

Standardna vremena operacija na nekim strojevima u finalnoj obradi drva*

SAŽETAK:

Ovaj članak je skraćeni i prestilizirani oblik magistarskog rada autora pod naslovom »Utjecaj pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena na nekim strojevima u finalnoj obradi drva«. Rezultati dobiveni u ovom radu interesantni su za praksu i aktualni su kod normiranja radnog vremena, te mogu poslužiti onim poduzećima koja nisu u mogućnosti da poduzmu ovako opširna istraživanja.

Standardna vremena operacija iznijeta u ovom članku za karakteristične operacije i radna mjesta dobivena su na osnovu velikog broja opažanja, a na temelju spoznaje da snimljeni podaci iz pokusnih nizova odgovaraju nekolicini jednostavnih funkcija.

Na osnovi toga, a prema sličnosti dobivenih krivulja s oblicima kojima su poznate jednadžbe, odabiran je jedan od oblika kod kojeg je greška odstupanja bila minimalna.

STANDARD OPERATION TIME SYSTEM ON SOME MACHINES FOR FURNITURE MANUFACTURE

Summary

The article is a summarized and revised form of the author's master's thesis: »Particular Agents Influence upon the Operating Time Length on Some Machines for Furniture Manufacture. The results obtained are interesting for practical application and determination of working hours thus being of use to those enterprises which themselves have no possibilities to undertake such extensive research.

Standard operation times presented in this article for characteristic working operations are based on numerous observations and the knowledge that the data obtained from experiments correspond to a few simple functions.

Based upon the above conclusion and according to the analogy of the obtained curves with those forms the equations of which are well known a form has been chosen where the deviation is minimal.

UVOD

Godinama se već u prerađivačkoj industriji primjenjuje studij rada kao instrument za povećanje produktivnosti rada, a tehničke norme kao mjerila usporedbe nivoa organizacije rada pojedinih pogona i mogućnosti za postavljanje smjernica za daljnji rad na unapređenju proizvodnje u postojećim pogonima. Na taj način omogućeno je pripremi proizvodnje i projektnim organizacijama da se služe standardnim vremenima operacija kao podlogom za rad prilikom uvođenja novih proizvoda u proizvodnju ili pri projektiranju novih kapaciteta. Međutim, u finalnoj obradi drva, do danas, osim nekoliko individualnih pokušaja, nije postignuto da se kompleksno pristupi izradi standardnih vremena za karakteristične zahvate, odnosno operacije na svim rad-

nim mjestima. Vremena iz strane literature i prakse, zbog specifičnih uvjeta, ne mogu se primjenjivati. Na ovo je bez sumnje utjecala struktura poduzeća, proizvodni programi, te usitnjeni kapaciteti pojedinih pogona, u čijoj strukturi troškova materijal zauzima značajno mjesto.

Problem normiranja u drvnoj industriji, a posebno u finalnoj preradi drva, iz dana u dan postaje sve teži. Normativi vremena izrade dobiveni na osnovu iskustva ili različitim metodama postaju ozbiljna kočnica u procesu proizvodnje, tj. loša su podloga za rad pripreme proizvodnje, operativno planiranje i mjerenje produktivnosti rada. Prema dosadašnjim iskustvima, postoje uglavnom slijedeće poteškoće:

- nepostojanje podataka,
- postojanje neadekvatnih podataka, koji se moraju najprije preraditi i adaptirati.

U najviše slučajeva, sistem rada kod utvrđivanja normi ne zadovoljava, te se stoga niti podaci dobiveni o vremenima operacija ne mogu

* Skraćeni i prestilizirani magistarski rad izrađen pod naslovom »Utjecaj pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena na nekim strojevima u finalnoj obradi drva«. Rad je prihvaćen i obradjen na Šumarskom fakultetu u Zagrebu 1975. god.

komparirati. Uočavajući važnost problema, ovim se radom želi u određenom obujmu i obliku dati doprinos na istraživanju standardnih vremena karakterističnih zahvata i operacija na strojnim radnim mjestima u finalnoj obradi drva. Istraživanjem utjecaja pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena došlo se do podataka koji treba da na određeni način doprinesu aplikaciji dobivenih rezultata, kako u proizvodnim tako i u projektnim organizacijama drvne industrije.

1. PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Postojanje zavisnosti između operativnog vremena i utjecajnih činilaca ima veliko teoretsko i praktično značenje. To značenje očituje se u mogućnosti da se za svaki određeni slučaj istraži i postavi odgovarajući broj određenih utjecajnih činilaca, te da se pomoću njih matematski oblikuje odgovarajući tehnološki sistem. Uzimanjem u obzir što više utjecajnih veličina elementi režima rada bit će točnije određeni. Kako bi se moglo uočiti značenje utjecaja svakog pojedinog činioca na operativno vrijeme i odrediti način određivanja njegove vrijednosti, prvenstveno je bilo potrebno ispitati koji su to utjecajni činioci i izvršiti njihovu selekciju. Na osnovi skupljenih vremenskih podataka, trebalo je ustanoviti funkcionalnu zavisnost između operativnog vremena (t_0), za određene elemente radnog procesa, i utjecajnih činilaca. To se može općenito prikazati izrazom, gdje je (t_0) funkcija utjecajnih činilaca:

$$t_0 = f(P_1, P_2, P_3 \dots P_n)$$

gdje su: $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$ razni utjecajni činioci. Neki autori u svojim radovima polaze čak i od povezivanja parcijalnih izraza u kompleksniju zavisnost oblika:

$$t_0 = f_1(P_1 \dots P_n) + f_2(P_1 \dots P_n) + \dots$$

Međutim, pojava višečlanih izraza neprikladna je za racionalno određivanje vremena izrade. Unatoč reduciranju broja parcijalnih zavisnosti, prilikom istraživanja u ovom radu, nisu dobiveni zadovoljavajući rezultati. Istraživanja su zbog toga bila usmjerena na utvrđivanje da li je uopće moguće odrediti neki prikladan izraz, odnosno da li je svrsishodno određivati vrijeme pomoću jednostavnijeg izraza oblika $t_0 = f(P_1)$. Teorijska ispitivanja u ovom radu i praktična primjena potvrdili su da je to moguće sprovesti. Za pojedine elemente ili grupe elemenata vremena, na taj se način može brzo i efikasno određivati operativno vrijeme. Svi činioci ne utječu na trajanje operacije, već samo u određenim kombinacijama. Osnovna je ideja da se iz većeg broja činilaca koji utječu na veličinu promatranog vremena pokuša pronaći jedan, i to najutjecajniji, kako bi se što lakše podaci prikazali u dvoosnom koordinatnom sistemu putem dijagrama. Ukoliko se to može, mora se nastojati da se standardni podaci prikazuju uvijek samo u odnosu na jednu komparativnu veličinu (npr. dužinu, širinu itd.) zbog lakšeg interpretiranja i realizacije u eksploataciji.

Na osnovi navedene problematike, ciljevi postavljani u ovim istraživanjima bili su:

1. Ispitivanje utjecaja pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena s ciljem izrade standardnih vremena operacija.
2. Utvrđivanje mogućnosti pravilnijeg normiranja, tj. određivanja vremena potrebnog za proizvodnju određenog elementa odnosno proizvoda.
3. Spoznaja na kojim radnim mjestima i u kojim pogonima je najhitnije potrebno poduzeti mjere poboljšanja rada.
4. Povećanje sudjelovanja operativnog vremena u strukturi radnog vremena.
5. Povećanje produktivnosti rada, ekonomičnosti i rentabilnosti.
6. Mogućnost boljeg operativnog planiranja.
7. Mogućnost provjere dijela kalkulacija kooperanata.

2. METODA RADA

S obzirom da je cilj ispitivanja bio ustanovljenje utjecaja pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena i određivanje jednadžbe funkcije na nekim strojevima u finalnoj obradi drva, bilo je potrebno definirati slijedeće:

1. Sistem istraživanja
2. Objekt istraživanja
3. Tehniku rada
4. Obradu podataka

Zbog nemogućnosti opširnijeg prikaza metode rada, ovdje su dane samo sažete osnovne postavke.

2.1. Sistem istraživanja

Poznato je iz raščlane vremena naloga da se ono sastoji od određenog broja elemenata. Utvrđivanje pojedinih elemenata vremena zasniva se na eksperimentalno utvrđenim vrijednostima ili na fizikalno-tehnološkim zakonitostima koje su matematički formulirane. Na taj način utvrđeno operativno vrijeme za određenu operaciju ili operacije, postaje mjerodavno za određivanje vremena izrade potrebnog za obradu pojedine grupe dijelova. Ispitivanje elemenata pojedinih operacija provelo se snimanjem na određenim radnim mjestima kronometražom u proizvodnji, analiziranjem dobivenih podataka i traženjem funkcionalne zavisnosti između pojedinih utjecajnih činilaca i operativnog vremena.

2.2. Objekt istraživanja

Kod određivanja pogona u kojima se provelo ispitivanje, nastojalo se obuhvatiti sve predstavnike finalne obrade drva, a to su: tvornice stolica, tvornice furniranog pokućstva, tvornice masivnog pokućstva. Izbor radnih mjesta na kojima su vršena opažanja izvršen je tako da su obuhvaćena sva važnija radna mjesta u svakom od pojedinih odjela kako slijedi:

- I skupina:
Strojevi za krojenje masiva:
— kružna pila

II skupina:

Strojevi grube strojne obrade:

- ravnalica
- debljača
- jednoetažna protočna preša
- poluautomatski tokarski stroj.

III skupina:

Strojevi fine strojne obrade:

- stolna glodalica
- strojna za obradu rubova
- univerzalna profilna pila
- horizontalna bušilica
- tračna brusilica

2.3. Tehnika rada

Snimanja u pogonima, odnosno odabranim poduzećima i na odabranim strojevima, provedena su kronometražom — protočnom metodom. Radi pravilnog provođenja snimanja i osiguranja vjerodostojnosti i usporedivosti podataka, potrebno je bilo provesti: podučavanje stručnog osoblja, pripreme za snimanje, snimanje, formiranje kartoteke podataka, obračunavanje snimljenih vrijednosti.

2.4. Obrada podataka

Obrada snimljenih podataka sastojala se od dva dijela:

- a) traženje oblika veze (jednadžbi)
- b) računanje iznosa parametara.

Raspored podataka iz pokusnih nizova, koji se pojavljuju u tehnici i prirodnim znanostima, često odgovara nekolicini jednostavnijih funkcija koje su niže navedene. Po sličnosti dobivene krivulje s oblicima kojima su poznate jednadžbe, odabire se jedan oblik i ispituje. To ispitivanje obavlja se tako da se podaci nanose na specijalni funkcionalni papir tako dugo dok se eksponencijalne krivulje ne rektificiraju u pravac.

Prema H. B. Maynardu, to su slijedeće funkcije koje se najčešće pojavljuju:

- I slučaj: $y = ax + b$
- II slučaj: $y = a(10)^{mx}$
- III slučaj: $y = a ax^m$
- IV slučaj: $y = ax^m + c$
- V slučaj: $y = a(10)^{mx} + c$
- VI slučaj: $y = \frac{a}{x^m}$

Nakon izbora odgovarajuće funkcije, prišlo se izračunavanju parametara. Metode određivanja jednadžbi, koje su upotrebljene u ovom radu, navode se redoslijedom sve veće složenosti:

1. metoda izabranih točaka
2. metoda najmanjih kvadrata
3. Davis-ova metoda

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA O REZULTATIMA

Rezultati istraživanja dani su po pojedinim radnim mjestima za karakteristične operacije. Na konačnim oblicima funkcija izvršena je kontrola točaka krivulja. Stanovite korekcije opera-

tivnih vremena nastale su zbog zaokruživanja vrijednosti pojedinih koeficijenata, naročito kod eksponencijalnih funkcija. Potrebno je napomenuti da su u ovom članku rezultati ispitivanja prikazani samo grafički zbog ograničenog prostora, no za eventualnu primjenu u proizvodnji oni su dostatni.

3.1. Kružna pila za uzdužno piljenje

Pri pronalaženju optimalnog izraza, kojim se prikazuje utjecaj pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena, detaljno su analizirani činioci koji utječu na utrošak vremena kod operacije uzdužnog piljenja. Grupiranje utjecajnih činilaca izvršeno je slijedećim redoslijedom:

1. dužina reza (L)
2. brzina pomaka (S)
3. broj rezova (n)
4. širina elementa (š)
5. faktor mnogostrukosti ulaganja (X)
6. vrsta materijala
7. debljina elemenata (d)

Analize su pokazale da je zavisnost između utjecajnih činilaca i operativnog vremena najprikladnije izraziti pomoću funkcije koja prikazuje utjecaj dužine reza na operativno vrijeme.

Dužina reza (L) odgovara dužini elemenata i vremenu koje se odnosi na njihovu neposrednu obradu (osnovno tehnološko vrijeme). Vrijeme ulaza elementa u stroj do početka obrade uračunano je u vrijeme ulaganja. Za operaciju uzdužnog piljenja i za odabranu funkcionalnu zavisnost, dat je grafički prikaz na slici br. 1.

3.2. Ravnalica

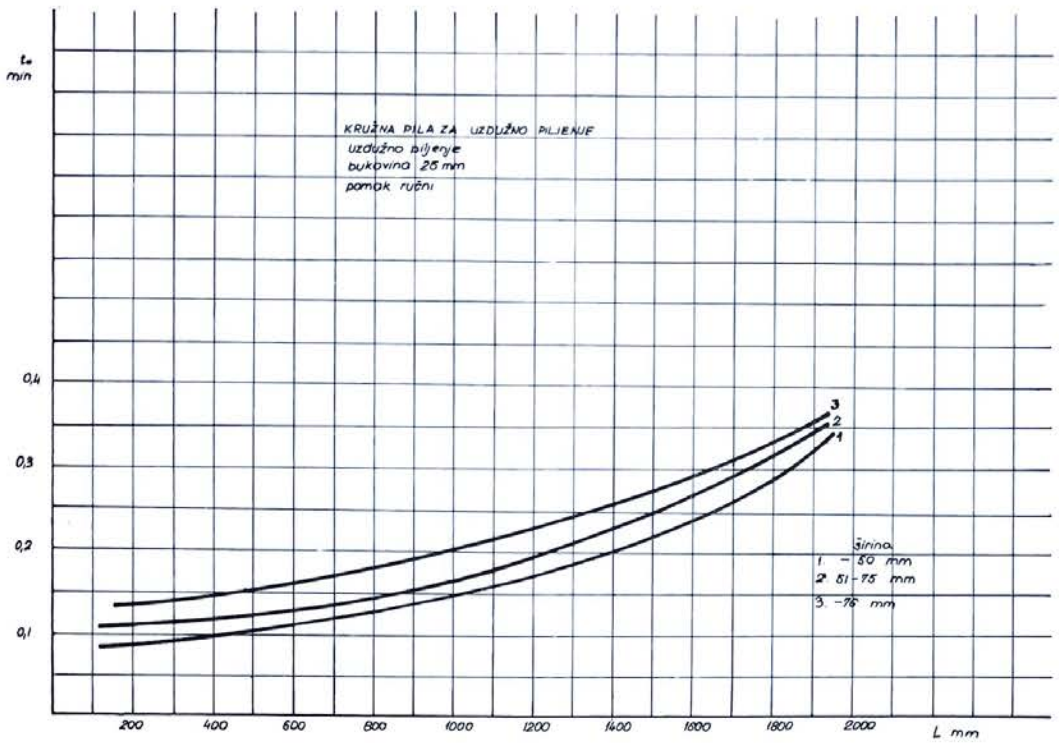
Analiziranjem zavisnosti između utjecajnih činilaca i operativnog vremena na ravnalicama, kod operacije ravnjanje elemenata, izlučeni su varijabilni činioci, koji bitno utječu na veličinu operativnog vremena. To su:

1. dužina kote koja se ravna (L)
2. broj prolaza (is)
3. širina elementa (š)
4. debljina elementa koji se blanja (d)
5. broj površina koje se obrađuju (np)
6. vrsta materijala
7. dubina ivera (debljina se skida) (d_1)
8. broj istovremeno obrađenih elemenata (x)
9. vrijeme ulaganja i odlaganja (t_u i t_o)

Analizom utjecajnih činilaca zaključeno je da se, kao najutjecajniji kvantitativni činilac, pojavljuje dužina kote koja se ravna uz pretpostavljene širine elemenata.

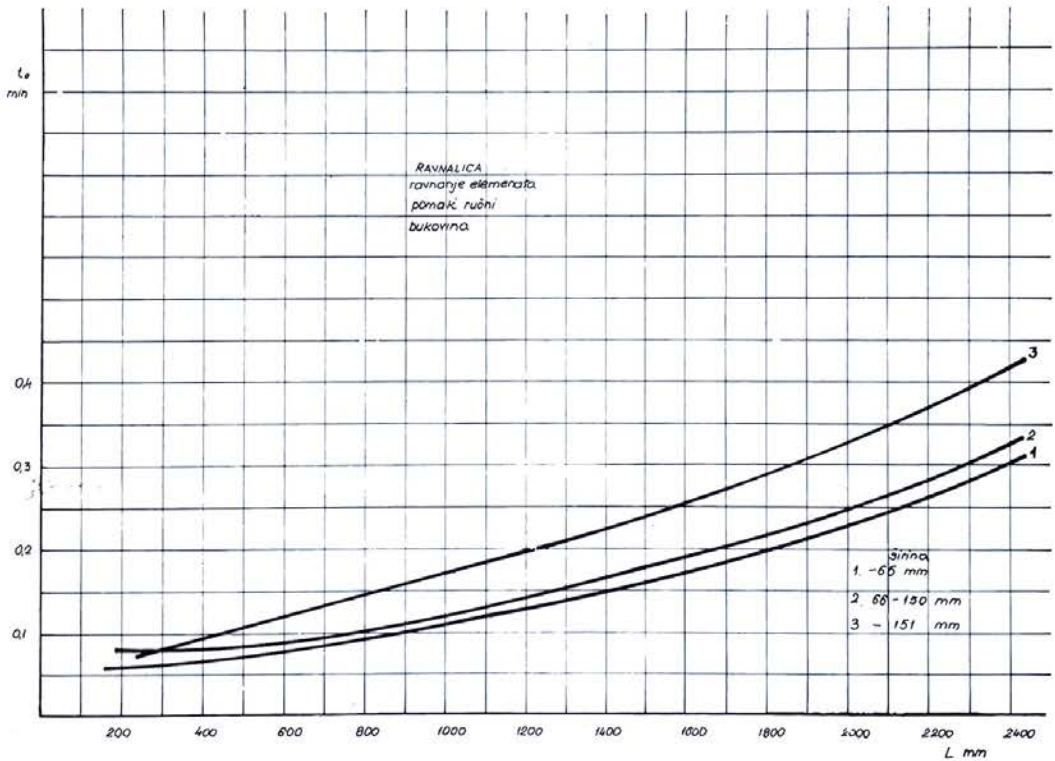
Dužina kote koja se ravna (L) obično je dužina elementa koji se ravna u smjeru vlakana. Međutim, s ovim činiocem usko je povezan i činilac broj prolaza kroz stroj (is), koji nije promatran posebno. On je uziman pri snimanju zajedno s dužinom komada, tako da je njihov utjecaj prikazan zajednički na slici br. 2.

Ostali utjecajni činioci kod ove operacije dani su u opisnom obliku i predstavljaju u stanovitom smislu daljnja ograničenja pri interpretaciji dobivenih rezultata.



LIST 1

Slika 1



LIST 2

Slika 2

3.3. Debljača

Prilikom analiziranja snimljenih elementarnih vremena, kod operacije blanjanja na debljinu i blanjanja na širinu, izdvojeni su varijabilni činioci koji bitno utječu na veličinu operativnog vremena, uz pretpostavljene konstantne utjecajne činioce.

1. dužina elementa koji se blanja (L)
2. širina elementa koji se blanja (š)
3. debljina elementa koji se blanja (d)
4. faktor mnogostrukosti (x)
5. broj površina koje se obrađuju (np)
6. brzina pomaka (s)
7. vrsta materijala
8. broj prolaza kroz stroj (is)

Analizom utjecajnih činilaca, kod operacije blanjanja elemenata na debljinu i širinu, zaključeno je da je najprikladnije izraziti ovisnost između utjecajnih činilaca i operativnog vremena pomoću funkcije koja prikazuje utjecaj dužine elemenata na operativno vrijeme u određenim širinskim razredima. Kao i kod ravnalica, i ovdje je uzet utjecaj broja prolaza kroz stroj (is) zajednički s dužinom elementa koji se blanja iz istih razloga.

Širine elemenata su dane opisno u određenim granicama, tj. u razredima. Samo spretno izabranim širinama razreda može se prikazati značenje utjecaja širine na veličinu operativnog vremena na blanjalici. Ovdje je, prema tome, drugi utjecajni činilac veličina (raspon) razreda širina elemenata.

Utjecaj faktora mnogostrukosti kod ovih operacija uzet je u obzir zajedno sa širinom elementa i nije posebno prikazivan u dijagramu. Naime, ispitivanjem je utvrđeno da postoji ovisnost između širine elementa, faktora mnogostrukosti i vremena ulaganja, te je na slici br. 3 dan grafički prikaz.

Analiziranjem odnosa između utjecajnih činilaca i operativnog vremena kod operacije blanjanja elemenata na debljinu, zaključeno je da je najutjecajniji činilac dužina elementa, pa je, s obzirom na širinske razrede, ta zavisnost prikazana na slici br. 4.

Za naznačeno područje obrade, praktički sve kombinacije koje nastaju između dužina i širina s jedne strane i dužine kote koja se blanja s druge strane, prikazane su zavisnosti u odnosu na operativno vrijeme za obje promatrane operacije na priloženom dijagramu. Unatoč tome što je krivuljama zahvaćeno relativno veliko područje obrade, uneseni podaci pokazuju relativno mala odstupanja između izračunatih vrijednosti i podataka iz prakse. Visoki stupanj korelacije između snimljenih operativnih vremena u praksi i očitanih vremena iz dijagrama za istu vrijednost parametra x, posljedica je toga što su uzeti u obzir praktički svi poznati utjecajni činioci kod promatrane operacije. Potrebno je napomenuti da su, u području od 1000—1300 mm, vrijednosti na krivuljama 1 i 4 dobivene ekstrapolacijom,

pa se te vrijednosti moraju uzeti sa stanovitim ograničenjem. Međutim, neosporna je činjenica da u ovom dužinskom intervalu dolazi do prekrivanja ručnih i strojnih zahvata, što pokazuje daljnji tok funkcija u području većih dužina.

3.4. Jednoetažna protočna preša

Analiziranjem ovog radnog mjesta i obračunavanjem snimljenih podataka na ovom stroju, uočeni su slijedeći utjecajni činioci:

1. broj istovremeno prešanih elemenata (n)
2. takt preše (T)
3. vrijeme ulaganja u prešu (t_u)

Broj istovremeno prešanih elemenata (n) jest utjecajni činilac veličine operativnog vremena. Priprema proizvodnje, prilikom lansiranja radnih zadataka, mora paziti na moguće sheme slaganja, tako da se maksimalno iskoristi moguća površina za prešanje, uz uvjet da vrijeme ulaganja (pomoćno radno vrijeme) ne bude dulje od takta preše za određene elemente. Na taj je način i drugi utjecajni činilac, takt preše, obuhvaćen u prvom činiocu i kod prikazivanja zavisnosti operativnog vremena od utjecajnih činilaca. Svakako da i vrijeme ulaganja, odnosno pripremanje elemenata za novo punjenje, utječe na duljinu operativnog vremena ukoliko je dulje od osnovnog tehnološkog vremena. Međutim, potrebno je ispitati koja je to gornja granica broja elemenata vrijeme ulaganja kojih je manje ili jednako osnovnom tehnološkom vremenu (t_{os}), odnosno vremenu direktnog prešanja (t_p). U ovom radu, na promatranom radnom mjestu, ustanovljena su granična područja kod kojih je postavljen uvjet:

$$t_p \leq t_{os}$$

To su 2 i 20 komada, te se za to područje može prikazati funkcija između takta preše, broja istovremeno prešanih komada i operativnog vremena, kako je prikazano na slici br. 5.

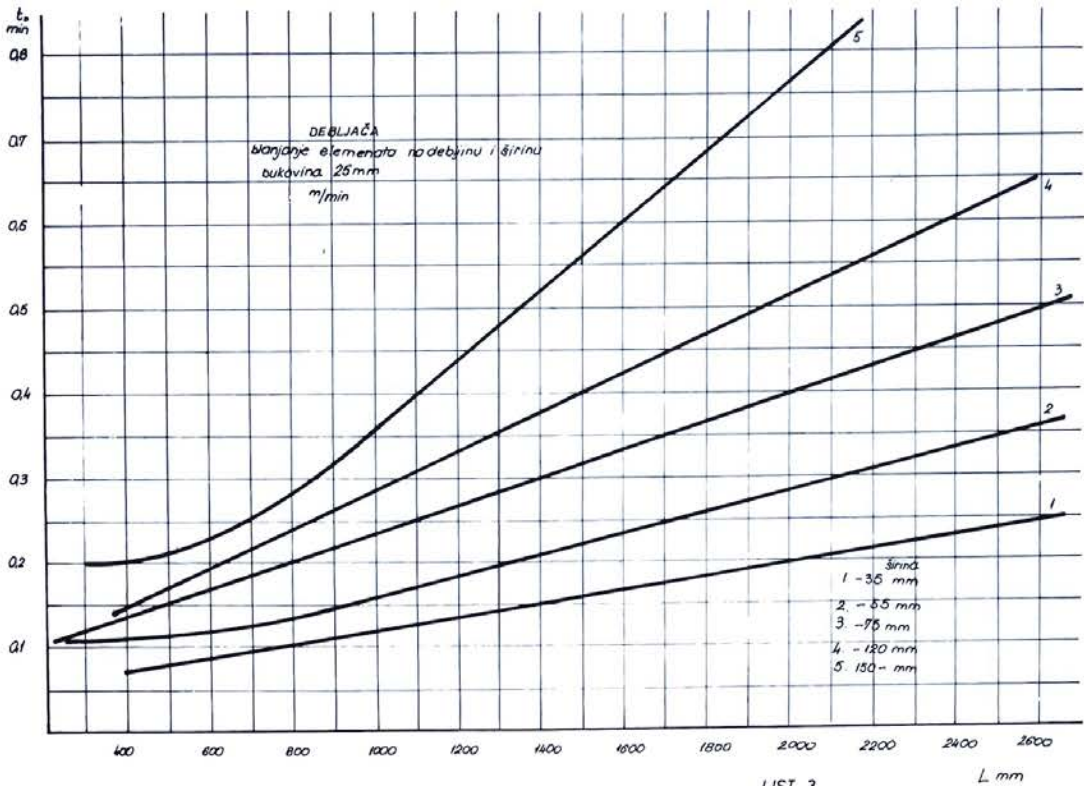
3.5. Poluautomatski tokarski stroj

Pri pronalaženju optimalnog izraza funkcije operativnog vremena, detaljno su analizirani utjecajni činioci na ovom radnom mjestu. Njihovo grupiranje izvršeno je slijedećim redoslijedom:

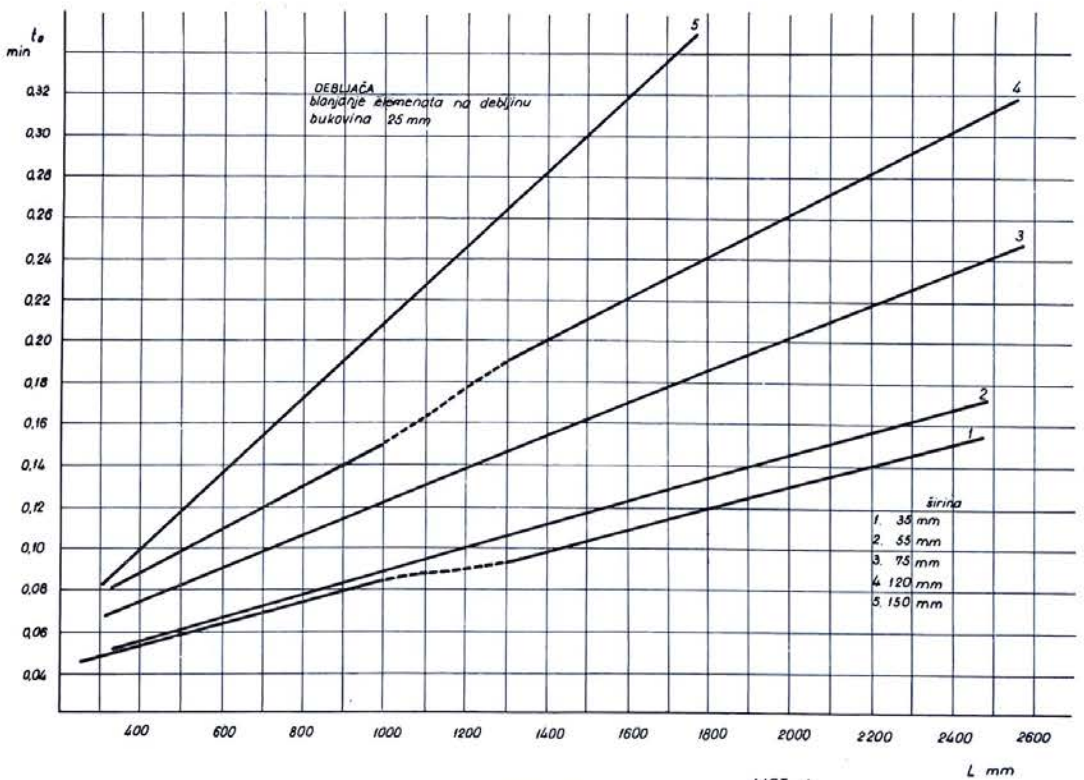
1. dužina kote koja se treba istokariti (L)
2. presjek (profil) koji treba tokariti (P)
3. brzina pomaka (s)
4. vrsta materijala
5. vrijeme brušenja elemenata (t_b)
6. vrijeme ulaganja (t_u)

Analiza je pokazala da je najprikladnije izraziti zavisnost između utjecajnih činilaca i operativnog vremena pomoću zavisnosti dužine kote koju treba istokariti (L) uz pretpostavku oblika.

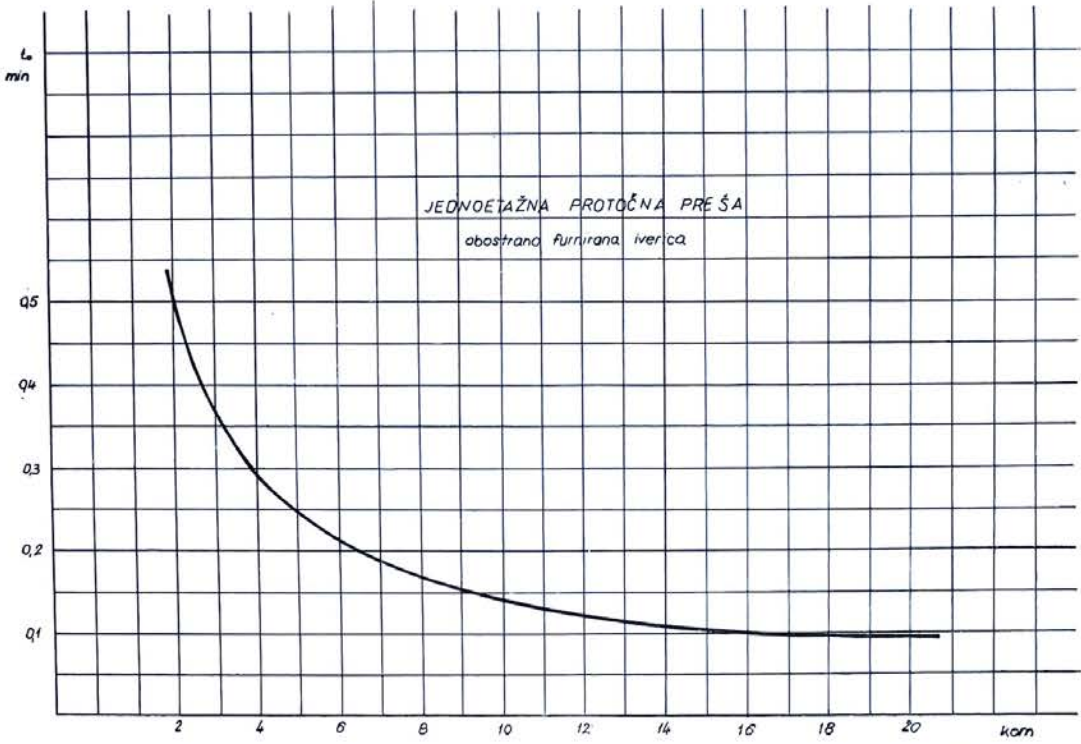
Pod dužinom tokarene kote (L) uglavnom se podrazumijeva dužina elementa, međutim to uvijek ne mora biti. Često puta ovu veličinu treba povećati za određeni dodatak koji otpada na ulaz noža prije početka tokarenja i izlaz noža po završetku zadatka.



Slika 3

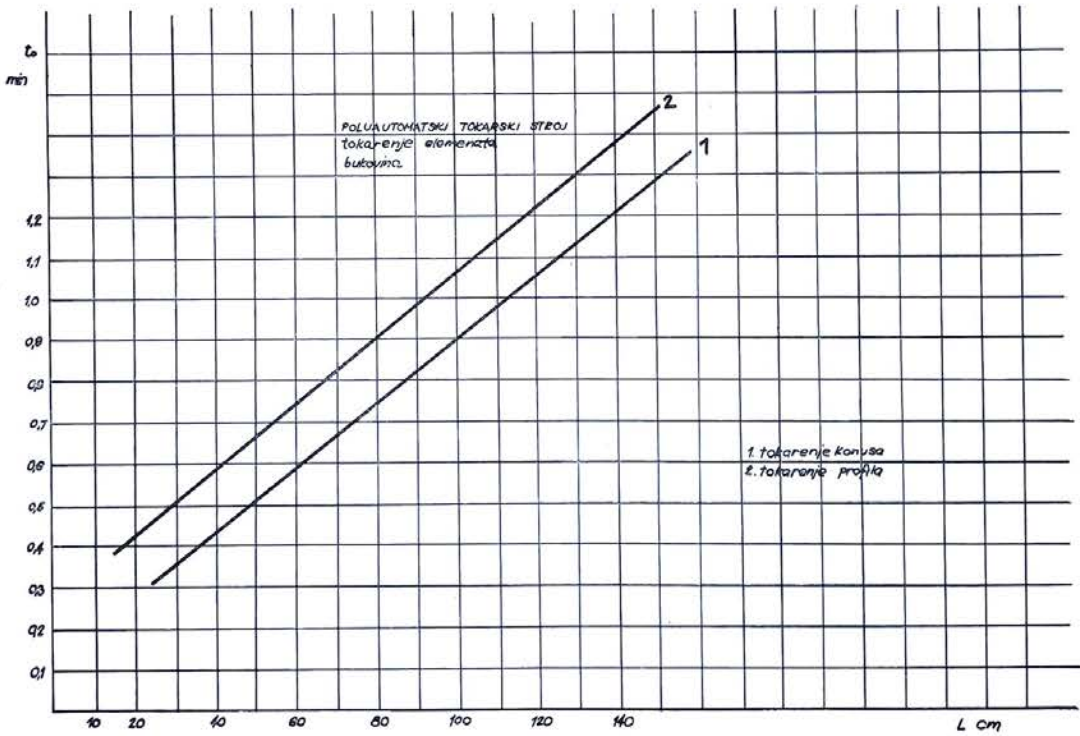


Slika 4



LIST 5

Slika 5



LIST 6

Slika 6

Presjek (profil) koji treba istokariti (P) u promatranim slučajevima nije dan u mjerljivim veličinama, kao što je to bio slučaj npr. kod stolne glodalice, već je dan opisno. Ovim je ispitivanjima utvrđeno da je to u praksi jednostavniji način prikazivanja.

Vrijeme brušenja elemenata (t_b) koji puta može utjecati na veličinu operativnog vremena, ali je u većini slučajeva prekriveno s osnovnim tehnološkim vremenom tokarenja. Prema tome s postavljenim ograničenjima, funkcija koja predstavlja realan proces obrade, i to za niz kombinacija između oblika presjeka i dužine tokarene kote, može se predočiti kako je to prikazano na slici br. 6.

Ostali utjecajni činioci kod ove operacije dani su u opisnom obliku i predstavljaju daljnja ograničenja pri interpretaciji dobivenih rezultata.

3.6. Stolna glodalica

Analiziranjem utjecajnih činilaca, koji utječu na veličinu operativnog vremena kod operacija na stolnim glodalicama, selektirani su slijedeći:

1. dužina glodane kote (L)
2. presjek koji treba izgledati (P)
3. volumen koji se gloda (V)
4. vrsta materijala
5. broj prolaza glodala (is)
6. broj okretaja na glodalu (o/min).

Analizom odnosa između činilaca i operativnog vremena, zaključeno je da je najutjecajniji činilac, na operacijama izrade čepa s jedne strane i s obje strane, volumen koji treba uiveriti. Dužine glodane kote je dužina koja se očitava s nacrtu, a odnosi se na kotu kojom se predviđa glodanje utora, poluutora itd. Dodatak na ulaz glodala prije početka glodanja i izlaz po završetku zahvata zavisian je od presjeka materijala koji se obrađuje, promjera glodala, oblika glodala, dubine glodanja i širine glodanja. Ukoliko ove dužine znatnije utječu na operativno vrijeme, potrebno je i njih uzeti u obzir. Međutim, presjek koji treba izgledati (P) izračunava se tako da se presjek elementa koji se gloda nanese na milimetarski papir na snimčkom listu, te se izbroje kvadrati površine koju treba izgledati.

Presjek koji treba izgledati vrlo je utjecajan kvantitativan činilac na veličinu operativnog vremena, no, razmatranjem i analizom snimljenih podataka, došlo se do uvjerenja da bi se tek kombinacijom činilaca L i P, te dobivanjem zajedničkog činioca V (volumen), mogao prikazati stvarni ponder njihova utjecaja na promatrano vrijeme. U ovom prikazu nisu dati profilni oblici umjesto presjeka koji treba glodati zbog toga jer računaska provjera pokazuje da je stvarna utjecajna veličina ipak samo presjek izražen u mm^2 ili cm^2 , a da oblik presjeka nema nikakav utjecaj na utrošak vremena. Površina koja se obrađuje uzima se za jedinicu mjerenja ako se radi o plitkim udubinama.

Volumen koji treba izgledati (V) uzet je na promatranim operacijama kao produkt presjeka (P) i dužina glodane kote (L).

Pomoću odabranog najutjecajnijeg činioca i odabrane funkcionalne zavisnosti između njega i operativnog vremena postavljeni su matematički izrazi. Oni s postavljenim ograničenjima predočuju redovan proces obrade, i to za niz kombinacija između volumena koji treba uiveriti i operativnog vremena. Njihov grafički prikaz dan je na slici br. 7, i to:

- a) operacija: — izrada čepa s jedne strane,
- b) operacija: — izrada čepa s obje strane,

3.7. Stroj za obradu rubova

Analizom tehnološkog postupka obrada rubova, na osnovi kojeg su postavljena određena ograničenja, izabrani su najutjecajniji činioci od kojih zavisi operativno vrijeme:

1. dužina kote koja se obrađuje (L),
2. vrsta materijala
3. brzina pomaka (s)
4. faktor mnogostrukosti (x)
5. broj ploha koje se obrađuju (n_p)
6. vrijeme ulaganja (t_u)

Kao najutjecajniji činilac identificirana je dužina kote koja se obrađuje uz pretpostavku utjecaja vrste materijala i brzine pomaka. Faktor mnogostrukosti (x), tj. broj elemenata koji se istovremeno obrađuju, u uskoj je vezi s vremenom ulaganja u stroj. Na taj način dolazi do prekidanja pojedinih zahvata, te zbog toga u određenom dužinskom intervalu nastaju razlike između snimljenih vrijednosti i izračunatog osnovnog tehnološkog vremena pomoću osnovne formule. Međutim, ta pojava smatra se upravo normalnom, jer u takvim slučajevima odlučujući činilac je vrijeme ulaganja u stroj.

Za naznačeno područje obrade zavisnosti između vrste materijala, dužine lemenata i operativnog vremena prikazane su grafički u priloženom dijagramu (slika br. 8).

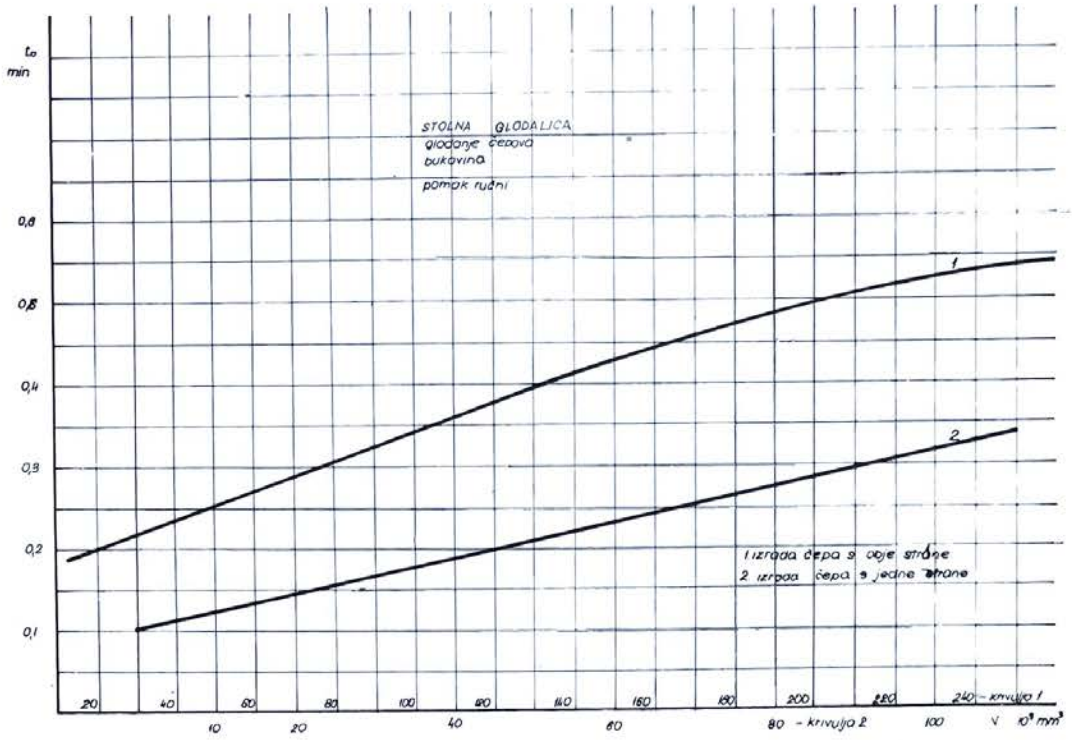
3.8. Univerzalna profilna pila

Za promatranu operaciju, najutjecajniji činioci koji se traže, a koji, pored ostalih, definiraju režim obrade, jesu:

1. dužina elemenata koji se obrađuju (L)
2. širina elemenata koji se obrađuju (š)
3. vrsta materijala
4. brzina pomaka (s)
5. vrijeme ulaganja (t_u)

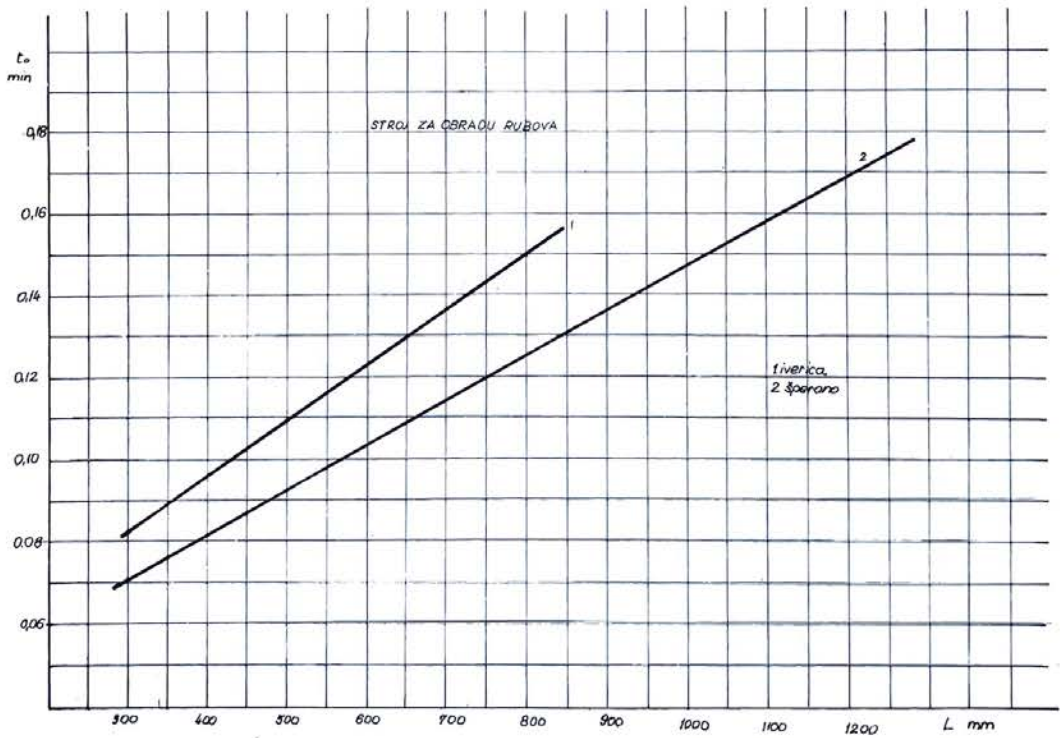
Analiziranjem činilaca za promatrane operacije, zaključeno je da, kod operacije obrezivanja na točnu širinu, najjače utječe dužina elemenata koji se obrađuje (L).

Dužina kote koja se obrađuje (L) u pravilu je dužina elementa. Ovaj činilac usko je povezan s vrstom materijala i brzinom pomaka (s). Uz ostale pretpostavljene konstantne činioce, pri ovom režimu rada odabrane funkcionalne zavisnosti između dužine elementa (L) i operativnog



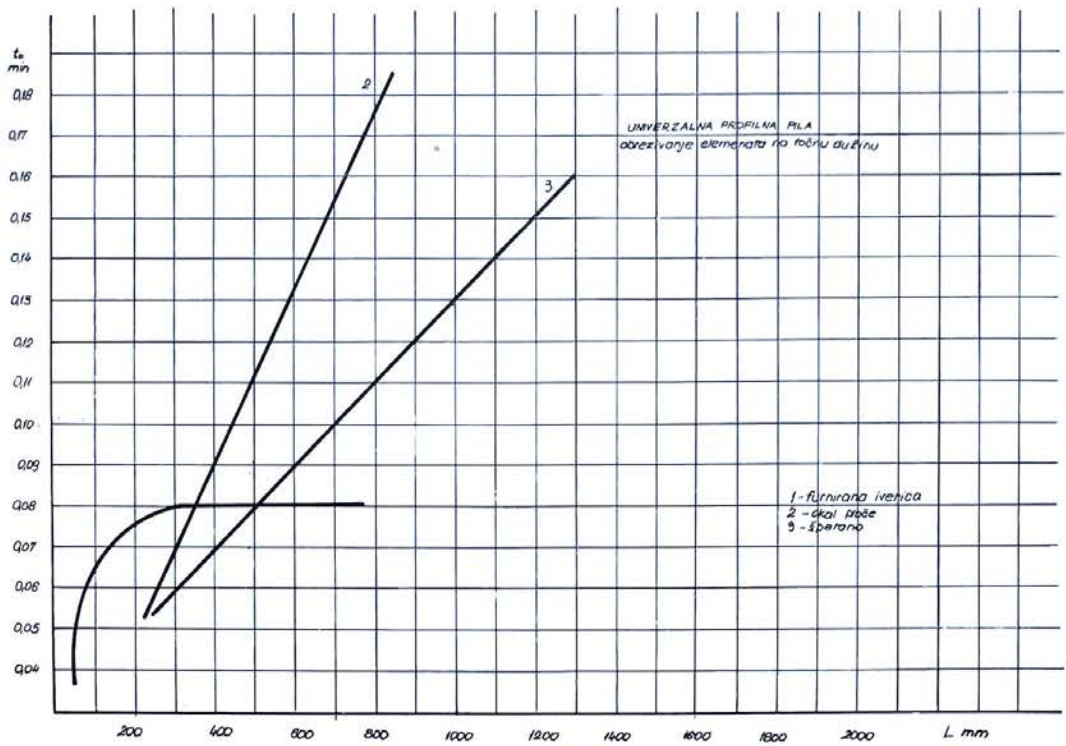
LIST 7

Slika 7



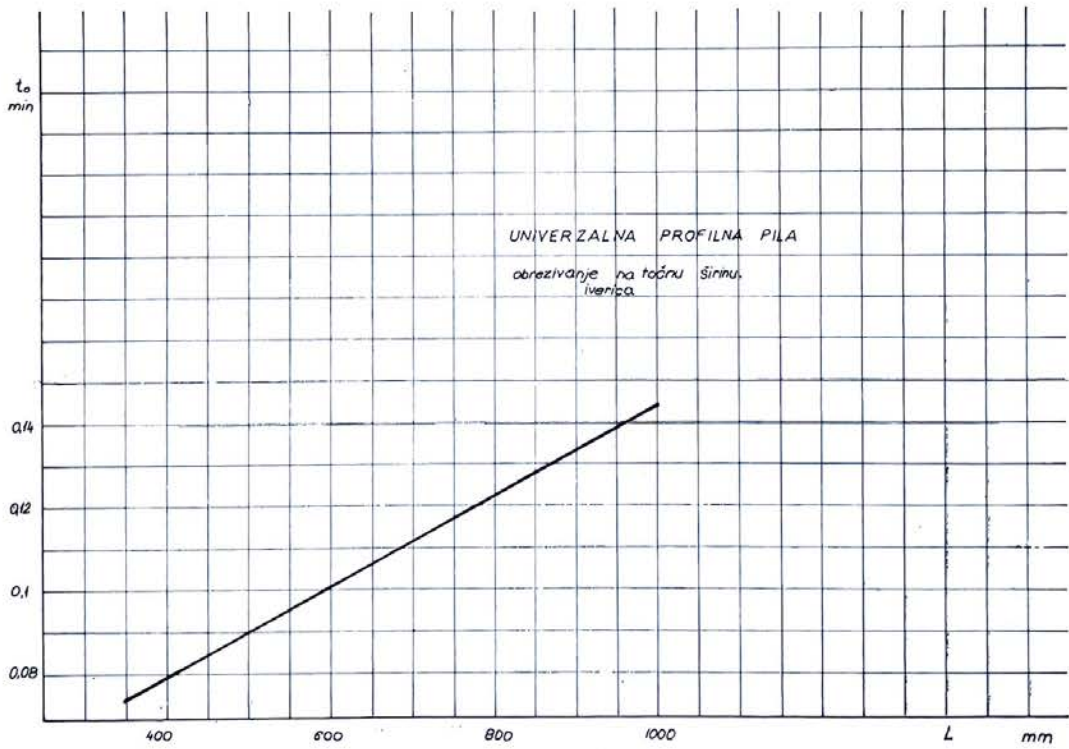
LIST 8

Slika 8



Slika 9

LIST 9



Slika 10

LIST 10

vremena (t_0) prikazane su na sl. 9 i 10. Za operaciju obrezivanja na točnu dužinu, slika 9 i za operaciju obrezivanja elemenata na točnu širinu slika 10.

Ostali utjecajni činioci kod ovih operacija dani su u opisnom obliku i predstavljaju u određenom smislu pretpostavljena ograničenja pri interpretaciji dobivenih rezultata.

3.9. Horizontalna bušilica

Činioci koji utječu na veličinu operativnog vremena na horizontalnim bušilicama izdvojeni su i grupirani prema sljedećem redoslijedu:

1. dubina bušenja (L)
2. promjer rupe (\varnothing)
3. broj bušenja (n)
4. vrsta materijala
5. smjer rezanja u odnosu na vlakanca
6. vrijeme ulaganja (t_u)

Broj bušenja (n) je mjerljivi kvantitativni utjecajni činilac, a često puta se pod brojem bušenja podrazumijeva u stvari broj ulaza svrdla u elementat. To koji puta znači jedan ulaz — jedna rupa, kao u promatranim slučajevima, ali kod viševretenih bušilica jedan ulaz može imati nekoliko rupa. Iz tog razloga želi se istaknuti da bi se kao osnovni kvantitativni utjecajni činilac morao uzimati broj bušenja (ulaza), a opisno dati koliko rupa se buši pri tome.

Dubina bušenja (L) i promjer rupe (\varnothing) jesu kvantitativni utjecajni činioci i mogu se dati opisno. Dubina i promjer rupe imaju uglavnom podređeno značenje, budući da je rezni otpor kod velikog broja okretaja malen. Ako je rupa većeg promjera i duboka, tada je bolje da se za mjeru računanja uzme volumen uiverene mase.

Broj rupa koje se izvode na jednom obratku i u jednom zahvatu, odnosno operaciji, i njihova međusobna udaljenost također utječu na utrošak operativnog vremena.

Za značeno područje obrade provrta (slika br. 11) za praktički sve kombinacije koje nastaju između promjera provrta (eventualno dvostruko bušenje) i dubine provrta, kao parametar x uzet je broj bušenja na jednom elementu, ali uz uvjet da je obrada za dani promjer provrta izvršena s elementima koji proizlaze iz danih tablica. S obzirom na specifičnost parametra x , utjecaj dimenzija provrta u prikazanim kombinacijama može se prikazati jedino eksponencijalnim krivuljama.

3.10. Tračna brusilica

Analiziranjem utjecaja činilaca na veličinu operativnog vremena na tračnoj brusilici, zaključeno je da se činioci mogu klasificirati u ove karakteristične grupe:

1. dužina brušenja (L)
2. broj potrebnih brušenja (n)
3. broj površina koje treba obraditi (n_p)
4. faktor mnogostrukosti (x)
5. površina obratka (P)
6. oblici i dimenzija obratka

7. vrsta materijala
8. zahtijevana kvaliteta brušenja
9. granulacija i stanje brusne trake
10. obrada elemenata prije brušenja
11. vrijeme ulaganja (t_u)

Daljnjom analizom operacije brušenja, zaključeno je da se utjecaj pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena najjednostavnije može prikazati kombinacijama između dužine i širine brušenja.

Dužina (L) i širina brušenja (δ) jesu najutjecajnije kvantitativni činioci koji utječu na veličinu operativnog vremena na tračnim brusilicama. Dužina je utjecajni činilac veličine operativnog vremena, međutim nije dovoljno točno prikazati operativno vrijeme u odnosu samo na nju. Zbog toga se često puta uzima u obzir i širina, i ona se kao činilac daje opisno po razredima. Prilikom snimanja, u ovom radu došlo se do zaključka da je najzgodnije i najtočnije izražena zavisnost između operativnog vremena i utjecajnih činilaca, ako se ona određuje u odnosu na kombinaciju ova dva činioca, tj. na površinu brušenja ($L \times \delta$).

Specifičnost parametara funkcija, koji prikazuju odnos između površine (P) koja se brusi i operativnog vremena (t_0), prikazana je krivuljom na slici 12.

Unatoč tome što je pravcem zahvaćeno velikod područje, uneseni podaci pokazuju relativno mala odstupanja između izračunatih vrijednosti i podataka iz prakse.

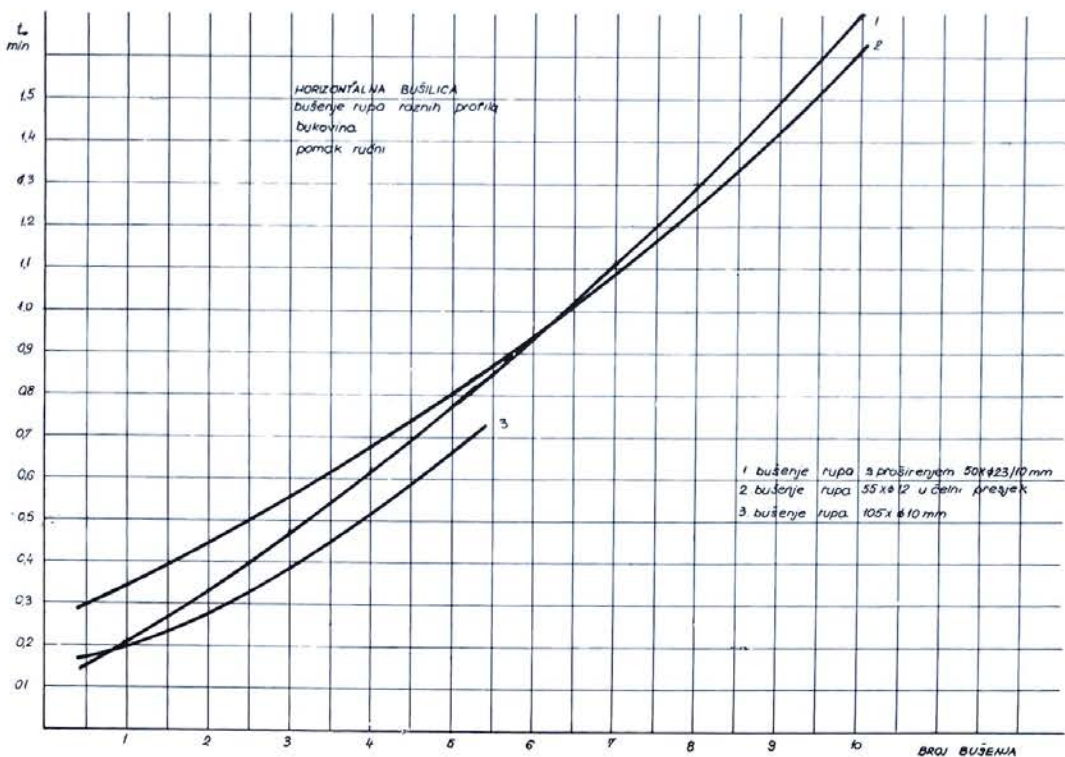
4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja, izvršenih na opisanim radnim mjestima i karakterističnim operacijama, određeni su konkretni oblici funkcionalne zavisnosti između grupa elemenata, operativnog vremena i dimenzija dijelova koji se mogu obrađivati u odabranom tehnološkom sistemu. Grafičkim prikazom ovih zavisnosti, za određeno područje obrade, dobivene su dovoljno točne tehnološke podloge za praktičnu upotrebu. Analizom svih odredivih utjecajnih činilaca i izračunavanjem njihovih vrijednosti za određenu vrstu obrade, stvorene su realne osnove za formiranje sličnih modela za druge vrste obrade. Time se ukazuje na mogućnost matematskih predočavanja stvarnih tehnoloških sistema, koji su i s mnoštvom nepoznanica rješivi.

Na osnovi postavki iznijetih u ovom radu, mogu se izvesti slijedeći zaključci:

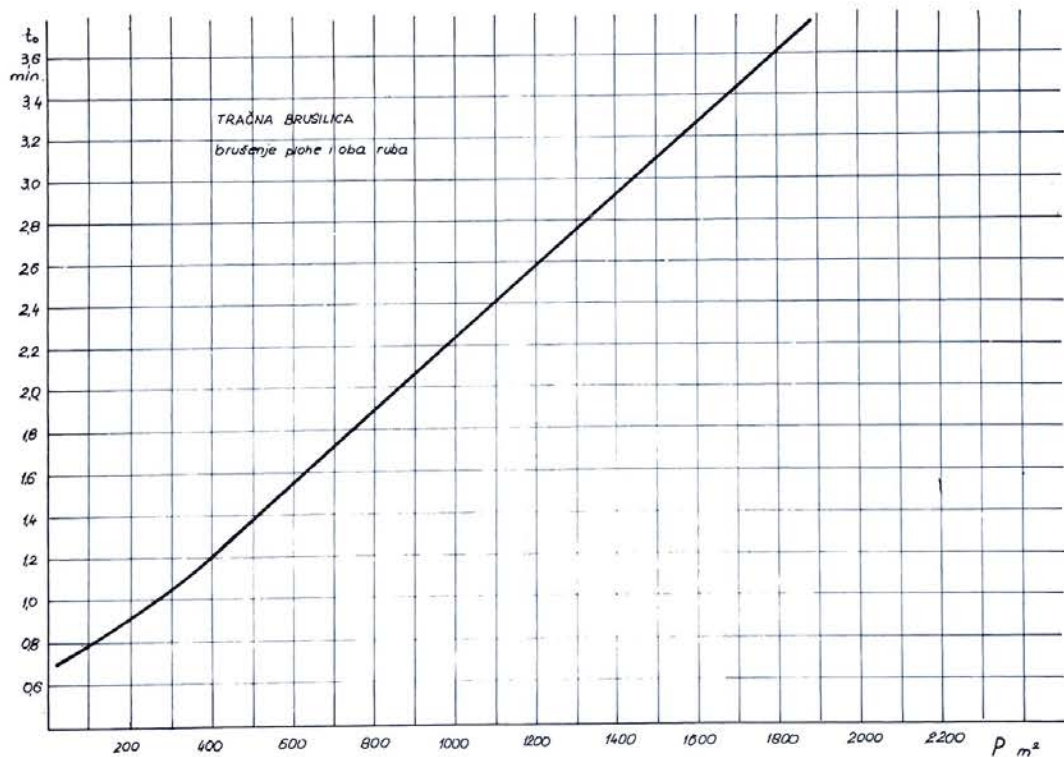
1. Ovim radom dokazana je postavka da se pojedine funkcionalne zavisnosti između operativnog vremena i najutjecajnijih činilaca mogu, uz postavljena ograničenja, predočiti u vidu jednadžbi na području studija rada u finalnoj obradi drva. Postavljanje završnih oblika ovih zavisnosti na osnovu snimljenih podataka bio je krajnji cilj ispitivanja za karakteristična radna mjesta i operacije.

Ograničavanje područja matematskog izraza predstavlja objektivnu granicu za primjenu. Pri



Slika 11

LIST 11



Slika 12

LIST 12

postavljanju jednadžbi nastojalo se svaki puta zanemariti pojedinosti koje nisu bitne za postavljeni problem. Zbog toga izostavljanje nekih ograničavajućih uvjeta može omogućiti da se pojave rješenja koja nisu relevantna za aktualnu situaciju. Međutim, takvi su slučajevi svedeni na minimum dodatnim objašnjenjima na grafičkim prikazima prostorne organizacije radnog mjesta.

2. Zbog općenito nedovoljne zastupljenosti ove materije u našoj praksi, pojedine tvornice nastoje svoje stanje popraviti parcijalnim zahvatima, koji najčešće nisu usklađeni s cjelokupnom organizacijom rada. Prema tome, potrebna je daljnja razrada ove materije i za primjenu u većem broju tvornica. U tom je smislu ovim radom učinjen jedan od početnih koraka u nastojanju za što veću primjenu iznijetih postavki, principa i rezultata istraživanja u praksi i time suvremenijeg određivanja vremena izrade i normi. Određivanje operativnih vremena predstavlja u fazi projektiranja tehnoloških procesa osnovu za izbor optimalnih tehnoloških varijanti, a u fazi realizacije proizvodnje osnovu za suvremenu organizaciju proizvodnje, planiranje proizvodnje, raspodjelu dohotka itd.

To upućuje da se prikazani načini i postupci, uz nužan kritički osvrt, mogu primijeniti za slične, a, uz potrebne dopune, da se mogu proširiti i na druge slučajeve u praksi.

3. Da bi se dobiveni standardni podaci mogli primijeniti u poduzećima, potrebno je prethodno zadovoljiti određeni preduvjet. To je uvođenje jednoobraznosti snimanja vremena, tako da snimatelji rade po jednostavnoj metodi i s ujednačenim kriterijem procjenjivanja stupnja zalažanja.

4. Pri izradi standardnih podataka, znatan dio vremena utroši se na izradu pojedinih snimačkih listova i prikupljanje i određivanje elementarnih podataka. To su tehnički radovi na planiranju i razvijanju standardnih podataka. Oni zahtijevaju period od godinu do dvije godine, zavisno od veličine poduzeća, broja radnih mjesta, broja snimatelja, sinhronizacije planova snimanja itd. Tek po završetku ovih radova, može se pristupiti primjeni standardnih podataka za određivanje standardnih vremena operacija. Iskustva pokazuju da su rukovodioci i proizvodni radnici u početku nestrpljivi, jer su navikli da se problemi mjerenja rada rješavaju brzo po starim iskustvenim metodama. Osiguranjem dobrih uvjeta za snimanje i stabilizacijom radnih mjesta, te dobrim izvještavanjem o napretku radova na razvijanju standardnih podataka, izbjegavaju se nerazumijevanja i stanoviti problemi u toku uvođenja.

Upoznavanje zaposlenih s pojmom, značenjem i razvijanjem standardnih podataka ima psihološku i obrazovnu svrhu. Neophodno je potrebno sve zaposlene upoznati s načinom korišćenja standardnim podacima i njihovom primjenom u poduzeću. Tek nakon ovakvog pristupa, može započeti primjena na konkretne operacije u proizvodnji.

5. Uočavajući važnost realnih standardnih podataka, a sa željom da se oni ostvare za pojedina radna mjesta u finalnoj preradi drva, ovaj rad ima cilj da inicira razmišljanja da se po poduzećima finalne obrade drva pristupi organiziranoj akciji stvaranja elementarnih standardnih podataka o operativnim vremenima za pojedine operacije na pojedinim radnim mjestima. Zajedničkom akcijom za racionalno sređivanje pojedinih radnih mjesta i pristupanje normiranju istim sistemom, postavljanjem zajedničkih planova snimanja i akcijom koordiniranom s jednog mjesta umanjio bi se problem nedostatka stručnih kadrova na ovom području i postigli pozitivni rezultati u relativno kratkom vremenu. Kasniji zadatak u poduzećima bi bio jedino da sama organiziraju snimanje dodatnih i pripremno završnih vremena, koja ovise o nivou organizacije rada pojedinog poduzeća i potrebno ih je stalno pratiti i korigirati.

6. Ako ovaj rad na ispitivanju utjecaja pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena bude pobudio interes u praksi za pristupanje izradi općih standardnih vremena koja vrijede za konkretne prilike u svakom poduzeću, može se pričiti povećanju njegova obujma organiziranom akcijom prikupljanja podataka i ispitivanja utjecaja pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena. Na taj bi način poduzeća dobila jedan od najznačajnijih činilaca kalkulacija, a time se povećava mogućnost utjecaja na daljnji porast produktivnosti rada u finalnoj obradi drva.

7. Zbog ograničenog prostora, u ovom su radu dati samo grafički prikazi funkcija, no, ukoliko postoji veća zainteresiranost za ovo područje, preporuča se literatura koju navodimo.

LITERATURA

1. Benić, R.: Organizacija rada u drvojoj industriji. Nakladni zavod »Znanje«, Zagreb, 1971.
2. Blankenstein, C.: Holztechnisches Taschenbuch. Carl Hansen Verlag, München, 1966.
3. Etinger, Z., Lechpammer, E.: Osnovi racionalizacije proizvodnje u drvojoj industriji. Institut za drvo industrijska istraživanja, Zagreb, 1960.
4. Fabricickij, H. B.: Tehničko-e norme u lesopilnoj derevoobrabatuvajušćem proizvodstvu. Moskva, 1956.
5. Figurić, M.: Izrada vremenskih smjernica (tabele, grafikoni, nomogrami i računala). ZAGREB Skripta za seminar racionalizacije rada i tehničkog normiranja u drvojoj industriji. Poglavlje 6. — listopad 1972.
6. Figurić, M.: Vremenske smjernice kao osnova za uvođenje pripreme proizvodnje. Zagreb — Drvena industrija br. 1—2/1974.
7. Figurić, M.: Utjecaj pojedinih činilaca na veličinu operativnog vremena na nekim strojevima u finalnoj obradi drva, magistarski rad. Zagreb, prosinac 1974.
8. Maynard, H. B.: Granična područja industrijskog inženjeringa. Panorama, aZgreb, 1965.
9. Maynard, H. B.: Industrijski inženjering knjiga I i II. Privredni pregled, Beograd, 1973.
10. ***: REFA — priručnik — I i II del. Moderna organizacija, Kranj, 1973.
11. Vodenik, F.: Studij i analiza vremena izrade. Tehnička knjiga, Zagreb, 1960.