2. Figurić, M.: Karakteristični modeli rukovodjenja i upravljanja procesom proizvodnje. Zajednica šumarstva, prerade drva i prometa drvnim proizvodima i papirom, Zagreb, Bilten 3-4/1978.
3. Figurić, M.: Režimi rada i operativa vremena kod strojne obrade u proizvodnji namještaja. Disertacija. Šumarski fakultet, Zagreb 1977.
4. Marjanović, M.: Primjena kibernetike u rukovodjenju radnim organizacijama. Informator, Zagreb, 1974.
5. Tomović, R., Petrović, R.: Moderni pogledi na upravljanje sistemima. Institut za naučno-tehničku dokumentaciju i informacije. Beograd, 1970.

Nikola Petrak *

SURADNJA DI "GORANPRODUKTA" IZ ČABRA
S RAČUNSKIM CENTROM IZ ZAGREBA

DI "Goranprodukt" je radna organizacija u kojoj se prvenstveno proizvodi tapecirani namještaj. Medjutim, ona u svom sastavu ima i pogon za izradu korpusnog namještaja i pogon za izradu kostura /drvene konstrukcije za tapecirani namještaj/. Navedeni pogoni, izmedju ostalog prerađuju i pločaste materijale, i to godišnje oko 2500 m³.

Sa SRCEM "Goranprodukt" radi oko 4 godine. Prije ove suradnje sheme krojenja ploča radjene su samostalno i tada je iskorišćenje bilo oko 90%. Upotrebom shema koje je izradilo SRCE postignuto iskorišćenje iznosilo je oko 95%. U početku su ove sheme korišćene u potpunosti. Medjutim, ubrzo se moralo od toga odustati, iako ne potpuno. Naime, te su se sheme još jedanput korigirale i prilagodjavale uvjetima proizvodnje u DI "Goranproduktu".

Na taj način nije više bilo iskorišćenje 95%, ali je ipak ostalo iznad 90% i vrlo blizu onih 95%. Zbog čega su se morale gotove sheme još jednom prilagodjavati? Sheme iz SRCA su osigurale vrlo visoko iskorišćenje, ali su iziskivale i uvjete koji se nisu mogli ostvariti. Da bi takva jedna shema bila u potpunosti upotrebljiva, ona mora zadovoljiti svim principima koji je zapravo i diktiraju, a oni su slijedeći:

1. Karakteristike stroja za krojenje ploča

"Goranprodukt" raspolaže s vertikalnom formatnom pilom sa samo jednim listom koja može rezati samo u dva međusobno okomita smjera. Rezovi moraju ići po cijeloj dužini.

*

N. Petrak, dipl. ing., DI "Goranprodukt" Čabar.

Drugi stroj za krojenje ploča je kružna pila o čijim karakteristikama ovdje ne bi trebalo govoriti. Prema tome naša shema mora biti prilagodjena našim raspoloživim strojevima.

2. Sadržaj /sastav sheme/

Gotove sheme koje su dobivene od računskog centra su često sadržavale i po trinaest elemenata raznih dimenzija. Jasno je, da se kombiniranjem velikog broja elemenata raznih dimenzija, može postići maksimalno iskorišćenje.

U slučaju ovakvih shema obvezno su se morale sužavati sheme, jer su nastala dva vrlo važna problema. Prvi problem je bio skladišni prostor, a drugi problem organizacija proizvodnje, tj. lansiranje radnog naloga.

3. Skladišni prostor

Raspoloživi skladišni prostor fizički nije omogućavao da se mogu puno i na duže vrijeme uskladištiti elementi koji čekaju. Također shema krojenja, koja je "prebogata" raznim dimenzijama, iziskuje relativno veliki radni prostor oko stroja. Taj je prostor neophodan za odlaganje svih tih elemenata u toku same operacije krojenja.

4. Način lansiranja radnog naloga

U "Goranproduktu" usvojen je kibernetički način lansiranja radnog naloga. To znači da je proizvodnja organizirana na principu signalnih maksimalnih i minimalnih količina. Mjesečno se planira izrada 300 soba. Međutim, što će se u kojem momentu lansirati u proizvodnju, diktira međufazno skladište gotovih elemenata i sklopova. Iz ovoga se da naslutiti da sastav sobe /a radi se o komponibilnom programu/ nije uvijek egzaktna. On se mijenja od radnog naloga do radnog naloga upravo onako kako ga diktira tržište. Dok se neki proizvodi nalaze u svakom radnom nalogu, dotle se drugi proizvode uz izvjesne pauze, jer se čeka potrebna informacija iz međufaznog skladišta. Iz iskustva se zna, iako to nije pravilo, koji proizvodi idu na tržištu a koji idu povremeno, pa se prema tome rade i sheme krojenja.

Ako se tako ne bi radilo nepotrebno bi se opteretio skup i skroman skladišni prostor. Momentano nepotrebni elementima zaledila bi se sredstva u obliku ionako skupog materijala, ali materijala koji je sada još i skuplji, jer je u njega uložen i izvjestan rad /krojenje/. Također bi često nastale situacije da na zalihi imamo momentano nepotrebne elemente, a ne bi imali materijal za u datom momentu potrebne elemente.

5. Dimenzije ploča

Jedan od vrlo važnih faktora koji bitno utječe na izradu shema krojenja su dimenzije ploča. Sve naše sheme su radjene na bazi ploča 2450 x 1170. Međutim, često se događa da se ne mogu dobiti takve dimenzije nego sasvim druge. U tom slučaju moraju se raditi sheme za raspoložive dimenzije ploča samostalno, jer vremenski se ne stigne to obaviti u Računskom centru.

Ukratko se može reći da niti jedna shema ma kako bila dobra nije trajna, jer se promjenom dimenzije raspoloživih ploča mijenja i kombinacija elemenata u shemi, s obzirom na dimenzije ploče i na potrebu određenih elemenata u datom momentu.

6. Svaka ispravna shema mora biti razradjena tako da osigurava postizanje maksimalnog iskorišćenja. Često je nemoguće postići željeno optimalno iskorišćenje, pa se i pored svih nastojanja pojavljuje relativno veliki otpad. Kod izrade shema vrlo je bitno razgraničiti pojam korisnog i nekorisnog otpada. Ukoliko se otpadni komadi, nastali pri krojenju ploča, mogu iskoristiti, makar i za jeftiniji proizvod, ne može se više tretirati potpunim otpadom. Naprotiv, to se mora pribrojiti iskorišćenju kod krojenja. Sigurno je da 1% iskorišćenog otpatka ne povećava iskorišćenje ploče za 1% zbog vrijednosti gotovog proizvoda. No u svakom slučaju ga treba imati u vidu pri izradi sheme krojenja kao koristan otpad. Današnja cijena iverice dozvoljava i izvjesne operacije /lijepljenje i sl./ na otpatku,

ukoliko se on može kasnije korisno upotrijebiti.

7. Poznavanje proizvodnog programa odnosno plana proizvodnje za duži period, također je faktor kojeg treba imati na umu, jer bitno utječe na izradu shema krojenja ploča. Ovo je moment koji je naročito važan kod proizvođača koji uvijek u proizvodnju lansiraju namještaj istog sastava /spavaće sobe/.

Kod proizvođača koji imaju proizvodnju organiziranu na principu signala, maksimuma i minimuma ovaj moment je možda manje značajan. U svakom slučaju treba i ovom momentu pridavati odgovarajuću važnost.

Eduard Tarnovsky [✱]

PREDNOSTI I NEDOSTACI IZRADA SCHEMA
KROJENJA PLOČA IVERICA POMOĆU ELEKTRONIČKOG RAČUNALA

U Tvornici namještaja "Šavrić" postoje mogućnosti krojenja ploča iverica uz prethodnu pripremu shema na elektroničkom računalu. To je ranijih godina i pokušano, ali se nije do kraja usavršilo. Razloga za to ima dosta, a najbolje je, da se isti nabroje kako bi se mogli na drugim primjerima primijeniti.

Kada se počelo s pripremom krojnih shema nisu bile poznate sve pojedinosti i mogućnosti stroja, kako njegove dobre, tako i njegove loše strane. Pored mogućnosti krojenja ploča na stroju "Gabiani", nije se uzelo u obzir mogućnost i povezanost krojenja na više raznih strojeva koje posjedujemo, odnosno dokrojavanje elementa i sastavljanje istih iz više komada lijepljenjem. Uzevši ove elemente u razmatranje naknadno se došlo do boljih rezultata.

Vrlo česte izmjene odnosno promjene dobavljača kao: Nazarje, Cerknica, Slovenj-Gradec, Kavadarci, Bos. Krupa, Italija, Austrija, koji nisu imali iste dimenzije iverica, dalji je problem za sheme koje su bile za jednu od naprijed navedenih dobavljača. Jedan od glavnih uvjeta za dobro iskorišćenje iverice jest i poznavanje programa za duži period i krojenje iverice za nalog koji će tek doći, Spremanje ispiljenih obradaka traži određeni prostor, pa i pored dovoljno velikog i dobro isplaniranog prostora ne mogu se zauzimati linije s robom, koju u fazi čekanja treba i premještati što zahtijeva dodatno trošenje radnog vremena.

[✱] E. Tarnovsky, dipl. ing., "Šavrić" OOUR Tvornica namještaja, Zagreb.

Dinamika procesa proizvodnje ne može nositi teret nedostataka koji proizlaze iz prethodnoga. Izradom vlastitih krojnih lista, koje su sadržavale sve ove elemente i prilagođavane su momentanim situacijama, bilo je moguće zadovoljiti da dozvoljeni otpad ne predje propisane veličine.

Uvjereni smo, da bi sheme krojenja izradjene pomoću računala dale optimalnije iskorišćenje. Takve bi sheme trebalo izradjivati praktički onoga časa kada se uzima koja iverica ili bi trebalo imati za sve vrste ploča gotove sheme kao i za sve moguće kombinacije programa koji se traže u procesu proizvodnje.

Jeđan od najbitnijih elemenata, zbog kojeg se nije išlo na daljnje korišćenje shema izradjenih pomoću elektoničkog računala jest znanje i sposobnost radnika koji rade u tehničkoj pripremi i na krojenju ploča. Ovdje rade radnici s kvalifikacijom stolara, koji u svom dugogodišnjem radu samo na krojenju ploča, znaju za sve mogućnosti u primjeni mjera za pojedini proizvod.

Događja se da krojne mjere nekada treba vrlo malo preinačiti i dobiva se daleko bolje iskorišćenje, a u procesu proizvodnje to ne će igrati bitnu ulogu. Kvalificirani radnik vrlo brzo uočava potrebu promjene prelaska na drugi obradak, kada mu to diktira promjena dimenzije ploča koje se nalaze na liniji krojenja i nije ih moguće prebacivati iz bilo kojeg razloga.

U programu proizvodnje "Šavrića" troši se vrlo značajno na količina ploča iverica za potrebe tapetarije. Te ploče imaju dimenzije koje nije jednostavno ukomponirati u postojeće sheme, budući da raznim prekrajanjima i upotrebom "loše" robe nastale oštećenjem, znatno se povećava postotak iskorišćenja, čisti prostor od robe koja se nagomilava kao neodgovarajuća dimenzija i postiže željeni efekt.

Možda se iz ovoga napisa stječe dojam odbojnosti prema upotrebi računala, ali stvarno stanje je da radnik ma koliko on bio snalažljiv i sposoban, nije u mogućnosti naći brzo najoptimalnije rješenje kao što to radi računalo, ali pod uvjetom da je to vrlo brza veza između onoga koji organizira krojenje i onoga koji izradjuje sheme.

Nije zato čudo da su poznate tvrtke išle na jedno skupo /vjerujemo samo u početku/rješenje i da pored stroja za krojenje imaju mali kompjutor ili samo terminal, koji mu daje rješenje prema situaciji koja momentano vlada u pogonu i na pogonskom skladištu.

Sheme koje se izradjuju u pogonu krojenja bilo bi potrebno prekontrolirati s računalom i u toku daljnjeg krojenja ih primjenjivati ukoliko su povoljnije. Iskorišćenje po shemama koje smo sami izradili ne pada ispod 94% s lomom i škartom, ali zbog visoke cijene iverice koju treba stalno imati na umu vrijedi pokušati tražiti bolje rješenje.

Vladimir Hitrec *

PLANOVI ZA DALJNJI RAD NA ISTRAŽIVANJU
NAČINA OPTIMALNOG KORIŠĆENJA MATERIJALA
U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA

1. Nastavak istraživanja

Tokom dosadašnjeg rada obavljen je veliki dio teoretskog dijela problema krojenja ploča pomoću elektroničkog računala. Iskustva stečena u radu s proizvodnim organizacijama "Šavrić" iz Zagreba i "Goranprodukt" iz Čsbra, te razgovori koji su vodjeni s tehnolozima, omogućili su sagledavanje problema koje treba riješiti, kako bi se teoretska dostignuća matematike mogla primijeniti u praksi.

Prije svega, uočeno je da zbog velikog učešća materijala po vrijednosti u cijeni koštanja gotovog proizvoda, radove na optimizaciji korišćenja materijala treba nastaviti.

2. Timski rad

Jedan od najvažnijih faktora o kojima zavisi uspjehnost primjene rezultata istraživanja je upoznavanje tehnologa s mogućnostima matematike odnosno računala, a matematičara s kompleksnošću i potrebama proizvodnje.

Zbog toga je potrebna stalna suradnja stručnjaka slijedećih profila: - tehnolog, - organizator, - matematičar, - programer, - statističar.

Naravno da se tih pet profila stručnjaka mogu naći u dvije do tri osobe, no najmanje u dvije: tehnolog-organizator i matematičar-programer. Bilo bi korisno da je takav tim povezan s jednom od proizvodnih organizacija gdje bi se obavljao najveći dio daljnjih istraživanja.

* Mr V. Hitrec, dipl. ing., Šumarski fakultet Zagreb.

3. Kompleksno vrijednosno iskorišćenje sirovine

Program OPTIMA, koji sadrži optimalno krojenje zadanih elemenata iz raspoloživih ploča iverica proizvoljnih dimenzija, trebat će proširiti vodeći računa o: - a/ cijeni ploča iz kojih krojimo, - b/ cijeni koštanja dorade otpada, - c/ vrijednosti iskorišćenja otpadaka.

Navedene cijene i vrijednosti moraju ući u program OPTIMA kao varijable. Takav će program omogućiti optimalno krojenje, u smislu kompleksnog iskorišćenja sirovine, tako da će otpasti mnoge dileme koje su se do sada pojavljivale zbog tzv. korisnog otpatka.

4. Brzo reagiranje

Nadalje, ovakav pristup optimizaciji zahtijeva mogućnost "brzog reagiranja". Zbog zahtjeva tržišta i ostalih nepredvidljivih promjena u proizvodnom programu, često je potrebno brzo promijeniti unaprijed planirani plan proizvodnje elemenata iz ploča, te ga prilagoditi novonastaloj situaciji. Program OPTIMA, zajedno sa sistemom potprograma, može biti takav da se u relativno kratkom vremenu mogu na temelju novih zadanih elemenata dobiti nove sheme krojenja. Obuče li se izvršitelji u proizvodnim organizacijama, da sami pripreme podatke za računalo i da ih izbuše na kartice, tada vrijeme povratne informacije zavisi od udaljenosti najbližeg terminala računskog centra od proizvodne organizacije, Vrijeme računanja koje obavlja stroj prema ostalim potrebnim vremenima je zanemarivo.

5. Specifičnosti pojedine proizvodne organizacije

Dosadašnja iskustva su pokazala da neće biti moguće izraditi univerzalni program koji bi rješavao problem optimizacije u svim radnim organizacijama koje se bave krojenjem ploča. Za uspješnu primjenu programa OPTIMA, morat će se za svaku proizvodnu organizaciju načiniti niz potprograma, koji bi obuhvaćali specifične uvjete te organizacije.

Ekipa koja će raditi na primjeni programa OPTIMA u izvjesnoj proizvodnoj organizaciji morat će voditi računa o slijedećim faktorima:

a/ Mogućnost korišćenja otpada

Ako proizvodna organizacija osim pogona pločastog namještaja ima još neki pogon /npr. tapetariju/, tada je u mogućnosti da dijelove ploča koji su otpaci kod krojenja ploča iskoristi u tom drugom pogonu. Neke proizvodne organizacije vrše slijepljivanje otpadaka, te ih na taj način upotrebljavaju za izvjesne dijelove pločastog namještaja.

Ovdje moramo voditi računa o prije spomenutoj cijeni odnosno vrijednosti takve proizvodnjš.

b/ Mogućnosti stroja za krojenje

Program mora uvažavati mogućnost stroja za krojenje kojim već raspolaže proizvodna organizacija. Program OPTIMA vodi računa o tome da se rezovi mogu raditi samo prema tzv. sistemu "GILJOTINA" no neki strojevi zahtijevaju još dodatna ograničenja.

c/ Mogućnost uskladištenja

Ispitati mogućnost i ekonomičnost uskladištenja izvjesne količine elemenata koji su iskrojeni po principu kompleksnog vrijednosnog iskorišćenja, ali ne dolaze odmah na liniju za proizvodnju.

6. Standardi i nadmjere

O uskladjenosti standardnih dimenzija elemenata koji se kroje, s pločama iz kojih se kroji, dobrim dijelom ovisi uspješnost optimalizacije. Kod analiza standarda i potrebnih nadmjera, zbog daljnje obrade, potrebno je koristiti program OPTIMA kako bi se kod određivanja standardnih dimenzija i nadmjere vodilo računa i o mogućnosti ekonomičnog korišćenja materijala.

7. Krojenje u tvornicama iverica

Nema sumnje da je s aspekta iskorišćenja sirovina pogodnije krojenje ploča u tvornicama iverica, no smatramo da realizacija toga nije predmet kojim bi se trebalo baviti u okviru ovog zadatka.

8. Tkanina

Zbog svoje vrijednosti i sadašnje velike količine otpada, problem krojenja tkanine ima veliku važnost za proizvodne organizacije. Matematička formulacija problema, te njegovo rješavanje za veliki dio slučajeva koji se pojavljuju kod krojenja tkanina je riješen. Potrebno je pristupiti izradi programa za elektroničko računalo.

9. Masiv

Kod nas još nije na problemu krojenja masiva pomoću elektroničkog računala ništa uradjeno i tek nam predstoje potrebne predradnje. Moraju se obaviti statistička snimanja kvalitete masiva koji se upotrebljava u proizvodnim organizacijama.

Smatramo da će se problem krojenja masiva teško riješiti bez upotrebe odgovarajućih elektronskih senzora, koji su montirani na radnom mjestu gdje se vrši krojenje, a priključeni na odgovarajuće računalo.