

PRINCIPI POSTAVLJANJA I ORGANIZACIJE PROCESA
PRINCIPLES OF PROCESS PLANING AND ORGANIZING

Dr.sci. Osman Hatunić, van.prof.
Dr.sci. Džemo Tufekčić, red.prof.
Mašinski fakultet
75000 Tuzla

Ključne riječi: principi, proces rada, varijacija

REZIME:

Savremeno gledište o postavljanju i organizaciji procesa se zasniva na elementima:

- tehničke podjele rada
- iznalaženje fiziološkog optimuma
- obezbjeđenja efikasne motivacije i integracije članova kolektiva
- racionalnosti elemenata procesa.

Dati elementi su rezultat istorijskog razvoja proizvodnje i iskustava nataloženih tokom ovog razvoja. Ovi elementi dalje objedinjavaju u sebi principe na kojima se vrši postavljanje i organizacija procesa rada.

Key words: principles, work process, variation.

SUMMARY

Modern viewpoint about setting and organization principles is based on these elements: technical share in the job, optimum physiological invention, insurance, effective motivation and integration off members in the collective, and rationalization off the elements in the process.

These elements are result off Historical development and experioence during this segregated development. All these elements consisted all principles which we use for setting and organization off the work process.

Production development and desire to accompluich effects need in the domain off the shaping the product and producing process realization principles off the continuity with maximal way.

Envisage off the placed principles represent basement for further work on shaping the production.

1. PRINCIP PROPORCIONALNOSTI

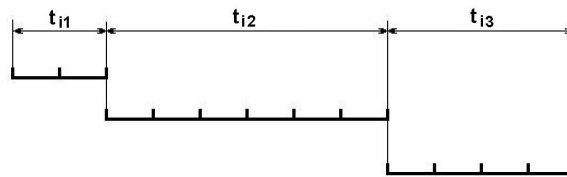
Princip proporcionalnosti sadrži u sebi kvalitativnu podjelu rada

Operacija	T_{ii}	Vrijeme obrade (min)
- bušenje	t_{i1}	2 (1/6)
- struganje	t_{i2}	6 (1/2)
- glodanje	t_{i3}	4 (1/3)
UKUPNO		12 (1)

tada imamo:

$$t_{i1} : t_{i2} : t_{i3} = 2 : 6 : 4$$

što se može grafički predstaviti u vidu prema slici 1.



SLIKA 1. PRINCIP PROPORCIONALNOSTI

Ako je potrebno napraviti seriju ovakvih proizvoda zadržaće se proporcionalnost vremena obrade, odnosno utrošiće se od ukupnog potrebnog vremena:

$$\frac{1}{6} \text{ za obradu bušenjem}$$

$$\frac{1}{2} \text{ za obradu struganjem}$$

$$\frac{1}{3} \text{ za obradu glodanjem}$$

Kako se pri ovoj obradi koriste i sredstva rada i radna snaga to se ovaj zakon prenosi na oba ova elementa, tako da imamo:

1. Za sredstva rada:

$$M_{i1} : M_{i2} : M_{i3} \dots : M_{ii} = t_{i1} : t_{i2} : t_{i3} \dots : t_{ii}$$

2. Za radnu snagu:

$$R_{i1} : R_{i2} : R_{i3} \dots : R_{ii} = t_{i1} : t_{i2} : t_{i3} \dots : t_{ii}$$

U praksi je često potrebno, naročito na montažnim radovima, radi postizanja potpunog opterećenja radnika izvršiti obrnuti zadatak tj. raščlaniti količinu rada proporcionalno broju radnika po operacijama.

Tada imamo:

$$t_{i1} : t_{i2} : t_{i3} \dots : t_{ii} = R_{i1} : R_{i2} : R_{i3} \dots : R_{ii}$$

Prenebregavanje date zakonitosti dovodi do neusklađenosti i prekida u radu mašina i radnika i povlači gubitke u proizvodnji.

Činjenica je ipak da proporcionalnost ne treba shvatiti u najstrožem vidu naročito ne kod nekih vrsta proizvodnje. Najviši stepen se postiže kod kontinualnih oblika. Kod heterogenih proizvodnji je potrebno postaviti osnovne operacije u pogledu: kapaciteta, vrste rada, površina i sličnih grubljih elemenata. Proporcionalnost je prema tome jedna od osnovnih karakteristika postavljanja procesa.

2. PRINCIP RITMIČNOSTI

Ritmičnost proizvodnje je određena stabilnošću i redoslijedom ponavljanja ciklusa utroška rada i održanju datih proporcija ili drugim riječima ritam proizvodnje R predstavlja vremenski interval koji odvaja izlaz, odnosno ulaz na liniju dva uzastopna predmeta što znači da se može predstaviti izrazom:

$$R = \frac{K_k}{Q} \left(\frac{\text{min.}}{\text{kom.}} \right)$$

Na ovom se bazira zakonitost postizanja jednakih proizvodnih rezultata u istim vremenskim razmacima jer su utrošci radne snage i sredstava rada proporcionalni rezultatima procesa. Na taj način ritmičnost takođe predstavlja karakteristiku na kojoj se zasniva postavljanje i planiranje proizvodnje. Ritmičnost se može predstaviti u vidu prema slici 2.



SLIKA 2. PRINCIP RITMIČNOSTI

Ritmičnost se ustvari najbolje prikazuje mjerom odstupanja stvarnih rezultata od planiranih, a ova mjera je predstavljena koeficijentom varijacije koji kako je poznato daje odnos standardne devijacije (odstupanja) i aritmetičke sredine pojave tj. može se prikazati kao:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

V - koeficijent varijacije

σ - standardna devijacija koja predstavlja srednju mjeru odstupanja pojedinih vrijednosti obilježja od aritmetičke sredine u jedinicama mjere obilježja. Iznosi:

1. Za negrupisane podatke

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N X_i^2}{N} - \bar{x}^2}$$

2. Za grupisane podatke

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N X_i^2 \cdot f_i}{\sum_{i=1}^N f_i} - \bar{x}^2}$$

\bar{x}^2 - aritmetička sredina pojave

$$\bar{x}^2 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

odnosno:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \cdot f_i \quad \text{za grupisane podatke.}$$

Kod kontinualne linijske proizvodnje koeficijent varijacije ima vrlo malu vrijednost (odstupanja su mala) što znači da je stepen ritmičnosti visok. Kod prekidne proizvodnje stepen ritmičnosti je niži, odnosno koeficijent varijacije veći.

3. PRINCIP PARALELNOSTI

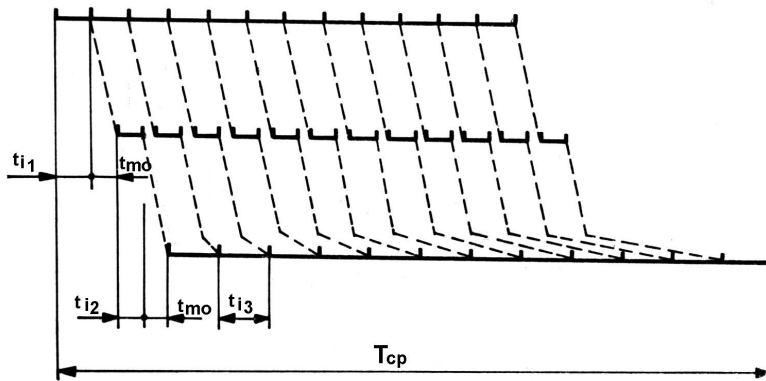
Procesi proizvodnje su u najvećem broju slučajeva karakterisani nizom operacija. Prisustvo većeg broja mašina i ljudi omogućava da se izvrši raspodjela posla tako da se ove operacije obavljaju istovremeno na različitim radnim mjestima procesa proizvodnje što daje najkraće vrijeme trajanja ciklusa proizvodnje.

Za primjer se može uzeti bilo koji proizvod sa više operacija. Recimo mašina alatka. Dok se u montažnoj hali vrši sklapanje dijelova, u odjeljenjima obrade elemenata, istovremeno se u livnici odlivaju postolja, vreteništa i drugi liveni dijelovi. Maksimalni stepen paralelnosti se postiže kod kontinualne linijske proizvodnje pri obezbjeđenju proporcionalnosti i ritmičnosti procesa pri čemu je zadovoljen uslov:

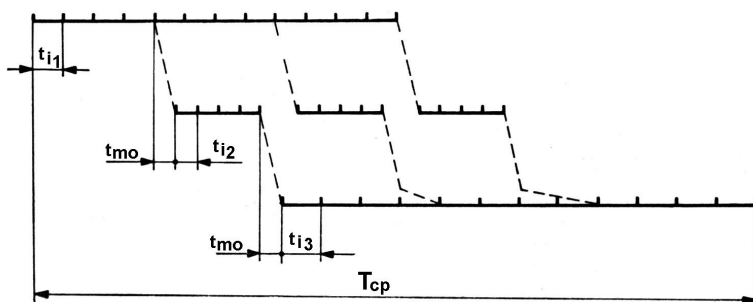
$$t_{ii} = t$$

gdje je: t_{ii} - vrijeme trajanja i-te operacije

t - ritam toka
kako je to dato na slikama 3 i 4

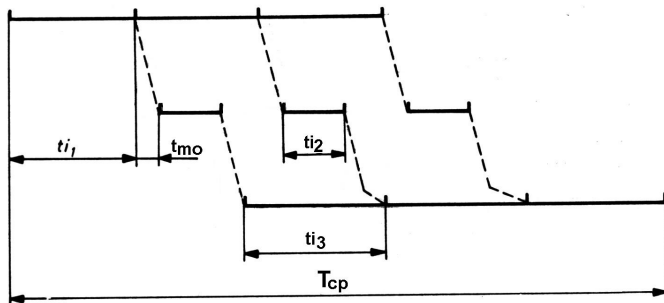


SLIKA 3. - PRINCIP
PARALELNOSTI PRI PREDAJI
DIJELOVA U PARTIJAMA PO
JEDAN KOMAD

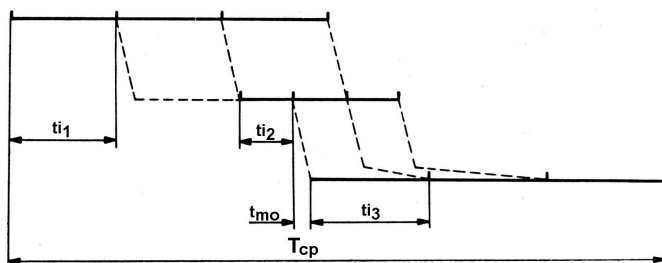


SLIKA 4. - PRINCIP
PARALELNOSTI PRI PREDAJI
DIJELOVA U PARTIJAMA PO
KOMADA

Kod paralelnih metoda proizvodnje gdje uslov proporcionalnosti i ritmičnosti nije zadovoljen u potpunosti nije moguće obezbijediti visok stepen paralelnosti procesa (npr. serijska proizvodnja) već moraju nastati pozitivna (izgubljena) vremena (slika 5) ili pomijeranje operacija što dovodi do produženja vremena trajanja ciklusa proizvodnje, kako je to pokazano na slici 6.



SLIKA 5. - PRINCIP
PARALELNOSTI SA PARALELNIM
NAČINOM KRETANJA I
NEJEDNAKOM VREMENU
TRAJANJA OPERACIJA



SLIKA 6. - PRINCIP
PARALELNOSTI PRI REDNO-
PARALELNOM NAČINU
KRETANJA I NEJEDNAKOM
VREMENU TRAJANJA OPERACIJA

Za mjeru paralelnosti se prema tome može uzeti odnos:

$$p = \frac{T_{ct}}{T_{cp}} = \frac{\sum t_u}{T_{cp}} \text{ gdje je:}$$

t_{ii} - vrijeme trajanja i-te operacije
 T_{cp} - vrijeme trajanja proizvodnog ciklusa

Stepen paralelnosti je najveći kod automatizovane proizvodnje (agregatne mašine). Za serijsku proizvodnju stepen paralelnosti je u najvećoj mjeri zavisen od dobre pripreme proizvodnje i operativnog rukovođenja proizvodnjom. Promjene na tržištu, u strukturi i količinama programa utiču u najvećoj mjeri na stepen paralelnosti koji iz datih razloga kod ove proizvodnje nije nikad dovoljno visok. Stepen paralelnosti ili njegova recipročna vrednost

$$f = \frac{1}{p} = \frac{T_{cp}}{T_{ct}}$$

koju ćemo nazvati stepenom funkcionalnosti su izvanredan pokazatelj neiskorišćenih mogućnosti ili rezervi u procesu proizvodnje.

4. PRINCIP NEPREKIDNOSTI (KONTINUITETA)

Princip neprekidnosti (kontinuiteta) se sastoji u prostornoj i vremenskoj neprekidnosti odvijanja elemenata procesa proizvodnje što podrazumijeva pri drugim jednakim uslovima, takav razmeštaj proizvodnih zona i radnih mjesta za svaku operaciju da se obrada obavlja po redoslijedu predviđenom postupkom obrade bez prekida. Ovaj princip eliminiše mogućnost povratnih kretanja i svodi na minimum sva presijecanja tokova kretanja drugih dijelova ili drugih elemenata proizvodnje.

Kontinuitet toka ne znači da se predmet rada mora kretati po pravoj liniji u jednom smjeru. Linija kretanja može biti ma koja linija ako je obezbijeđen uslov progresa i nepovratnosti kretanja.

Iz datog se vidi da neprekidnost nije izdvojen pokazatelj proizvodnje. Naprotiv, on je potpuno određen stepenom proporcionalnosti, ritmičnosti i paralelnosti, odnosno proizilazi iz zajedničkog dejstva ovih pokazatelja.

Puna neprekidnost može biti postignuta samo uz punu proporcionalnost, ritmičnost i paralelnost procesa. Neprekidnost je otuda kompleksni pokazatelj koji karakteriše sve specifičnosti toka proizvodnje.

Princip neprekidnosti se odnosi na sva tri osnovna elementa proizvodnje.

4.1. Neprekidnost u kretanju predmeta rada

Neprekidnost u kretanju predmeta rada se može mjeriti odnosom zbira međuoperacionih vremena pri obradi serije dijelova i vremena trajanja ciklusa proizvodnje. Ovaj odnos predstavlja ustvari koeficijent prekidnosti:

$$K_{pr} = \frac{\sum_1^i t_{moi}}{T_{cp}} \frac{T_{cp} - T_{ct}}{T_{cp}} = 1 - \frac{T_{ct}}{T_{cp}} = 1 - p$$

Za slučaj da je $T_{cp} = T_{ct}$ (kontinualna automatizovana proizvodnja) dobija se za koeficijent prekidnosti

$K_{pr} = 0$ tj. puna neprekidnost procesa proizvodnje.

Međuoperaciona vremena (zastoj) determinišu nivo organizacije rada u procesu i rezultat su nepotpune proporcionalnosti, ritmičnosti i paralelnosti što dozvoljava vezu:

$K_{pr} = k_1 + k_2 + k_3$ gde je:

k_1 - koeficijent prekidnosti usljed nepotpune proporcionalnosti

k_2 - koeficijent prekida usljed nepotpune ritmičnosti

k_3 - koeficijent prekida usljed nepotpune paralelnosti.

4.2. Nепrekidnost u radu sredstava rada

Neprekidnost u radu sredstava rada zahtijeva potpunu obezbijedenost radnih mjesta sa osnovnim elementima posla:

- predmetima rada
- alatom
- ispravnom dokumentacijom
- radnom snagom

uz uslov da je osnovno sredstvo rada ispravno tj. da uz normalne eksploatacione uslove da planiranu proizvodnju u pogledu količina i kvaliteta. Ovakvo radno mjesto se naziva zatvoreno. Na prekidnost u radu osnovnih sredstava rada pored elemenata zatvaranja radnog mjesta u najvećoj mjeri utiče radna sposobnost sredstva tokom perioda njegove eksploatacije. Ovo pak zahtijeva poseban režim održavanja i opravki koji mora biti planiran unaprijed. Posebno je pitanje zastoja uslovljenih tržištem, odnosno prouzrokovanih nedostatkom posla. Mjera neprekidnosti rada (opterećenja) kod sredstava rada je odnos vremena zastoja i ukupnog vremena rada što je dato koeficijentom prekida

$$k_{psr} = \frac{\sum_{z=1}^m t_z}{T_{sru}}$$

4.3. Nепrekidnost u radu radne snage

Neprekidnost u radu radne snage je funkcija istih činilaca koji su dati kao uslov neprekidnosti sredstava rada. Zastoji i ovdje mogu nastati kao rezultat:

- tržišnih uslova i
- uslova organizacionog karaktera.

Mjera neprekidnosti je koeficijent prekida koji predstavlja odnos vremena zastoja i ukupnog vremena rada i može se izraziti:

$$k_{prs} = \frac{\sum_{z=1}^m t_z}{T_{rsu}}$$

Iz datog je jasno da je kontinuitet toka uslovljen proporcionalitetom, ritmom i paralitetom elemenata procesa.

5. PRINCIP OPTIMUMA ISKORIŠĆENJA ELEMENATA PROIZVODNJE

Kvalitet u postavljanju i organizaciji procesa je moguć u slučaju da su osnovni elementi procesa:

- predmeti rada
- sredstva rada
- radna snaga

dovedeni u mogućí optimalan sklad. Ovo je uslov kome treba težiti. Samo u ovom slučaju će svi dijelovi procesa djelovati kao jedinstveni mehanizam i dati tražene efekte. Mjera optimuma u korišćenju elemenata proizvodnje je data pokazateljima kvaliteta ekonomije procesa:

- produktivnosti
- živog rada
- globalne (ukupne)
- ekonomičnosti
- rentabiliteta

6. PRINCIP MINIMALNIH RASTOJANJA PRI KRETANJU

Princip minimalnih rastojanja obezbjeđuje, pri ostalim jednakim uslovima, najkraća moguća rastojanja za kretanje elemenata proizvodnje. U svakom procesu se, kako smo vidjeli, kreće makar jedan od tri osnovna elementa proizvodnje. Ponekad sva tri. Najčešće je to kretanje predmeta rada. Pri razmatranju principa minimalnih rastojanja u procesu proizvodnje je neophodno imati u vidu da:

1. Podjela rada dovodi u opštem slučaju do porasta količina kretanja zbog veće razuđenosti procesa i manjeg broja jedinica vremena po radnom mjestu.
2. Skraćenje puteva u procesu vodi ka sniženju troškova transporta.

Ova dva pokazatelja koji na oko djeluju suprotno predstavljaju ustvari određenu cjelinu koja se mora tako i razmatrati. U zavisnosti od količina proizvoda u proizvodnom programu i strukture programa vrlo će često trebati tražiti optimum između gornja dva uslova. Veće količine proizvoda traže detaljniju razradu procesa i povećanje količina kretanja, što znači i veću ukupnu dužinu procesa. U ovakvim slučajevima princip minimalnih rastojanja vrijedi takođe jer se odnosi na to da dužina procesa ne treba da bude veća nego što mora, što nije u suprotnosti sa potrebama tehnološkog razučivanja.

Pogodno oblikovanje i razmještaj radnih mjesta u skladu sa funkcijom procesa i principom minimalnih rastojanja dovode do toga da se kretanje proizvoda obavlja racionalno i da su troškovi ovakvog kretanja vrlo niski.

7. PRINCIP EKONOMIČNOG KORIŠĆENJA POVRŠINA I ZAPREMINE OBJEKTA

Princip ekonomičnog korišćenja površina i zapremine objekta je zasnovan na potrebi najboljeg iskorišćenja prostora. Kako osnovni elementi proizvodnje:

- predmeti rada
- sredstva rada
- radna snaga

imaju sve tri dimenzije, to pored najracionalnijeg korišćenja površina F_i treba voditi računa o korišćenju zapremine objekta. Ovdje ipak mora postojati granica vezana za uslove rada. Mjera korišćenja zapremine je stepen punoće koji predstavlja odnos zbira zapremina elemenata proizvodnje potrebnih za kvalitetno odvijanje procesa i ukupne raspoložive zapremine. Tako imamo:

$$\eta_v = \frac{\sum^v V_e}{V_r} \cdot 100 \%$$

8. PRINCIP POGODNOSTI USLOVA I SIGURNOSTI RADA

Princip pogodnosti uslova i sigurnosti rada stvara kod radnika osjećaj zadovoljstva i podstiču težnju za ostvarenjem boljih rezultata. Samo zadovoljan čovjek može dati maksimalan efekat - je činjenica koju je rodilo iskustvo procesa proizvodnje tokom njihovog razvoja.

Sigurnost rada je sa svoje strane osnovni uslov koji mora biti zadovoljen u potpunosti. Bez ovog je nemoguće reći da je projekat procesa dobar.

Zadovoljenje uslova sigurnosti i ostvarenje pogodnosti u radu je investicija koja je sigurno isplativa.

9. PRINCIP PRILAGODLJIVOSTI (FLEKSIBILNOSTI) PROCESA

Princip prilagodljivosti (fleksibilnosti) procesa pokazuje mogućnost prilagođivanja uslovima tržišta uz minimalne troškove.

Potreba za prilagođavanjem procesa proizvodnje uslovima tržišta postaje iz dana u dan sve važnija. Ovo je uslovljeno razvojem tržišta, sve višim zahtjevima u pogledu kvaliteta i cijena, istraživanjima u procesu i uvođenjem nove tehnike. Proizvodnja će ostati rentabilna i davati proizvode, konjunkturane na tržištu, samo u slučaju da se proces može brzo prilagoditi novim uslovima i da pri tome troškovi prilagođavanja budu u dozvoljenim granicama.

Data razmatranja osnovnih principa pokazuju da je proces proizvodnje skup niza elemenata koji moraju, radi postizanja potrebnih i dovoljnih efekata, biti dovedeni u sklad sa razmatranim principima iz čega slijedi da se proces proizvodnje može uporediti sa najsloženijim mehanizmom kod koga svi dijelovi, različiti po obliku izvršavaju svoje funkcije koordinirano, prema datom programu i sa potrebnom preciznošću.

Odavde slijedi i zaključak da postavljanje i organizacija procesa, pogona i postrojenja predstavljaju proizvod posebne vrste. Tehnički gledano to je projekat procesa a fizički to je izveden proces. U ovom smislu treba razlikovati i proizvodnog inženjera čiji je zadatak da projektuje i razradi metode obrade, za određen, definisan uslovima namjene i tržišta, proizvod (konstrukcija, tehnološka obrada i proizvodnja) od inženjera projektanta procesa čiji je zadatak da postavlja (projektuje i izvodi) i organizuje proces proizvodnje - dakle da oblikuje ovaj proizvod specifičnog karaktera za razne vrste proizvoda. U ovom smislu je ovakav karakter inženjerskog rada u mašinstvu sličan arhitekturi.

Etape rada na oblikovanju jedne, odnosno druge vrste proizvoda odgovaraju međusobno i svode se na sljedeće:

Etape rada na oblikovanju proizvoda	Etape rada na oblikovanju procesa
1. Istraživanje karakteristika razvoj proizvoda	1. Istraživanje elemenata procesa i određivanje lokacije
2. Konstruisanje	2. Prethodno (idejno) rešenje procesa
3. Razrada dokumentacije za radionicu	3. Konačno rešenje uz optimiranje elemenata
4. Tehnologija obrade, alat i proizvodnja	4. Izgradnja, puštanje u pogon, optimalizacija rada

Očito je iz date strukture da su faze rada na proizvodu neke vrste uključene u faze rada na procesu, odnosno čine jedan dio toga rada.

10. ZAKLJUČAK

Razvoj proizvodnje i želja da se ostvaruju sve veći efekti traži u području oblikovanja proizvoda i proizvodnih procesa ostvarenje datog principa kontinuiteta i to u njegovom maksimalnom vidu.

Razmatranja u svjetlu postavljenih principa predstavljaju prema tome bazu za dalji rad na oblikovanju proizvodnje.

11. REFERENCE

- [1] BOŽIČEVIĆ J., «Automatsko vođenje procesa», Tehnička knjiga, Zagreb, 1991.
- [2] KOSIOL E., «Grundlagen und methoden der organisations forchung», Duncker Hambolt, Berlin, 1998.
- [3] KUN L., «Uravnoteženje montažnih linija», Primjena istraživanja operacija; Mašinski fakultet, Novi Sad, 1973.
- [4] RAGO L., «Production analysis and control», International texbook company, Scranton, Pennsylvania, 1988.
- [5] RIGGS LJ. «Production systems – planing, analiysis and control», third edition, John Willy, USA, 1987.
- [6] TUFEKČIĆ DŽ., BRDAREVIĆ S., «Obrada rezanjem», Fakultet elektrotehnike i mašinstva u Tuzli, Mašinski fakultet u Zenici, tuzla, 1995.