

**UNIVERZITET U BEOGRADU
ŠUMARSKI FAKULTET**

Prof. dr Milan R. VUKIĆEVIĆ

**ORGANIZACIJA
PROIZVODNJE**

**PRAKTIKUM ZA IZRADU
SEMINARSKIH RADOVA**

Beograd, 2011.

Prof. dr Milan R. VUKIĆEVIĆ

ORGANIZACIJA PROIZVODNJE
(PRAKTIKUM ZA IZRADU SEMINARSKIH RADOVA)

Izdavač UNIVERZITET U BEOGRADU
Šumarski fakultet

Za izdavača Dr Dušan JOVIĆ, redovni profesor

Tiraž 200 primeraka

Priprema Milan R. VUKIĆEVIĆ

Grafički tehnički urednik Milan R. VUKIĆEVIĆ

Štampa Šumarski fakultet
UNIVERZITET U BEOGRADU

SADRŽAJ

PREDGOVOR	V
UVOD	VIII
I INTERPRETACIJA TEMA	1
1. Zajedničke osnove	3
2. Tematske osnove	12
2.1. TEMA 1: Utvrđivanje potrebnog broja mašina i radnika	12
2.2. TEMA 2: Utvrđivanje strukture operativnog vremena, tj. učešća vremena tehnoloških i pomoćnih zahvata	14
2.3. TEMA 3: Utvrđivanje strukture operativnog vremena, tj. učešća korisnog i nekorisnog rada.	16
2.4. TEMA 4: Organizacija unutrašnjeg transporta i definisanje optimalne organizacije unutrašnjeg transporta.	19
2.5. TEMA 5: Organizacija iskorišćavanja osnovnog materijala (ploče/rezana građa) i definisanje optimalne organizacije iskorišćenja osnovnog materijala.	23
2.6. TEMA 6: Organizacija izvršenja pripremno–završnih poslova i definisanje optimalne organizacije njihovog izvršenja	32
2.7. TEMA 7: Organizacija izvršenja tehnološkog procesa i drfinisanje optimalne organizacije njegovog izvršenja.	37
II LITERATURA	41

PREDGOVOR

Izrada seminarskog rada u zimskom i letnjem semestru iz predmeta ORGANIZACIJA PROIZVODNJE U PREDUZEĆIMA ZA PRERADU DRVETA ima veoma dugu tradiciju. Studenti ih rade još od 1956. godine kada je osnovan Odsek za preradu drveta Šumarskog fakulteta u Beogradu. Jasno, od tada pa do danas mnogo stvari se izmenilo, tako da se menjala i koncepcija seminarskih radova. Svrha izrade seminarskih radova, ranije i sada, je ostala nepromenjena. Pre početka izrade seminarskog rada, odnosno pre prvog odlaska u proizvodni sistem, student mora da savlada teorijski aspekt pojedinih metoda koje će koristiti za prikupljanje podataka. Prikupljajući potrebne podatke neophodne za pisanje seminarskog rada i primenjujući praktično pojedine metode, student se upoznaje sa atributima pojedinih podsistema proizvodnog sistema, kao i sa njihovom međusobnom interakcijom. Nakon obrade rezultata istraživanja student pristupa pisanju seminarskog rada pri čemu uči kakva je struktura jednog naučnog ili stručnog rada, kako se rezultati interpretiraju i td. Sve ovo što je izneto, kao i niz drugih stvari o kojima ovde zbog prostora nije pisano, opravdavaju svrhu izrade seminarskih radova i u budućnosti pa prema tome i pisanje i štampanje ovog pomoćnog udžbenika za izradu seminarskih radova. Ovaj Pomoćni udžbenik treba da

omogućiti studentima lakšu izradu seminarskih radova s obzirom da sadrži, po temama, sve elemente koje jedno takvo istraživanje treba da obuhvati. Takođe, on treba da omogućiti oslobađanje određenog fonda časova predavanja i/ili vežbi koji je bio namenjen za usmeno davanje uputstava za izradu seminarskih radova.

Važno je istaći da je u pomoćnom udžbeniku dat teorijski aspekt pojedinih metoda analize atributa podsistema proizvodnog sistema, ili njihove međusobne interakcije, a koje se ne nalaze u osnovnom, niti u pomoćnim udžbenicima. Na taj način je postignuta implementacija novih saznanja u nastavu i njeno osavremenjavanje.

Potrebno je napomenuti da su istraživanja koja se sprovode za potrebe izrade seminarskih radova podvrgnuta mnogim ograničenjima, kojih u realnim uslovima nema. Ta ograničenja su interval istraživanja, veličina uzoraka, pristup informacijama i td. Međutim, to ne umanjuje značaj izrade i kvalitet seminarskih radova. Naprotiv, pišući seminarske radove student se sprema da jednog dana, kada počne da radi u nekom od proizvodnih sistema za preradu drveta, sistematski i na naučnim osnovama pristupa rešavanju problema iz domena proizvodnje.

To znači da je materija data u ovom PRAKTIKUMU tako data da, pored pomoći studentima u definisanju metodologije istraživanja, omogući i inženjerima iz proizvodnje da koncipiraju neka svoja istraživanja.

VIII
UVOD

Materija koja je obuhvaćena ovim pomoćnim udžbenikom, tretira problematiku postavljanja i utvrđivanja efikasnosti proizvodnje. Udžbenik obuhvata sledeće teme:

1. **TEMA 1:** Utvrđivanje potrebnog broja mašina i radnika
2. **TEMA 2:** Utvrđivanje strukture operativnog vremena, tj. učešća vremena tehnoloških i pomoćnih zahvata
3. **TEMA 2:** Utvrđivanje strukture operativnog vremena, tj. učešća korisnog i nekorisnog rada.
4. **TEMA 4:** Organizacija unutrašnjeg transporta i definisanje optimalne organizacije unutrašnjeg transporta
5. **TEMA 5:** Organizacija iskorišćavanja osnovnog materijala (ploče/rezana građa) i definisanje optimalne organizacije iskorišćenja osnovnog materijala.
6. **TEMA 6:** Organizacija izvršenja pripremno–završnih poslova i definisanje optimalne organizacije njihovog izvršenja
7. **TEMA 7:** Organizacija izvršenja tehnološkog procesa i drfinisanje optimalne organizacije njegovog izvršenja.

Kod svih tema neke stvari su zajedničke. Da bi se izbeglo ponavljanje po pojedinim temama, to je dato na jednom mestu – Zajedničke osnove.

1. INTERPRETACIJA TEMA

1. ZAJEDNIČKE OSNOVE

Cilj istraživanja u seminarskim radovima je:

-) Utvrđivanje strukture radnog vremena smene i
- a) Analiza atributa (obeležja) nekog podsistema proizvodnog sistema, kao i njegovih relacija (veza) sa ostalim podsistemima. U sklopu ovih istraživanja definišu se različiti kvantitativni pokazatelji.

Sva istraživanja je moguće izvršiti na dva načina, tj. uzimajući u razmatranje:

- sve proizvode proizvodnog plana i
- uslovni proizvod. U tom slučaju radi se o tzv. ekspertskoj analizi.

I faza: Drefinisanje uslovnog proizvoda

Imajući u vidu razna ograničenja u izradi seminarskih radova, pri njihovoj izradi sprovedeće se ekspertska analiza. Prvi korak u ekspertskoj analizi predstavlja proračun uslovnog proizvoda, koji se određuje za svaki tip proizvoda (rešetkasti, pločasti, tapetarski). Da bi proračun mogao da se izvrši neophodno je dobiti podatke o:

- količini pojedinih proizvoda ugrađenih u prethodnom intervalu vremena i
- trajanju tehnološkog ciklusa jednog proizvoda za sve proizvode iz plana.

Na osnovu tih podataka dobija se podatak o potrebnom vremenskom kapacitetu za svaki proizvod. Onaj proizvod koji ima najveći potreban vremenski kapacitet postaje uslovni proizvod, i dobija prevodni koeficijent – $k = 1$. Prevodni koeficijenti ostalih proizvoda dobijaju se stavljanjem u odnos njihovog trajanja tehnološkog ciklusa jednog proizvoda, sa tehnološkim ciklusom izrade jednog uslovnog proizvoda. Dobijenim prevodnim koeficijentom se množi količina datog proizvoda iz prethodnog intervala i na taj način dobija količina uslovnih proizvoda. Sumiranjem tako dobijenih uslovnih količina proizvoda, dobija se ukupna količina uslovnog proizvoda izrađena u prethodnom periodu. Ovaj postupak je dat u Tab. 1.

Posle proračuna uslovnog proizvoda neophodno je izvršiti prikaz njegovog tehnološkog procesa pomoću Karte operacija. Pored toga što je Karta operacija neophodna za analizu tehnoloških i kontrolnih operacija, analizu materijala i analizu vremena trajanja tehnoloških i kontrolnih operacija, ona je neophodna i za proračun ciklusa u proizvodnji (operacionog, tehnološkog i proizvodnog). Formule za proračun ciklusa proizvodnje date su u literaturi. Međutim, da bi bilo moguće izračunati cikluse proizvodnje, izuzev operacionog ciklusa, potrebno je obezbediti još neke podatke.

Tab. 1

R b	Pro- izvod	Tehnološki ciklus (v.j./1 kom)	Kol. (kom.)	Potreban vremenski kapacitet (v.j.)	Prevodni koeficijent	Količina uslovnih proizvoda (kom.)
1	A	T_{ct1}	Q_1	$T_1 = T_{ct1} \cdot Q_1$	$k_1 = \frac{T_1}{T_{max}}$	$Y_1 = Q_1 \cdot k_1$
2	B	T_{ct2}	Q_2	$T_2 = T_{ct2} \cdot Q_2,$ $T_2 = T_{max}$	$k_2 = 1$	$Y_2 = Q_2$
m	X	T_{ctm}	Q_m	$T_m = T_{ctm} \cdot Q_m$	$k_m = \frac{T_m}{T_{max}}$	$Y_m = Q_m \cdot k_m$
					UKUPNO	$Z = \sum_{i=1}^m Y_i$

Prva neophodna stvar za te proračune je definisanje sistema proizvodnje pomoću koeficijenata obimnosti (serijnosti). Pomoću ovog koeficijenta se definiše da li je u pitanju prekidna proizvodnja (pojedinačna ili malo–serijska proizvodnja) ili neprekidna proizvodnja (srednje–serijska, veliko–serijska ili masovna proizvodnja). Za jednoznačajno određivanje neprekidne proizvodnje potrebno je uvesti dopunske kriterijume, tj. najkraću i najdužu tehnološku operaciju. Proračun raspoloživog vremenskog kapaciteta izvršiti na osnovu podataka dobijenih u toku izrade seminarskog rada u zimskom semestru.

Sledeći podatak koji je potreban je broj serija uslovnog proizvoda u analiziranom intervalu vremena. On se dobija kao ponderisana aritmetička sredina:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m Q_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m Q_i}$$

gde je: Q_i – obim proizvodnje i -tog proizvoda,

n_i – broj serija i - tog proizvoda,

m – broj različitih proizvoda u posmatranom intervalu vremena.

Na osnovu obima proizvodnje uslovnog proizvoda i broja serija uslovnog proizvoda dobija se podatak o prosečnoj veličini serije uslovnog proizvoda – Q_{up} :

$$Q_{up} = \frac{Z}{n} \cdot (\text{kom.}).$$

Na osnovu podataka o prosečnoj veličini serije uslovnog proizvoda i normativa vremena tehnoloških operacija datih u Karti operacija, moguće je izvršiti proračun operacionih ciklusa.

Takođe, na osnovu podataka o prosečnoj veličini serije uslovnog proizvoda, normativa vremena tehnoloških operacija datih u Karti operacija, definisanog tehnološkog postupka izrade, kao skupa tehnoloških operacija pojedinih detalja, sastava, sklopova, delova proizvoda i proizvoda i primenjenog sistema proizvodnje, moguće je izvršiti proračun tehnoloških ciklusa. Potrebno je imati na umu da svaki sistem proizvodnje u nizu atributa ima i atribut smenjivanja tehnoloških operacija u vremenu (redno, paralelno, kombinovano).

Sledeći korak je crtanje mrežnog plana na osnovu zavisnosti aktivnosti date u Karti operacija. To znači da aktivnosti u mrežnom planu predstavljaju različite delove proizvoda koji se na određeni način spajaju u cilju dobijanja gotovog proizvoda. Nakon crtanja mrežnog plana potrebno je izvršiti analizu vremena i određivanje kritičnog puta, ili kritičnih puteva, kao i subkritičnih puteva. Trajanje aktivnosti predstavlja u stvari tehnološki ciklus izrade datog detalja, sastava, sklopa ili dela proizvoda. Imajući u vidu postupak dobijanja normativa vremena tehnoloških operacija, kao i tehnoloških ciklusa postavlja se pitanje: "Da li je trajanje aktivnosti deterministička ili stohastička veličina?" i u vezi sa tim "Da li primeniti PERT ili CPM metod analize vremena?".

Određivanjem kritičnog puta, ili kritičnih puteva, kao i subkritičnih puteva, određuje se redosled u istraživanju nekog problema. To praktično znači da će istraživanje započeti sa analizom aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu, ili kritičnim putevima,

zatim će se preći na aktivnosti koje se nalaze na subkritičnom putu i tako do poslednje aktivnosti.

Takođe, proračun vremenskih rezervi omogućava i analizu ograničenih resursa u funkciji vremena. Koji resurs će biti analiziran je stvar dogovora sa zaposlenima u sistemu, kao i predmetnim nastavnikom.

Kod izrade seminarskog rada neophodno je, pored Karte operacija, tj. prikaza tehnološkog procesa, dati i proizvodni proces izrade uslovnog proizvoda. Za to je na raspolaganju Karta višestrukog toka procesa. Ograničeno vreme predviđeno za snimanja u proizvodnom sistemu, kao i samu izradu seminarskog rada, nameću potrebu za sužavanjem polja istraživanja. Zbog toga će istraživanjima biti obuhvaćene samo aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu. To znači da je potrebno za sve detalje, sastave, sklopove i delove proizvoda, koji se nalaze na kritičnom putu dati kartu jednostrukog toka procesa, tj. Dijagram toka procesa. Međutim, kako Dijagram toka procesa predstavlja razmeštaj procesa u vremenu, a procesi se razmeštaju i u prostoru, neophodno je dati i prikaz rasporeda procesa u prostoru. To je moguće uraditi pomoću Tekuće karte (trodimenzionalne i dvodimenzionalne). Jasno, svaki Dijagram toka procesa i svaku Tekuću kartu prati i odgovarajuća analiza tokova materijala za uslovni proizvod.

II faza Dijagnoza stanja

Ono što je zajedničko za sve teme seminarskog rada je utvrđivanje strukture radnog vremena smene. Struktura radnog vremena smene neposredno zavisi od teme seminarskog rada.

Metoda rada – MTZ (metoda trenutnih zapažanja).

Ova istraživanje predstavlja, može se reći, dijagnozu stanja i funkcionisanja jednog sistema. To znači da je pored kvantitativnog određivanja učešća pojedinih elemenata vremena, neophodno jednoznačno definisati uzroke lošeg (ili dobrog) funkcionisanja proizvodnog sistema. Samo tada je moguće preduzeti određene tehničko-tehnološke i organizacione mere od kojih se očekuje minimizacija negativnih uticaja ili njihovo potpuno eliminisanje.

III faza – Izrada projektovanog bilansa iskorišćenja radnog vremena smene.

Metod rada – Na osnovu determinisanih problema u funkcionisanju proizvodnog sistema i teorijskih postavki organizacije proizvodnih sistema, pravi se konkretan

koncept mera (tehničko–tehnoloških i organizacionih) koje mogu da minimiziraju negativna dejstva, ili da ih u potpunosti eliminišu. U realnim uslovima te mere su samo spisak želja, što znači da je potrebno utrošiti određene resurse (ljudske, materijalne, tehničke, finansijske, vremenske) kako bi se dobili određeni efekti. Po isteku određenog vremena, nakon koga se očekuju određeni pozitivni efekti, preduzima se novo snimanje metodom TZ. Cilj je utvrđivanje da li su dobijeni predviđeni, slabiji ili povoljniji efekti u pogledu učešća elemenata vremena, od onih koji su očekivani. Jasno, ukoliko su efekti preduzetih mera povoljniji ili očekivani oni predstavljaju osnovu za različite proračune (dodatnog i pripremno–završnog vremena, raspoloživog vremenskog kapaciteta i td.). Ukoliko su rezultati slabiji od očekivanih znači da preduzete mere nisu u datoj kombinaciji dovoljno efikasne, ili da im je potrebno više vremena za manifestovanje efekata. Nakon detaljne analize odlučuje se o daljim koracima koji mogu biti:

- korišćenje rezultata koji odstupaju od očekivanog stanja, odnosno prihvatanje činjeničnog stanja o lošijem funkcionisanju proizvodnog sistema od željenog.
- preduzimanje dopunskih mera i angažovanje dopunskih resursa, i nakon određenog vremena ponovno snimanje metodom TZ i korišćenje dobijenih rezultata i
- ne preduzimanje nikakvih dopunskih mera, već samo produžetak vremena uhodavanja i manifestovanja preduzetih mera. Nakon isteka tog, dopunskog, perioda preduzima se novo snimanje metodom TZ i korišćenje dobijenih rezultata.

Eliminisanje determinisanih postupaka, ili minimizacija njihovog negativnog uticaja na korišćenje raspoloživog vremenskog kapaciteta može se ostvariti kombinacijom sledećih mera:

1. Vreme neopravdanih gubitaka zbog radnika – T_{gm}

Analizirajući normu vremena – N_t nedvosmisleno se može zaključiti da ovi gubici nisu njen sastavni element. To je sasvim jasno, jer bi u protivnom prekršaji radne discipline bili ozvaničeni, odnosno priznati kao ravnopravni element vremena. S obzirom na to oni moraju biti u potpunosti eliminisani. Za to su na raspolaganju dve grupe mera:

- stimulativne (vrednovanje rada, socijalna politika, nagrađivanje za racionalizacije i uštede) i
- disciplinske (opomene, materijalne sankcije, prekid radnog odnosa)

Pravilnom kombinacijom ovih mera može se postići potpuno eliminisanje ovih prekida radnika.

2. Vreme opravdanih gubitaka zbog radnika – T_{gro}

Znači da je zamor redovni pratilac svakog rada, kako fizičkog tako i umnog, neophodno je obezbediti pravilno smenjivanje rada i odmora. Postoje 3 (tri) vida pauza za odmor i to:

- pauza za obrok, koja je kod nas sastavni element radnog vremena smene radnika i koja traje, uobičajno, 30 (trideset) minuta.
- pauze za odmor. Uobičajno je da se kod nas daju dve pauze u trajanju od po 10 (deset) minuta. Jedna je pre pauze za uzimanje obroka, druga posle pauze za uzimanje obroka. Međutim kako je nivo opterećenja učesnika u radnom procesu različit, s obzirom na različitu masu komada kojom se manipuliše, različite mikroklimatske i fizikalne uslove radne sredine jasno je da će dve pauze u nekim slučajevima biti dovoljne, a u nekim ne. Drugo pitanje je određivanje njihovog početka. Premorenom radniku pauza nije dovoljna, a nezamorenom radniku ona remeti ritam rada. Zbog toga je neophodno egzakutnim metodama (kalorimetarska, merenje protoka krvi – pulsa i EKG, ili metoda direktnog fotografisanja – MDF) doći do podataka o trenutku nastupanja zamora, odnosno trenutku kada treba predvideti pauzu (raspored pauza). Na taj način dobija se i podatak o broju pauza. Ostali bitni elementi pauze su trajanje pauze, i oblik korišćenja. Kada je u pitanju trajanje pauze treba imati u vidu da pri trajanju pauze od 5 (pet) minuta radnik pri dinamičkom radu povrati 75 (%) utrošene energije, a pri trajanju pauze od 10 (deset) minuta oko 95 (%) utrošene energije. Sa produžetkom trajanja pauze taj priraštaj je sve manji, s jedne strane, dok se, s druge strane, gubi urađenost (uhodanost) u poslu. Oblik korišćenja pauze zavisi od vrste rada. Ukoliko je to fizički rad povezan sa značajnim opterećenjem radnika onda odmor treba da bude pasivan, a ukoliko je u pitanju pretežno umni rad onda odmor treba da bude aktivan i
- pauze za fiziološke potrebe. Jasno, njihovo trajanje zavisi od sanitarno-higijenskih uslova u sistemu (uređenost prostora, udaljenost od proizvodnih objekata i td.).

3. Vreme pripremno završnih poslova – T_{pz}

Pripremno-završni poslovi, odnosno vreme njihovog izvršenja predstavlja rastur vremena, odnosno gubitak. Takođe, to je skup poslova bez kojih nije moguće pristupiti realizaciji date operacije. Imajući to u vidu jasno je da se na određeni način njihovo učešće mora minimizirati uz zadržavanje potrebnog kvaliteta njihovog izvršenja. U cilju zadovoljavanja zahteva tržišta koji idu u smeru sve manjih serija proizvoda (srednje – ili malo-serijska proizvodnja i pojedinačna proizvodnja) racionalizacija pripremno-završnih

poslova, a time i njihovog učešća, sve više dobija na značaju. Znači, prilikom projektovanja učešća pripremno–završnih poslova mora se voditi računa o:

- optimalizaciji proizvodnje "ABC" metodom (PARETO analiza),
- primeri SMED metode (Single digit–Minute Exchange of Die), tj. zamena radnih instrumenata za jednocifren broj minuta. Tvorac ove metode je japanski naučnik Shigeo Shingo. Ona se sastoji od 8 (osam) koraka i to:
 - **KORAK 1.** – Razvrstavanje poslova na one koji se izvršavaju za vreme stajanja mašine i na one koji se izvršavaju za vreme rada mašine,
 - **KORAK 2.** – Pretvaranje poslova koji se izvršavaju za vreme stajanja mašine u poslove koji se izvršavaju za vreme rada mašine,
 - **KORAK 3.** – Funkcionalna standardizacija alata,
 - **KORAK 4.** – Funkcionalni pribor za stezanje,
 - **KORAK 5.** – Korišćenje prethodno podešenih stega,
 - **KORAK 6.** – Paralelne operacije,
 - **KORAK 7.** – Eliminisanje podešavanja i
 - **KORAK 8.** – Mehanizacija.
- standardizaciji proizvoda i elemenata,
- oblikovanju tokova materijala,
- složenosti poslova podešavanja,
- obučenosti radnika,

- radnoj dokumentaciji i td.

4. Vreme tehničkog posluživanja – T_{pt}

Logistika, kao podsistem proizvodnog sistema, mora da obezbedi visoku operativnu gotovost i pouzdanost tehničkog sistema. To je naročito značajno s obzirom na činjenicu da kod sve složenije strukture tehničkog sistema efikasnost proizvodnog sistema zavisi u velikoj meri od efektivnosti tehničkog sistema. Mere koje bi trebalo preduzeti usmerene su na prelazak sa korektivnog održavanja na preventivno održavanje. Kod koncepta korektivnog održavanja nakon nastupanja stanja "U OTKAZU" tehničkog sistema preduzimaju se mere za njegov povratak u stanje "U RADU". Jasno, u tom slučaju operativna gotovost i pouzdanost su najmanji, a efikasnost tehničkog sistema, kao i proizvodnog sistema, najmanja. Kod koncepta preventivnog održavanja po isteku

određenog vremena rada , ili pređenog puta ili promerne jednog od parametara rada, obavlja se zamena nekog dela i na taj način eliminisanje pojave nepredviđenog stanja "U OTKAZU". Nakon identifikacije problema u proizvodnom sistemu moguće je preduzeti neke od sledećih mera:

- održavanje mašina,
- preventivni pregledi i kontrole,
- remont mašina,
- snabdevanje i priprema radnih instrumenata,
- čišćenje radnog mesta od strane poslužnih, a ne osnovnih radnika i td.

5. Vreme materijalnog posluživanja – T_{pm}

Snabdevanje jednog proizvodnog sistema sa predmetima rada prema dinamici planirane proizvodnje ima izuzetan uticaj na efikasnost rada sistema. Industrija automobila "TOYOTA". Japan ima koncept 0 (nula) zalihe. To praktično znači da je cilj eliminisati zalihe svih materijala i na taj način osloboditi obrtna sredstva. Jasno, to uvek i za sve vrste materijala nije moguće, tako da se za vitalne materijale vrši proračun zaliha. Zahvaljujući, između ostalog, i konceptu 0–zalihe koeficijent obrta je bio 50 (pedeset). Druga stvar o kojoj se mora voditi računa je unutrašnji transport koji ima zadatak da sve sastavne elemente proizvodnog sistema poveže u jednu celinu, i na taj način obezbedi harmoničan rad proizvodnog sistema. To znači da je u proizvodnom sistemu neophodno voditi računa o:

- upravljanju zaluhama (min, max i signalne),
- uklanjanju škarta i otpadaka od strane poslužnih a ne osnovnih radnika.
- pravilnom izboru transportnih sredstava (tip, nosivost, broj),
- postojanju terminskog plana rada po pojedinim radnim mestima.
- broju izvršioca i td.

6. Vreme gubitaka zbog organizacionih i tehnoloških postupaka – T_{got}

Pojavljivanje ovih gubitaka je indikator lošeg funkcionisanja pojedinih podsistema proizvodnog sistema, kao i problema u vezama između pojedinih podsistema. Posledica toga je smanjena efikasnost proizvodnog sistema, odnosno kod ovakvih i sličnih istraživanja, malog korišćenja raspoloživog vremenskog kapaciteta proizvodnog sistema. To znači da je u fazi analize neophodno izvršiti grupisanje problema po pojedinim

podsystemima i otkriti probleme u vezama između elemenata sistema, da bi se onda pristupilo projektovanju mera racionalizacije. Neke od tih mera bi bile:

- na bazi istraživanja tržišta definisanje plana proizvodnje,
- prelazak na koncept segmentne ili izmešane proizvodnje. Koncept segmentne proizvodnje podrazumeva da se planirana količina pojedinih proizvoda u nekom intervalu vremena, na primer mesecu, ne radi u planiranoj količini, već u segmentima, odnosno nekoliko serija. Veličina serija u tom slučaju zavisi od dinamike potrošnje proizvoda. Ovaj koncept proizvodnje obezbeđuje postojanje značajno manjih zaliha od onog kod koga se proizvodi izrađuju u planiranoj količini odjednom. Koncept izmešane proizvodnje je nešto čemu treba tržište, ali je on vrlo teško ostvarljiv. On podrazumeva svakodnevnu proizvodnju svih proizvoda u određenim količinama. S obzirom na kontinuiranu potrošnju proizvoda u tom slučaju se radi sa 0 –zalihama.
- proširivanje i eliminisanje uskih grla.
- obezbeđenje potrebnog broja radnika,
- uvođenje informacionog sistema upravljanja proizvodnjom (sa centralizovanom ili decentralizovanom podelom rada) i td.

Kod izrade seminarskog rada, zbog ograničenog vremena vežbanja i činjenice da nije moguće u proizvodnom sistemu bilo šta menjati, smatraće se da su efekti mera dati u projektovanom bilansu dobijeni probnim snimanjem u identičnom iznosu. To znači da će oni biti osnova za sva buduća izračunavanja.

2. TEMATSKE OSNOVE

2.1. TEMA 1: Utvrđivanje potrebnog broja mašina i radnika.

Pri razradi plana proizvodnje za neki interval vremena prva stvar koju je potrebno uraditi je proračun broja radnika i sredstava rada. Taj proračun se vrši na osnovu odnosa potrebnog i raspoloživog kapaciteta.

Potreban kapacitet za sredstva rada izračunava se na način koji je definisan činjenicom da li se radi o individualnom ili parnom radnom mestu kao i načinom izvršenja tehnoloških i pomoćnih zahvata. Proračun raspoloživog vremenskog kapaciteta $-K_t^M$ podrazumeva prethodno utvrđivanje idealnog $-K_i^M$, radnog $-K_r^M$, i stvarnog $-K_s^M$, vremenskog kapaciteta. Kod proračuna raspoloživog vremenskog kapaciteta za izračunavanje ostvarenog koeficijenta iskorišćenja vremena smene u prethodnom periodu $-k_p^M$, uzeti da je u intervalu snimanja $-I=31$ (dan) izrađena količina proizvod $Q_i = 210$ (kom.), uz korišćenje vremenskog kapaciteta $-k_t^M$, dobijenog snimanjem pomoću metode TZ. Količina proizvoda urađena u prethodnoj godini je $-Q = 2066$ (kom.).

Potreban kapacitet za radnike izračunava se na način koji je, kao i kod sredstava rada, definisan činjenicom da li se radi o individualnom ili parnom radnom mestu, kao i načinom izvršenja tehnoloških i pomoćnih zahvata. Proračun raspoloživog vremenskog kapaciteta $-K_t^R$, podrazumeva prethodno utvrđivanje idealnog $-K_i^R$, radnog $-K_r^R$, i stvarnog $-K_s^R$, vremenskog kapaciteta. Kod proračuna raspoloživog vremenskog kapaciteta za izračunavanje ostvarenog koeficijenta iskorišćenja vremena smene u prethodnom periodu $-k_p^R$, uzeti da je u intervalu snimanja $I = 31$ (dan) izrađena količina proizvoda $Q = 210$ (kom.), uz korišćenje vremenskog kapaciteta $-K_t^R$, dobijenog snimanjem pomoću metode TZ. Količina proizvoda urađena u prethodnoj godini je $Q = 2066$ (kom.).

Imajući u vidu činjenicu da se ovde radi o proračunu broja radnika, može se zaključiti da je istraživanje potrebno usmeriti na radnika. To je značajno zbog toga što se radnici mogu prebacivati sa jednog na drugo radno mesto (višemašinsko i višeproceno

posluživanje) u cilju njihovog boljeg korišćenja. Na primer, u industriji automobila – "TOYOTA"– Japan, i razvijenim zemljama Zapada, mašinski kapacitet se koriste oko 43(%) dok se radnici koriste u potpunosti putem višemašinskog ili višeprocesnog rada. Na prvi pogled iznenađujuće. Ali, ako se zna da je u Japanu odnos cene živog i mašinskog rada 5:1, odnosno da je živi rad 5 (pet) puta skuplji od mašinskog, onda je potpuno jasna težnja za potpunim korišćenjem radnika.

Proračun broja sredstava rada i radnika potrebno je izvršiti za sva radna mesta u proizvodnom sistemu, ili nekom njegovom delu, već kako je dato zadatkom. S obzirom na to, do podataka neophodnih za proračun doći će se kombinacijom podataka dobijenih neposrednim istraživanjem i iz dokumentacije dobijene u odgovarajućim službama proizvodnog sistema.

2.2. TEMA 2 : Utvrđivanje strukture operativnog vremena, tj. učešća tehnoloških i pomoćnih zahvata.

Može se reći da se više od 80 (%) tehnoloških operacija u preradi drveta izvršava sa mašinskim tehnološkim zahvatima i da se kod većine tih tehnoloških operacija pomoćni zahvati izvršavaju mašinski, mašinski–ručno ili ručno. Ostale tehnološke operacije se izvršavaju sa mašinsko–ručnim ili ručnim pomoćnim zahvatima i/ili mašinsko–ručnim ili ručnim pomoćnim zahvatima. Jasno, kod izvršnja tehnoloških i pomoćnih zahvata mašinski, znači bez neposrednog angažovanja čoveka, njihovo trajanje je uslovljeno režimom rada (broj obrtaja, pomer po jednom obrtu, brzina pomera) vrstom drveta i željenim kvalitetom obrade i predstavlja determinističku (računsku) veličinu. Ukoliko se neki od pomoćnih zahvata izvršava i ručno onda je on stohastička (slučajna) veličina, s obzirom da podleže uticaju zalaganja radnika, kao i pojavi nepredviđenih zahvata. Može se reći da bi kod takvih tehnoloških operacija trajanje ručnih pomoćnih zahvata, posmatrano u odnosu na normu vremena, bilo veoma malo. Kod ostalih tehnoloških operacija kod kojih se tehnološki zahvati izvršavaju mašinsko–ručno ili ručno, njihovo trajanje je stohastička veličina. Pomoćni zahvati u takvim tehnološkim operacijama se, takođe, izvršavaju mašinsko–ručno i/ili ručno i njihovo trajanje je takođe stohastička veličina. S obzirom da takve tehnološke operacije mogu biti dosta složene učešće pomoćnih zahvata u normi vremena može biti značajnije.

Kakva je situacija u proizvodnom sistemu kada je u pitanju učešće tehnoloških i pomoćnih zahteva je izuzetno značajno iz dva razloga:

- utvrđivanje da li se učešće pomoćnih zahvata prema svim naučinima izvršenja (mašinski, mašinsko–ručno i ručno) nalazi u očekivanim granicama i
- da li je učešće operativnog vremena u smeni (suma svih tehnoloških i pomoćnih vremena prema bilo kom načinu izvršenja) u smeni rezultat planirane dinamike proizvodnje, ili prekomerno velikog učešća pomoćnih zahvata nastalih kao posledica primene neodgovarajućih elemenata režima rada sredstava rada i/ili loše organizacije radnog mesta i rada na njemu.

Da bi se utvrdilo činjenično stanje neophodno je sprovesti metodu TRENUTNIH ZAPAŽANJA. Detaljna klasifikacija vremena bila bi:

- T_m – mašinski tehnološki zahvati,
- T_{mr} – mašinsko–ručni tehnološki zahvati,
- T_r – ručni tehnološki zahvati,
- T_{pm} – mašinski pomoćni zahvati,
- T_{pmr} – mašinsko–ručni pomoćni zahvati,

- T_{pr} – ručni pomoćni zahvati,
- T_p – vreme posluživanja radnog mesta (materijalno i tehničko),
- T_{GOT} – vreme gubitaka zbog organizacionih i tehnoloških razloga,
- T_{GR} – vreme gubitaka zbog radnika (opravdani i neopravdani).

Moguća je i uprošćena klasifikacija vremena:

- T_t – tehnološki zahvati (mašinski, mašinsko–ručni, ručni),
- T_p – pomoćni zahvati (mašinski, mašinsko–ručni, ručni),
- T_{pz} – vreme pripremno–završnih poslova
- T_p – vreme posluživanja radnog mesta (materijalno i tehničko),
- T_{GOT} – vreme gubitaka zbog organizacionih i tehnoloških razloga,
- T_{GR} – vreme gubitaka zbog radnika (opravdani i neopravdani).

Jasno, za koju će se od dve date klasifikacije opredeliti, ili će se formirati neka druga, zavisi od cilja istraživanja i raspoloživih resursa (materijalnih, finansijskih, tehničkih, ljudskih, vremenskih).

Za potrebe seminarškog rada može se opredeliti za uprošćenu klasifikaciju vremena.

Dobijeni rezultati se analiziraju s ciljem definisanja uzroka koji su doveli do date strukture operativnog vremena. Takođe, potrebno je dati i koncept mera koji bi trebalo da omogući smanjenje učešća vremena pomoćnih zahvata, a time i povoljniji odnos unutar operativnog vremena.

2.3. TEMA 3: Utvrđivanje strukture operativnog vremena, tj. učešća korisnog i nekorisnog rada.

Prilikom planiranja proizvodnje, u najvećem broju slučajeva, ne vodi se računa o škartu koji se dorađuje na tehničkim sistemima na kojima se izvršava i planirana (osnovna) proizvodnja. To znači da se raspoloživi vremenski kapacitet koristi isključivo za osnovnu proizvodnju. Međutim, kako se škart dorađuje na tehničkim sistemima osnovne proizvodnje, jasno je da se jedan deo raspoloživog vremenskog kapaciteta troši za tu doradu. S obzirom na to, može se zaključiti da je raspoloživi vremenski kapacitet za osnovnu proizvodnju manji od računskog za deo koji se troši za doradu škarta. Posledica ne vođenja računa o ovome ispoljava se kroz manjak kapaciteta, zastoje u proizvodnji, produžavanje proizvodnih ciklusa i td. Da bi se izbeglo pojavljivanje ovih problema neophodno je sprovesti istraživanja pomoću metode TZ. U klasifikaciji vremena operativno vreme

- T_o je neophodno podeliti na:
 - vreme korisnog rada – T_o^{KR} i
 - vreme nekorisnog rada – T_o^{NR} .

Ostala klasifikacija vremena mora biti podređena trenutnim potrebama istraživanja. Kod seminarskog rada ona bi obuhvatala:

- vreme pripremno–završnih poslova – T_{pz} ,
- vreme materijalnog posluživanja – T_{pM} ,
- vreme tehničkog posluživanja – T_{pT} ,
- vreme gubitka iz organizacionih i tehnoloških razloga – T_{got} .
- vreme opravdanih gubitaka zbog radnika – T_{GRO} i
- vreme neopravdanih gubitaka zbog radnika – T_{GRN}

Analiza dobijenih rezultata treba da ukaže na probleme koji su doveli do pojave nekorisnog rada, kao i na mogućnost njihove minimizacije ili eliminacije.

Radno mesto u proizvodnom sistemu predstavlja osnovni podsistem na kome se izvršava jedna tehnološka operacija, ili nekoliko tehnoloških operacija. Radno mesto predstavlja skup materijalnih i tehničkih uslova koji uz angažovanje čoveka, aktivno ili pasivno (nadzor), omogućavaju izvršavanje jedne, ili nekoliko, tehnoloških operacija. S obzirom da se na radnom mestu manifestuju svi uticaji, pozitivni ili negativni, koje generiše sam sistem ili njegovo okruženje, neophodno je na određeni način determinisati organizacioni tip radnog mesta. Jedan od načina za to je primena stepena otvorenosti

radnog mesta – O_{RM} i organizacionog nivoa radnog mesta – ON. Može se reći da stepen otvorenosti radnog mesta pokazuje nivo angažovanja osnovnog radnika na poslovima koji ne proizilaze neposredno iz radnog zadatka, a koji su rezultat negativnog uticaja okruženja (slabe organizacije izvršenja poslova koji su u vezi sa radnim zadatkom).

Postoje 3 (tri) organizaciona tipa radnog mesta i to:

- **otvoreno** – $O_{RM} > 0$.

Pored korisnog rada – KR i potrebnih prekida – PP pojavljuje se i nekorisan rad – NR i nepotrebni prekidi – NP. Problemi po pojedinim podsistemima proizvodnog sistema, kao i problemi u vezama između pojedinih podsistema uslovljavaju angažovanje osnovnog radnika kako na poslovima planirane proizvodnje, tako i na popravkama učinjenog škarta, nastalim po različitim osnovama (mašinski, radni, organizacioni). Takođe, osnovni radnik je upućen na izvršavanje poslova materijalnog i tehničkog posluživanja, kao i pripremno–završnih poslova na način koji je neracionalan i koji mu značajno smanjuje koristan rad. Zbog problema na vezama između podsistema, kao i problema u njima, osnovni radnik je prinuđen da jedan deo vremena provede čekajući na posao,

- **zatvoreno** – $O_{RM} = 0$.

Pored korisnog rada – KR i potrebnih prekida – PP pojavljuju se i nekorisan rad – NR, ali u znatno manjoj meri nego kod otvorenog tipa radnog mesta, dok su nepotrebni prekidi – NP u potpunosti eliminisani. Uzroci pojavljivanja nekorisnog rada nalaze se u činjenici da kroz radno mesto prolazi vrlo veliki broj različitih komada na kojima se izvršavaju iste, ili različite, tehnološke operacije. Zbog toga nije moguće u potpunosti sprovesti organizovanje radnog mesta na principima ekonomije pokreta kao i proučavanje psiho–fizičkih uslova rada i

- **stabilizovano** – $O_{RM} = 0$.

Osim korisnog rada – KR i potrebnih prekida – PP ne pojavljuju se ostale kategorije vremena, tj. nekoristan rad – NR i nepotrebni prekidi – NP. To praktično znači da je radnik sve vreme angažovan na izvršenju planiranih poslova. To se postiže zahvaljujući činjenici da kroz radno mesto prolazi samo jedna, ili nekoliko sličnih operacija. Time je omogućeno organizovanje radnog mesta na principima ekonomije pokreta, kao i proučavanje psiho–fizičkih uslova rada.

Specifičnosti svakog organizacionog tipa date su u literaturi.

Stepen otvorenosti radnog mesta – O_{RM} jednak je:

$$O_{RM} = \frac{T_{pz} + T_{pm} + T_{pt} + T_{got}}{T_u}$$

gde je: T_{pm} – vreme (ili broj opažaja) materijalnog posluživanja,

T_{pt} – vreme (ili broj opažaja) tehničkog posluživanja,

T_{got} – vreme (ili broj opažaja) gubitaka iz organizacionih i tehnoloških razloga,

T_{pz} – vreme (ili broj opažaja) pripremno–završnih poslova,

T_u – ukupno vreme (ili ukupan broj opažaja).

Organizacioni nivo ON jednak je:

$$ON = 100 - O_{RM}$$

Tačnost ovako dobijenih veličina jednaka je:

$$T = 100 \cdot \left(1 - 2 \cdot \sqrt{\frac{(1 - O_{RM})}{O_{RM} \cdot T_u}} \right)$$

Zauzetost radnika jednaka je:

$$Z = \frac{KR + NR}{RF}$$

gde je: RF – raspoloživi fond vremena,

$$RF = T^S - PP$$

Proizvodnost radnika jednaka je:

$$P = \frac{KR}{RF}$$

2.4. TEMA 4: Organizacija unutrašnjeg transporta i definisanje optimalne optimalne organizacije unutrašnjeg transporta

Da bi analiza organizacije unutrašnjeg transporta bila kompletna neophodno je tom analizom obuhvatiti dva aspekta i to:

- analizu atributa (obeležja) samog unutrašnjeg transporta, kao podsistema proizvodnog sistema i
- analizu veza i uticaja podsistema unutrašnjeg transporta na ostale pod sisteme, i obrnuto.

Analiza atributa podsistema unutrašnjeg transporta treba da obuhvati:

- razdvajanje međupogonskog i međuoperacionog transporta u analizi,
- definisanje količine koju je potrebno transportovati u međupogonskom transportu (tabelarno i grafički),
- definisanje sistema relacija u međupogonskom transportu (proste, radijalne, kružne, kombinovane),
- definisanje karakteristika transportnih sredstava u međupogonskom i međuoperacionom transportu (pogon, tip, nosivost, brzina u radnom i praznom hodu, koeficijent iskorišćenja nosivosti, broj jedinica transportnog sredstva),

Analizu veza i uticaja podsistema unutrašnjeg transporta na ostale pod sisteme, i obrnuto kod izrade seminarskog rada ograničiće se na nekoliko pokazatelja:

2.1.1. Uticaj ostalih podsistema na unutrašnji transport

- stepen iskorišćenja vremenskog kapaciteta smene transportnih sredstava u međupogonskom i međuoperacionom transportu. Kod ovih istraživanja

potrebno je primeniti metodu TZ (trenutnih zapažanja), a moguća klasifikacija vremena bila bi:

- T_u – vreme utovara transportnog sredstva,
- T_i – vreme istovara transportnog sredstva,
- T_{rh} – vreme radnog hoda transportnog sredstva,
- T_{ph} – vreme praznog hoda transportnog sredstva,
- T_p – vreme posluživanja transportnog sredstva (materijalno i tehničko),

- T_{got} – vreme gubitaka iz organizacionih i tehnoloških razloga transportnog sredstva,
- T_{gr} – vreme gubitaka zbog radnika (opravdani i neopravdani),
- T_{pz} – vreme pripremno–završnih poslova transportnog sredstva.

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja i njihove analize može se zaključiti koji su problemi u organizaciji unutrašnjeg transporta, i u kom smeru bi bilo potrebno delovati u cilju optimizacije njegovog izvršenja.

- razmeštaja radnih mesta. Razmeštaj radnih mesta (pogonski, predmetno–grupni, lančani) je atribut (obeležje) primenjenog sistema proizvodnja i ima veliki uticaj na efikasnost unutrašnjeg transporta. Taj uticaj se može objasniti pređenim putem, utrošenim vremenom i troškovima transporta,
- koeficijenta broja operacija kod međuoperacionog transporta – k_j . Koeficijent broja operacija pokazuje potrebu za istovremenim prebacivanjem tereta između 2, 3 ili više pari radnih mesta u jednom preseku vremena. Do ovog podatka može se doći na dva načina. Prvi podrazumeva postojanje terminskog plana gde je dat raspored smenjivanja tehnoloških operacija, na osnovu čega se može doći do podataka o veličini koeficijenta broja operacija. Drugi, teži način predviđa neposredna snimanja u proizvodnji i statističku obradu dobijenih podataka u cilju dobijanja podataka o koeficijentu broja operacija. Može se reći da je ovo jedan od izuzetno važnih organizacionih pokazatelja efikasnosti proizvodnog sistema. Formula za izračunavanje potrebnog broja transportnih sredstava je:

$$n = \frac{Q \cdot (N_p + 1)}{q \cdot k \cdot (T - T_p)} \cdot \left(t_u + \frac{2 \cdot l_s}{v_s} + t_i \right) \cdot k_j.$$

Uvodeći smenu:

$$a = \frac{Q \cdot (N_p + 1)}{q \cdot k \cdot (T - T_p)} \cdot \left(t_u + \frac{2 \cdot l_s}{v_s} + t_i \right)$$

može se napisati da je:

$$n = a \cdot k_j.$$

Ako se napravi pretpostavka da je:

$$a = 1,$$

što je moguće, sledi zaključak da će broj transportnih sredstava biti jednak koeficijentu broja operacija. To praktično znači da će u jednom proizvodnom sistemu broj transportnih sredstava rasti, odnosno opadati, ukoliko se ne vodi, odnosno, vodi računa o smanjivanju operacija u vremenu. Odatle proizilazi zaključak da je koeficijent broja operacija moćan organizacioni pokazatelj pomoću koga se može ostvariti jak uticaj na efekat unutrašnjeg transporta, a time i efikasnost proizvodnog sistema,

2.1.2. Uticaj unutrašnjeg transporta na ostale podsisteme

- vremena gubitaka po radnim mestima nastalim kao posledica problema u izvršenju unutrašnjeg transporta. Imajući u vidu zadatak unutrašnjeg transporta, tj. snabdevanje radnih mesta potrebnim osnovnim i pomoćnim materijalima u cilju obezbeđenja njihovog pravilnog funkcionisanja, jasno je da će se problemi u organizaciji unutrašnjeg transporta naposredno odraziti i na efikasnost radnih mesta. Merenje tog uticaja najlakše je izvršiti pomoću gubitaka u vremenu po radnim mestima nastalim kao posledica nedostataka transportnog sredstva, kvara transportnog sredstva i sl. Pogodna metoda za to je metoda TZ. Moguća klasifikacija vremena kod ovih istraživanja bila bi:
 - T_{pz} – vreme pripremno–završnih poslova,
 - T_o – operativno vreme,
 - T_p – vreme posluživanja radnog mesta (materijalno i tehničko),
 - T_{got} – vreme gubitaka iz organizacionih i tehnoloških razloga,

 - T_{got}^{Tr} – vreme gubitaka iz organizacionih i tehnoloških razloga nastalih kao posledica problema u izvršenju unutrašnjeg transporta (kvar transportnog sredstva, nedostatak transportnog sredstva zbog njegovog angažovanja na nekom drugom mestu, nedostatak transportnog radnika i sl.),
 - T_{gr} – vreme gubitaka zbog radnika (opravdanih i neopravdanih),
- definisanje kvantitativnih karakteristika u procesu masovnog usluživanja. Primena masovnog usluživanja je moguća s obzirom da se radi o zatvorenom sistemu (jedinke–radna mesta koja traže uslugu–teret pripadaju sistemu i njihov broj je poznat. Sistem koji pruža usluge–transportna sredstva, takođe pripada sistemu i njihov broj je 1–jednokanalni sistem, ili $k > 1$ –višekanalni sistem.

Analiza unutrašnjeg transporta u proizvodnom sistemu predstavlja prvu fazu realizacije neophodnih istraživanja. Druga faza podrazumeva definisanje najekonomičnijeg postupka izvršenja unutrašnjeg transporta. Pri formulisanju tog postupka potrebno je primeniti stečena znanja iz oblasti organizacije proizvodnje, unutrašnjeg transporta, upravljanje procesima i td. U realnim uslovima, znači u proizvodnji, mora se voditi računa o ograničenjima (ljudskim, materijalnim, tehničkim, finansijskim, vremenskim) koja često sužavaju mogućnost primene nekih mera u racionalizaciji unutrašnjeg transporta.

Redosled izlaganja treba prilagoditi redosledu izlaganja kod analize postojeće organizacije unutrašnjeg transporta.

2.5. TEMA 5: Organizacija iskorišćavanja osnovnog materijala (ploče/rezana građa) i definisanje optimalne organizacije iskorišćavanja osnovnog materijala.

Istraživanje iskorišćenja predmeta rada u preradi drveta (trupci, rezana građa, ploče i td.) ima izuzetan značaj s obzirom da cena materijala učestvuje u ceni proizvoda i do 80 %. Iskorišćavanje predmeta rada može se posmatrati sa aspekta:

- kvantitativnog iskorišćenja,
- kvalitativnog iskorišćenja i
- vrednosnog iskorišćenja.

Kvantitativno iskorišćenje – Kvantitativno iskorišćenje – I_k predstavlja odnos između količine dobijenih predmeta rada – Q_p i količine utrošenih predmeta rada – Q_m tj.:

$$I_k = \frac{Q_p}{Q_m} \cdot 100 \leq 100 .$$

Istraživanje kvantitativnog iskorišćenja može se sprovesti na dva načina, u zavisnosti od tehnološkog procesa izrade proizvoda.

PRVI način se zasniva na bazi definisanja količine dobijenih proizvoda u proizvodnji (izlaz iz sistema) i količine utrošenih predmeta rada (ulaz u sistem). Ovaj način utvrđivanja kvantitativnog iskorišćenja se primenjuje kod prostih tehnoloških procesa (eksploatacija šuma i pilanska prerada).

DRUGI način se zasniva na definisanju količine dobijenih proizvoda i količine utrošenih predmeta rada za svako radno mesto, odeljenje, fazu rada i proizvodnju kao celinu. Ovaj način utvrđivanja kvantitativnog iskorišćenja se primenjuje kod složenih tehnoloških procesa (proizvodnja furnira i furnirskih ploča, građevinska stolarija i nameštaj).

Kvalitativno iskorišćenje. – Kvalitativno iskorišćenje – K_k predstavlja odnos između vrednosti dobijenih proizvoda iz određene količine predmeta rada – V_p i vrednosti dobijenih standardnih proizvoda iz određene, iste količine predmeta rada – V_0 , tj.:

$$K_k = \frac{V_p}{V_o} \cdot 100 \geq \leq 100$$

Vrednosno iskorišćenje. – Vrednosno iskorišćenje – C_k predstavlja odnos između vrednosti dobijenih proizvoda – C_p i vrednosti utrošenih sirovina i materijala – C_m , tj.:

$$C_k = \frac{C_p}{C_m} = \frac{\sum_{i=1}^m Q_{p_i} \cdot C_{p_i}}{\sum_{j=1}^n Q_{m_j} \cdot C_{m_j}}$$

gde je: Q_{p_i} – količina i-tog proizvoda,

C_{p_i} – cena i-tog proizvoda,

Q_{m_j} – količina j-og materijala,

C_{m_j} – cena j-og materijala.

Neposredna istraživanja iskorišćenja predmeta rada u proizvodnom sistemu imaju za cilj istraživanje uticaja okruženja, tj. pojedinih podsistema na pojavu i veličinu škarta i otpadaka. Zato ta istraživanja moraju obuhvatiti sve segmente proizvodnog sistema gde može doći do pojave škarta i otpadaka, a to su:

- skladišni podsistem,
- transportni podsistem,
- kontrolni podsistem,
- tehnološki podsistem

Skladišni podsistem – Proučavanje skladišnog sistema treba da obuhvati analizu sledećih njegovih atributa:

- način čuvanja predmeta rada,
- sredstva za manipulaciju predmetima rada i
- organizacija rada.

Imajući u vidu činjenicu da se skladištenje predmeta rada obavlja na otvorenom prostoru, ili u zatvorenim prostorijama, u zavisnosti od vrste materijala, skladišni sistem se može podeliti na:

- stovarišta (otvorena i natkrivena) i
- magacine (univerzalne, specijalizirane, specijalne).

Istraživanja je potrebno izvršiti odvojeno za svaki tip skladišta:

2.5.1. Stovarišta (otvorena i natkrivena – nastrešnice)

2.5.1.1. Način čuvanja predmeta rada

Analiza načina čuvanja treba da obuhvati:

- dimenzije stovarišta,
- vrste predmeta rada koji se skladište i njihove količine,
- dimenzije složajeva (dužina, širina, visin),
- primenjena paletizacija ili ne. Ukoliko je paletizacija primenjena dati karakteristike paleta (dimenzije, dvoulazne ili višeulazne),
- opterećenost površine izražene u m^3/m^2 , kg/m^2 i td,
- metod zaštite predmeta rada od atmosferskih–abiotičkih uticaja (kiša, sunce, sneg, vetar) i uticaja insekata i epiksilnih gljiva–biotički uticaji.

2.5.1.2. Sredstva za manipulaciju predmetima rada

Analiza sredstava za manipulaciju predmetima rada na stovarištima treba da obuhvati:

- tip transportnog sredstva (kolica, viljuškar i td.),
- pogon transportnog sredstva (sa unutrašnjim sagorevanjem, dizel, elektrto pogon)
- karakteristike transportnog sredstva (nosivost, visina slaganja, brzina u radnom i praznom hodu, širina i dužina, koeficijent iskorišćenja nosivosti),
- broj transportnih jedinica,
- prilagođenost transportnog sredstva za teret koji prenosi i slaže.

2.5.1.3. Organizacija rada

Analiza organizacije rada na stovarištu treba da obuhvati:

- način prijema predmeta rada,
- način izdavanja predmeta rada,
- evidencija predmeta rada,
- upravljanje zalihama predmetima rada,
- struktura osoblja (kvalifikacija i broj).

2.5.2. Magacini

2.5.2.1. Način čuvanja predmeta rada

Analiza načina čuvanja treba da obuhvati:

- dimenzije magacina,
- vrste predmeta rada koji se skladište i njihove količine,
- dimenzije složajeva (dužina, širina, visina),
- primenjena paletizacija ili ne. Ukoliko je paletizacija primenjena dati karakteristike paleta (dimenzije, dvoulazne ili višeulazne),
- opterećenost površine izražene u m^3/m^2 , kg/m^2 i td.,
- mikro–klimatski uslovi sredine (temperatura, relativna vlaga vazduha, brzina strujanja vazduha),
- metod zaštite predmeta rada od uticaja insekata i epiksilnih gljiva–biotički uticaj.

2.5.2.2. Sredstva za manipulaciju predmetima rada

Analiza sredstava za manipulaciju predmetima rada u magacinima treba da obuhvati:

- tip transportnog sredstva (kolica, viljuškar i td.),
- pogon transportnog sredstva (sa unutrašnjim sagorevanjem, dizel, elektro pogon)
- karakteristike transportnog sredstva (nosivost, visina slaganja, brzina u radnom i praznom hodu, širina i dužina, koeficijent iskorišćenja nosivosti),

- broj transportnih jedinica,
- prilagođenost transportnog sredstva za teret koji prenosi i slaže.

2.5.2.3. Organizacija rada

Analiza organizacije rada u magacinu treba da obuhvati:

- način prijema predmeta rada,
- način izdavanja predmeta rada,
- evidencija predmeta rada,
- upravljanje zalihama predmetima rada,
- struktura osoblja (kvalifikacija i broj).

Odstupanje od poznatih uslova uskladištenja i čuvanje predmeta rada dovodi do nastajanja manjeg ili većeg skladišnog škarta. Da bi se utvrdilo njegovo kvantitativno učešće neophodno je metodom uzorkovanja odrediti procenat skladišnog škarta.

Transportni podsistem. – Uticaj transportnog podsistema na pojavu i veličinu škarta moguće je definisati na osnovu analize odgovarajućih atributa. Analizu je potrebno izvršiti odvojeno za međupogonski i međuoperacioni transport. Ta analiza bi trebala da obuhvati tip transportnog sredstva, pogon (SUS, dizel, elektro, ručni) nosivost, visina podizanja, brzina u radnom i praznom hodu, koeficijent iskorišćenja nosivosti, širina i dužina transportnog sredstva, tip podloge i td. sa ciljem definisanja efikasnosti primene transportnih sredstava za datu vrstu tereta i uslove rada.

Uticaj transportnog podsistema na pojavu i veličinu škarta je moguće utvrditi metodom uzorkovanja.

Kontrolni podsistem. – Potencijalno i kontrolni podsistem može biti uzročnik nastanka škarta, mada je to malo verovatno.

Tehnološki podsistem. – Tehnološki podsistem, s obzirom da se u okviru njega vrši neposredna transformacija polaznih predmeta rada u gotove proizvode, ima najveći uticaj na pojavu i veličinu škarta i otpadaka. U zavisnosti od složenosti tehnološkog procesa primeniće se i odgovarajući postupak utvrđivanja kvantitativnog iskorišćenja predmeta rada.

Ukoliko se tadi o istraživanju kvantitativnog iskorišćenja u planskoj preradi drveta neophodno je izvršiti analizu primenjenih osnova rezanja i način sastavljanja plana

rezanja. Često puta ovo može da ima presudan uticaj na kvantitativno iskorišćenje predmeta rada.

Kada se radi o škartu neophodno je definisati njegovu pojavu sa stanovišta svih uzroka, i to:

- organizacioni škart nastaje kao posledica netačnih ili nedovoljno jasnih uputstava (informacija) o radnom postupku, dimenzijama predmeta obrade i td.,
- mašinski škart nastaje kao posledica netačnosti u radu mašine, slabo pripremljenog radnog instrumenta i td. i
- radni škart nastaje kao posledica poveravanja posla radnikau bez kvalifikacije neophodne za dati posao, nemara i td.

Stavljanjem u odnos količine dobijenih proizvoda i utrošenog materijala dobija se kvantitativno iskorišćenje.

Kod složenih tehnoloških procesa (proizvodnja građevinske stolarije, nameštaja i td.) utvrđivanje škarta i otpadaka i kvantitativno iskorišćenje se vrši za svako radno mesto, odelenje, fazu rada i proces. Analiza kvantitativnog iskorišćenja polaznih materijala predviđa analizu:

- šema krojenja,
- nadmera na prvu (detalj), drugu (sastav) i treću obradu (brušenje),
- uzroka nastanka škarta (organizacioni, mašinski, radni),
- popravljivosti nastalog škarta (uslovi, doradni, preradni, nepopravljivi).
- otpatka prema vrsti (tehnički, industrijski, korisni, nepovratni) i
- dopunsku proizvodnju.

Rezultati istraživanja daju se u vidu tabelarnog prikaza, Tab. 2.

Imajući u vidu neophodnost sistematskog prilaza proučavanju korišćenja predmeta rada, neophodno je istražiti i uticaj škarta na ponašanje pojedinih podsistema. To se prvenstveno odnosi na tehnološki sistem.

Do podataka o veličini dela raspoloživog vremenskog kapaciteta namenjenog za osnovnu proizvodnju i škart može se doći ne samo snimanjem pomoću metode TRENUTNIH ZAPAŽANJA. (postupak dat u 2.3) već i putem kombinacije snimanja i proračuna. Kod ovog načina je neophodno znati dve stvari:

- procenat škarta određene vrste materijala u proizvodnom sistemu i
 - postojanje korelacije, ili ne postojanje korelacije, između ostvarene proizvodnje i korišćenja vremenskog kapaciteta smene.
-) Između proizvodnje i korišćenja vremenskog kapaciteta smene postoji korelacija

Postojanje korelacije između ove dve veličine znači da sa porastom korišćenja vremenskog kapaciteta raste proizvodnja, i obrnuto. U tom slučaju procenat škarta predstavlja procenat od operativnog vremena, dobijenog metodom TZ, koji se troši na doradu škarta.

- učešće škarta u proizvodnji – $\bar{s} = 10$ (%),
- učešće operativnog vremena u smeni – $K_{T_0} = 0,7$,
- trajanje smene – $T_s = 480$ (min.).

Apsolutno učešće operativnog vremena iznosi:

$$T_o = T_s \cdot 0,7 = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ (min.)}$$

Vreme koje se troši na doradu škarta (nekoristan rad):

$$T_{NR} = 0,1 \cdot T_o = 0,1 \cdot 336 = 33,6 \text{ (min.)}$$

$$T_{NR} = 0,1 \cdot K_{T_0} \cdot T_s = 0,1 \cdot 0,7 \cdot 480 = 33,6 \text{ (min.)}$$

Deo raspoloživog vremenskog kapaciteta (operativnog vremena) koji se može koristiti za osnovnu proizvodnju (koristan rad) je:

$$T_{KR} = 336 - 33,6 = 302,4 \text{ (min.)}$$

$$T_{KR} = 480 - (0,7 - 0,07) \cdot 480 = 302,4 \text{ (min.)}$$

- a) Između proizvodnje i korišćenja vremenskog kapaciteta smene ne postoji korelacija

Ne postojanje korelacije između ove dve veličine znači da sa porastom korišćenja vremenskog kapaciteta ne raste obavezno i proizvodnja, i obrnuto. U tom sličaju procenat škarta predstavlja iznos za koji se umanjuje procenat operativnog vremena, dobijenog metodom TZ.

- učešće škarta u proizvodnji – $\bar{s} = 10$ (%),
- učešće operativnog vremena u smeni – $K_{T_0} = 0,7$,

– trajanje smene – $T_S = 480$ (min.).

Apsolutno učešće operativnog vremena iznosi:

$$T_O = T_S \cdot 0,7 = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ (min.)}$$

Vreme koje se troši na doradu škarta (nekorisan rad):

$$T_{NR} = 0,1 \cdot T_S = 0,1 \cdot 480 = 48 \text{ (min.)}$$

Deo raspoloživog vremenskog kapaciteta (operativnog vremena) koji se može koristiti za osnovnu proizvodnju (koristan rad) je:

$$T_{KR} = (0,7 - 0,1) \cdot 480 = 288 \text{ (min.)}$$

$$T_{KR} = T_O - T_{NR} = 336 - 48 = 288 \text{ (min)}$$

Da bi izloženi postupak bilo moguće sprovesti neophodno je preuzeti podatak o korišćenju raspoloživog vremenskog kapaciteta smene iz seminarskog rada koji je rađen u zimskom semestru.

Analiza najekonomičnijeg radnog postupka, odnosno postupka koji treba da obezbedi pri datim ograničenjima, veće kvantitativno iskorišćenje polaznih materijala, vrši se istim redosledom, a na osnovu savremenih dostignuća nauke i tehnike. Ukoliko se radi o homogenim materijalima, kao što su razne vrste ploča, neophodno je SIMPLEKS metodom definisati optimalni plan krojenja.

Tab. 2

Rb	RM ODELJ. FAZA	M	D	Q	Dimenzije komada (mm)		Škart (m ³)					Otpadak (m ³)							
							M ^s	Proizvodni				T ^o	I ^o	K ^o	N ^o	Σ			
								N ^s	S ^s	T ^s	Σ								
UKUPNO																			

--	--

M – vrsta materijala, M^s – materijalni škart, T^o – tehnički otpadak,
D – dimenzije, N^s – Nabavni škart, I^o –ndustrijskiotpadak,
Q – Količina, S^s – skladišni škart, K^o – korisni otpadak,
T^s – tehnološki škart, N^o – nepovratni otpada

2.6. TEMA 6: Organizacija izvršenja pripremno–završnih poslova i definisanje optimalne organizacije njihovog izvršenja.

Prema Istočnom (Japanskom) konceptu obezbeđenja fleksibilnosti proizvodnih sistema pripremno–završni poslovi, odnosno njihovo trajanje predstavlja rastur vremena, ali i neophodnost koja omogućava prelaz sa jedne na drugu tehnološku operaciju. U današnjim uslovima pri postojanju vrlo velike konkurencije na domaćem i svetskom tržištu uočava se tendencija sve veće probirljivosti kupaca. Zahtevi idu u smeru široke game proizvoda u malim serijama, uz poštovanje kvaliteta (serija standarda ISO 9000 i dalje), obaranje cena i skraćanja rokova proizvodnje. U takvim uslovima opstanka na tržištu je moguć jedino povećanjem fleksibilnosti proizvodnog sistema.

Može se reći da u pogledu ostvarivanja povećane fleksibilnosti proizvodnog sistema postoje 3 (tri) koncepta. Zapadni koncept fleksibilnosti (Amerika) fleksibilnost ostvaruje, prevashodno, na bazi hardvera, odnosno opreme (CNC mašine i obradni centri, adaptivni automati, roboti, DNC sistemi, fleksibilne linije i fleksibilni proizvodni sistemi). Bitne karakteristike ovog modela fleksibilnosti su: pripremno–završni poslovi, odnosno njihovo trajanje nije rastur vremena već novo stvorena vrednost, brza i česta zamena radnih instrumenata se ostvaruje automatski (metoda OTED – One Touch Exchange of Die – Zamena radnih instrumenata (alata) pritiskom na dugme, nepostojanje jednokomadnog toka i segmentne ili izmešane proizvodnje, primena optimizacionih modela, veliki angažovani kapital, veliki obrt kapitala, visoki troškovi proizvodnje, visoka cena proizvoda, mala profitabilnost. Istočni koncept fleksibilnosti (Japan) ostvaruje fleksibilnost, prevashodno na bazi korišćenja ljudskih resursa i racionalizacije proizvodnje. Bitne karakteristike ovog modela su: pripremno–završni poslovi, odnosno vreme njihovog trajanja tretira se kao rastur vremena, primenjuje se racionalizacija pripremno–završnih poslova, postojanje jednokomadnog toka i segmentne ili izmešane proizvodnje, ne koriste se optimizacioni modeli, mali angažovani kapital, veliki obrt kapitala, niski troškovi proizvodnje, niska cena proizvoda, velika profitabilnost. Švedski model fleksibilnosti je po svojim karakteristikama bliži Istočnom modelu, s tim što se od njega razlikuje po tome što on, kao i Zapadni, koristi optimizacione modele i što je cena proizvoda veća od one kod Istočnog modela, a znatno manja od one kod Zapadnog modela. Potrebno je napomenuti da su ove date osnovne karakteristike modela fleksibilnosti, i da to ne znači da Zapadni model uopšte ne vodi računa o ljudskim resursima i racionalizaciji, kao i da Istočni model fleksibilnost sistema ne ostvaruje i pomoću hardvera. Koji model fleksibilnosti je prihvatljiv za Jugoslaviju? Imajući u vidu da Jugoslavija nema kapital za nabavku hardvera koji bi omogućio razvoj fleksibilnih proizvodnih sistema (Zapadni koncept), ali da raspolaže sa značajnim ljudskim resursima, jasno je da ona mora razvijati koncept fleksibilnosti koji je bliži Švedskom modelu. Pri tome je potrebno voditi računa o dostignutom razvoju, ljudskim resursima i td.

Imajući u vidu česte promene stanja po pojedinim radnim mestima, kao i složenost pripremnosavršnih poslova, nameće se potreba njihove racionalizacije. Koji su problemi u izvršavanju pripremnosavršnih poslova u proizvodnji prisutni može se utvrditi jedino istraživanjem. Pogodna metoda za to je metoda TZ (trenutnih zapažanja).

Kod formulisanja srukture vremena mora se izvršiti detaljno razvrstavanje pripremnosavršnih poslova:

- T_{pp}^{pZ} – prijem i proučavanje dokumentacije,
- T_{pm}^{pZ} – prijem materijala,
- T_{ri}^{pZ} – nameštanje radnih instrumenata i regulisanja režima obrade,
- T_{po}^{pZ} – probna obrada,
- T_{ep}^{pZ} – evidencija izvršenog posla,
- T_{pk}^{pZ} – predaja izvršene proizvodnje,
- T_{sri}^{pZ} – skidanje radnih instrumenata.

Ostali elementi vremena mogu biti:

- T_o – operativno vreme,
- T_p – vreme posluživanja (materijalno i tehničko),
- T_{got} – vreme gubitaka iz organizacionih i tehnoloških razloga
- T_{gr} – vreme gubitaka zbog radnika (opravdani i neopravdani).

Posle sprovedenih istraživanja moguće je utvrditi:

- vrstu pripremnog ili završnog posla, kao i frekvenciju njegovog pojavljivanja,
- pojedinačno i ukupno trajanje svakog pripremnog ili završnog posla.

Ovo je značajno zbog toga što je samo tada, kada su dobijeni podaci o frekvenciji i trajanju pojedinih pripremnosavršnih poslova, moguće izvršiti odvajanje bitnih od nebitnih problema pomoću "ABC" metode (PARETO analiza). Odvajanje bitnog od nebitnog praktično znači da se od mase problema izdvajaju oni koji su glavni nosioci, u ovom slučaju, vremena izvršenja i samim tim oni na koje je neophodno delovati u cilju ostvarivanja ušteda. Izostatak ovakvog pristupa selekcije problema, u najvećem broju slučajeva, dovodi do utroška značajnih resursa za saniranje nekog problema, koji po svojoj suštini, nije dominantan i čije rešavanje daje rezultate minornog značaja.

Na primer, determinišući da je osnovni (dominantni) problem kod izvršenja pripremno–završnih poslova proučavanje dokumentacije akcija mora da ide u dva smera, odnosno utvrditi da li je to posledica:

- nekompletne ili nejasne dokumentacije, kao nosioca informacija neophodnih radniku za kvalitetno izvršavanje pripremno–završnih poslova ili
- nestručnosti radnika, odnosno njegova neosposobljenost za čitanje i razumevanje dokumentacije.

Kada se utvrdi šta je uzrok problema, u ovom slučaju povećanog učešća vremena proučavanja dokumentacije, moguće je preuzeti konkretne korake za saniranje problema.

Ukoliko je osnovni problem kod izvršenja pripremno–završnih poslova dugotrajno vreme nameštanja radnih instrumenata neophodno je analizom utvrditi da li je to posledica:

- vrlo čestih promena radnog instrumenta, ili radnih instrumenata i dobre organizacije izvršenja pripremno–završnih poslova ili
- vrlo čestih promena radnog instrumenta, ili radnih instrumenata i loše organizacije izvršenja pripremno–završnih poslova.

Sigurno, najveći problem su česte izmene i loša organizacija izvršenja pripremno–završnih poslova. U tom slučaju akcija mora ići u 2 (dva) smera:

- omasovljenu proizvodnju, odnosno grupnom oblikovanju tokova materijala (izvođenje procesa na predmetno–tehnoškoj osnovi). Na taj način moguće je povećati veličinu serije i samim tim smanjiti učešće vremena izvršenja pripremno–završnih poslova po jednom komadu i
- racionalizaciji izvršenja pripremno–završnih poslova SMED metodom. U prethodnim izlaganjima je navedeno da ova metoda podrazumeva 8 (osam) koraka koji omogućavaju svodenje pripremno–završnog vremena na jednocifren broj minuta. Dovodeći vreme izvršenja pripremno–završnih poslova na nekoliko minuta je izvanredno značajno kako za povećanje fleksibilnosti proizvodnje, tako i za snižavanje troškova proizvodnje. Na primer, proizvodna linija za završnu mašinsku obradu pločastih elemenata, kao osnovni podsistem mašina u proizvodnji pločastih proizvoda, u svom sastavu može imati 5 (pet) ili 7 (sedam) mašina:
 - dvostrani formatizer za dimenzionisanje širine,
 - mašina za furniranje dužih ivica i obradu furnira,
 - dvostrani formatizer za dimenzionisanje dužine,
 - mašina za furniranje kraćih ivica i obradu furnira,

- viševretna bušilica,
- široko–tračna bušilica (donja) i
- široko–tračna brusilica (gornja).

Takt proizvodne linije, u najvećem broju slučajeva, kreće se oko 10 (deset) sekundi. Za seriju veličine $Q = 100$ (kom.) i rad 7 (sedam) mašina, tehnološki ciklus je – $T_{ct} = 1060$ (sec.). Proizvodni ciklus, uz uzimanje u obzir svih ostalih elemenata vremena, bi iznosio oko 50 (min.). Međutim, ovom vremenu bi trebalo dodati i vreme izvršenja pripremno–završnih poslova koji kod viševretene bušilice, kao mašine sa najsloženijim pripremno–završnim poslovima, iznosi od 2–4 (sata), prosečno 3 (sata). To praktično znači da bi uz zadržavanje postojećeg postupka izvršenja pripremno–završnih poslova dnevno bilo moguće uraditi samo dve serije od po 100 (kom.). Sa aspekta proizvodnog kapaciteta proizvodne linije to je ispod 10 (%). Na osnovu ovoga proizilazi i nedvosmislen zaključak zašto je neophodno pristupiti racionalizaciji izvršenja pripremno–završnih poslova SMED metodom.

Razlozi koji uslovljavaju ovako visoko učešće vremena pripremno–završnih poslova u proizvodnim sistemima mogu se svrstati u dve grupe:

- izostatak racionalizacije izvršenja pripremno–završnih poslova i
- izvršenje svih pripremno–završnih poslova za vreme stajanja mašine.

Da bi se svatila suština SMED metode na primeru viševretene bušilice biće, u kratkim crtama izložena njena primena.

Prvo što je neophodno uraditi je napraviti spisak svih pripremno–završnih poslova koje je potrebno obaviti. Nakon toga se definišu oni koji se izvršavaju za vreme rada mašine, i oni koji se izvršavaju za vreme stajanja mašine (KORAK 1). U svim dosadašnjim analizama izvršenja pripremno–završnih poslova svi poslovi su se izvršavali za vreme stajanja mašine. Da li to tako mora biti?. Ne mora. Postavlja se pitanje zašto radnik po završetku jednog posla mora da počne sa proučavanjem dokumentacije za naredni posao, obezbeđenjem radnim instrumentima i materijalom. Znači, to su poslovi koji se mogu bez ikakvih problema pretvoriti u poslove koji se izvršavaju za vreme rada mašine (KORAK 2). Može se reći da najveći deo pripremno–završnog vremena odnosi nameštanje radnih instrumenata (burgija) u nosače (glave). Da li se taj posao mora izvršavati za vreme stajanja mašine. Ne mora, tačnije rečeno ne mora ceo. Ovaj posao se može podeliti na dva:

- nameštanje burgija u glavu (P_1) i
- nameštanje glave na odgovarajuće elektromotore (P_2).

Nameštanje burgija u glavu (P_1) može se izvršiti za vreme rada mašine na prethodnoj seriji. Jasno u tom slučaju mora se imati određeni, povećani broj nosača burgija, što ne predstavlja neki veliki trošak. Razmišljajući i radeći na ovaj način, obezbeđeno je u istom trenutku:

- pretvaranje poslova koji se izvršavaju za vreme stajanja mašine u poslove koji se izvršavaju za vreme rada mašine (KORAK 2),
- korišćenje prethodno podešenih stega (KORAK 5),
- paralelne operacije (KORAK 6). Naime, u cilju obezbeđenja nadzora nad izvršenjem radnog procesa pomoćni radnik se može angažovati za to, čime je obezbeđeno angažovanje osnovnog radnika na pripremanju nosača radnih instrumenata za naredni posao.

Nameštanje glave na odgovarajuće elektromotore (P_2) je posao koji se, u svakom slučaju, mora izvršiti za vreme stajanja mašine.

Kod postojećeg postupka izvršenja pripremno–završnih poslova, zauzimanje željenog položaja nosača radnih instrumenata (podešavanje) je takođe dugotrajan posao. Nakon svakog novog položaja neophodno je izvršiti probnu obradu kako bi se proverio položaj otvora. Pomoću graničnika koji definišu položaj nosača radnih instrumenata može se u potpunosti eliminisati podešavanje (KORAK 7).

Da bi čitav postupak racionalizacije izvršenja pripremno–završnih poslova SMED metodom imao smisla neophodno je izvršiti obučavanje osnovnih radnika za njihovo izvršavanje. Taj posao je moguće, što je najbolje, poveriti tzv. organizacionim radnicima (podešivačima). Za vreme njihovog rada osnovni radnici se mogu angažovati na nekim drugim poslovima.

Treba imati u vidu da je u realnim uslovima proizvodnje racionalizacija izvršenja pripremno–završnih poslova kod viševretene bušilice, ali i drugih mašina, neuporedivo složenija. Ta složenost proizilazi iz činjenice da se moraju obuhvatiti i poslovi koji ovde, zbog ograničenog prostora, nisu ni pomenuti.

2.7. TEMA 7: Organizacija izvršenja tehnološkog procesa i definisanje optimalne organizacije njegovog izvršenja.

Izvođenje proizvodnih procesa moguće je organizovati na:

- a) predmetnoj osnovi,
- b) predmetno-tehnološkoj osnovi i
- c) tehnološkoj osnovi.

Koristeći savremenu terminologiju oblikovanje proizvodnih procesa (izvođenje proizvodnih procesa) moguće je organizovati kao:

- a) pojedinačno,
- b) grupno i
- c) tehnološko

Kod **pojedinačnog oblikovanja** tokova (predmetnog izvođenja proizvodnih procesa) tehnološki i proizvodni proces se razrađuje pojedinačno za svaki proizvod iz plana proizvodnje, a pojedinačno se organizuje i njihova izrada. To znači da u procesu planiranja i izrade svaki proizvod je nezavisan.

Kod **grupnog oblikovanja** tokova (predmetno – tehnološkog izvođenja proizvodnih procesa) ideja je da se iz svih proizvoda plana izdvoje detalji u grupe detalja, pri čemu će detalji jedne grupe imati isto obeležje. Kriterijum razvrstavanja detalja u grupe može biti dvojak:

- 1) Istovetnost tehnološkog postupka izrade (tipska tehnologija) i
- 2) Istovetnost korišćenja obradnih centara (grupna tehnologija).

Tipska tehnologija tj. istovetnost tehnološkog postupka podrazumeva da svi detalji jedne grupe imaju isti tehnološki postupak (redosled tehnoloških operacija), pri čemu kod nekih detalja neke tehnološke operacije mogu i da izostanu. Tehnološki postupak većine detalja kod izrade pločastih proizvoda je istovetan (krojenje, dimenzionisanje širine, furniranje i obrada dužih ivica, dimenzionisanje dužine, furniranje i obrada kraćih ivica, bušenje, brušenje–odozdo, brušenje–odozgo), ili se razlikuje po izostanku nekih tehnoloških operacija (npr. furniranje i obrada dužih ivica, bušenje i sl.).

Grupna tehnologija tj. istovetnost korišćenja obradnih centara podrazumeva da će se svi detalji jedne grupe obrađivati na istovrsnim obradnim centrima. Moguće je i pravljenje podgrupa po pojedinim obradnim centrima i to na osnovu mogućnosti izrade većeg broja razli-

čitih detalja sa istom podešenošću mašine (istim pripremno–završnim poslovima). Svrha pravljenja podgrupa detalja leži u činjenici da se kroz omasovljavanje proizvodnje smanjuje utrošak pripremno–završnog vremena po komadu i tako povećava fleksibilnost proizvodnog sistema. Na primer, u proizvodnji pločastih proizvoda moguće je u jednu klasu svrstati sve detalje koji će se obrađivati na proizvodnoj liniji za završnu mašinsku obradu pločastih elemenata koja ima strukturu:

- dvolisni formatizer za dimenzionisanje širine,
- mašina za furniranje i obradu dužih ivica,
- dvolisni formatizer za dimenzionisanje dužine,
- mašina za furniranje i obradu kraćih ivica,
- višestрана буšиліца,
- широко–трачна брусіліца (donja) i
- широко–трачна брусіліца (gornja).

Prva grupa detalja obuhvatala bi sve one detalje koji imaju u svom tehnološkom postupku sve tehnološke operacije proizvodne linije.

Druga grupa detalja obuhvatala bi sve one detalje koji imaju u svom tehnološkom postupku sve operacije proizvodne linije izuzev npr. tehnoloških operacija furniranje i obrada kraćih ivica.

Treća grupa detalja obuhvatala bi sve one detalje koji imaju u svom tehnološkom postupku sve operacije proizvodne linije izuzev npr. tehnološke operacije bušenje.

Četvrta grupa detalja obuhvatala bi sve one detalje koji imaju u svom tehnološkom postupku

Peta grupa detalja obuhvatala bi sve one detalje koji imaju u svom tehnološkom postupku

Sledeća etapa bi bila pravljenje podgrupa detalja unutar pojedinih grupa koji će se obrađivati sa istom podešenošću obradnih centara.

Prva grupa bi se npr. podelila u 4 (četiri) podgrupe detalja koji će se obrađivati sa istom podešenošću obradenih centara proizvodne linije.

Kod **tehnološkog oblikovanja** tokova (izvođenje procesa na tehnološkoj osnovi) izvršena je detaljna razrada tehnoloških procesa svih proizvoda i izbor odgovarajuće opreme

(obradnih centara) još u fazi projektovanja proizvodnog sistema, koja je u prostoru razmeštena prema redosledu izvršenja tehnoloških operacija. To znači da kod tehnološkog oblikovanja tokova nema povratnih tokova. Na ovaj način organizovana je pilanska prerada drveta, proizvodnja furnira i furnirskih ploča, proizvodnja iverastih i vlaknastih ploča i td.

Način oblikovanja tokova materijala predstavlja jedan od atributa (obeležja) sistema proizvodnje (pojedinačna, serijska, masovna). Imajući u vidu činjenicu da je preovladavajući sistem proizvodnje u proizvodnji nameštaja srednje–serijska proizvodnja i da je kod nje tipično grupno oblikovanje tokova, odnosno grupna tehnologija nameće se potreba utvrđivanja stepena poklapanja propisane tehnologije i stvarno primenjene. Ovo je veoma važno s obzirom da svako odstupanje od propisane tehnologije uslovljava debalans potrebnih i raspoloživih kapaciteta po pojedinim radnim mestima, produžetak trajanja proizvodnih ciklusa, povećanje troškova proizvodnje i td.

Uvođenje stvarno primenjene tehnologije moguće je sprovesti na dva načina:

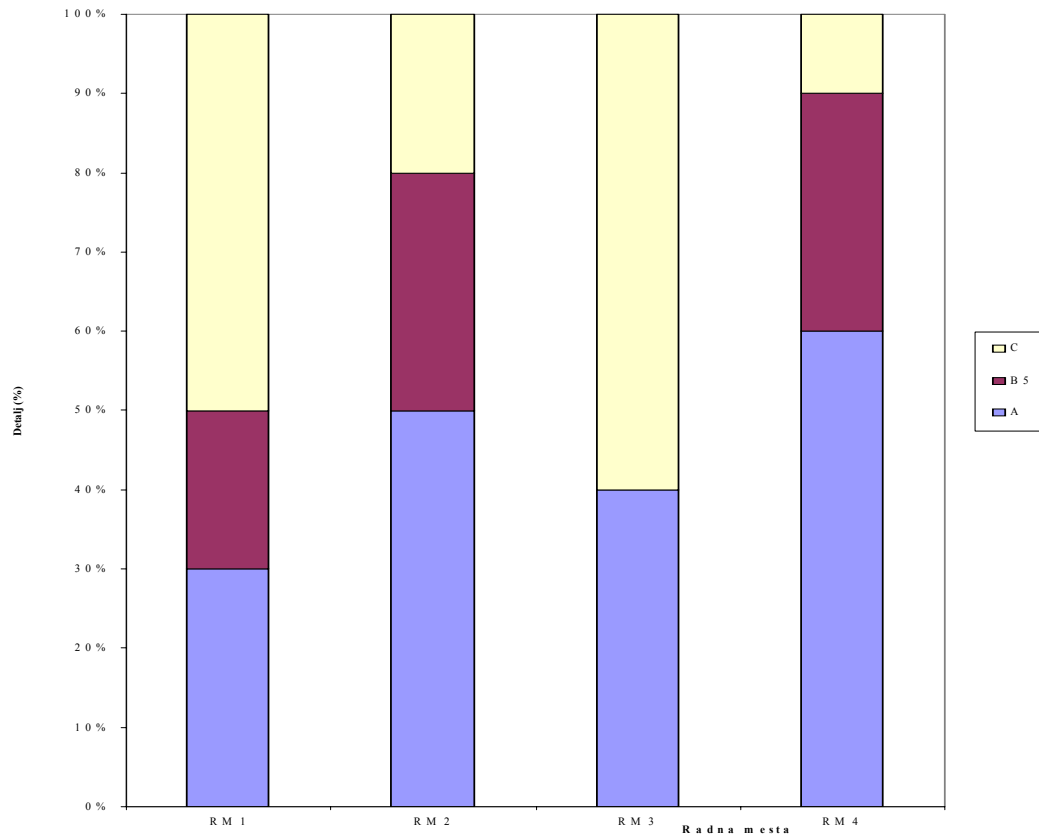
- totalnim snimkom koji bi dao podatke za svaki pojedini proizvod plana proizvodnje i
- metodom uzrokovanja pomoću METODE TRENUTNIH ZAPAŽANJA (MTZ).

Totalni snimak je u svakom slučaju bolji s obzirom da daje podatak o primenjenoj tehnologiji za svaki pojedini proizvod. Najveći njegov nedostatak nalazi se u činjenici da bi jedno takvo snimanje tražilo enormno mnogo vremena i resursa (vremena, ljudi, novca). To je osnovni razlog zbog koga se kod ovih istraživanja primenjuje metoda uzrokovanja pomoću Metode TZ.

Kod ovih istraživanja ne utvrđuje se vreme rada i vreme nerada. Takođe, ne utvrđuje se ni da li je nešto dobro ili loše. Kod ovih istraživanja utvrđuje se da li se neki detalj obrađuje ili ne obrađuje po pojedinim obradnim centrima. Nakon sprovedenih istraživanja radi se histogramski prikaz, Sl. 1, i vrši analiza stepena odstupanja stvarne tehnologije od propisane.

Na primer, istraživanja su pokazala da se detalj B₅ obrađuje na obradnim centrima RM₁, RM₂, RM₃ i RM₄. Analiza propisanog tehnološkog postupka detalja B₅ pokazala je da u njemu obradni centar RM₃ nije zastupljen. Postavlja se pitanje. "Zbog čega je došlo do izmene tehnologije?". Jasno, na to pitanje i sva ostala mora se dati odgovor.

ANALIZA TEHNOLOŠKOG PROCESA



II L I T E R A T U R A

- 1) Lazar VUJIČIĆ, Organizacija proizvodnje u preduzećima za preradu drveta, NAUČNA KNJIGA, Beograd 1955.
- 2) Lazar VUJIČIĆ, Organizacija proizvodnje u preduzećima za preradu drveta – knjiga III, ŠUMARSKI FAKULTET, Beograd 1979.
- 3) Lazar VUJIČIĆ, Iskorišćavanje radnog vremena u drвноj industriji Jugoslavije, ŠUMARSKI FAKULTET; Beograd 1970.
- 4) Lazar VUJIČIĆ, Organizacija proizvodnje – deo II, Naučna organizacija rada u preradi drveta, ŠUMARSKI FAKULTET, Beograd 1982.
- 5) Milan R. VUKIĆEVIĆ, Organizacija proizvodnje – Praktikum za proučavanje vremena i pokreta u preradi drveta, ŠUMARSKI FAKULTET, Beograd 1992. (ili reprint 1995.)
- 6) Milan R. VUKIĆEVIĆ, Organizacija proizvodnje – Praktikum za postavljanje i utvrđivanje efikasnosti proizvodnje u preradi drveta, SAVAZ INŽINJERA I TEHNIČARA ŠUMARSTVA I INDUSTRIJE ZA PRERADU DRVETA REPUBLIKE SRBIJE, Beograd 1994.
- 7) Milan R. VUKIĆEVIĆ, Operaciona istraživanja u preradi drveta, UNIVERZITET U BEOGRADU – Šumarski fakultet, Beograd 1997.
- 8) Milić M. RADOVIĆ, Organizacija procesa proizvodnje, PRIVREDNO FINANSIJSKI VODIČ, Beograd 1980.
- 9) Drago TABORŠAK, Čedo BUCHBERGER, Studija rada, NOVINSKO IZDAVAČKO I ŠTAMPARSKO PREDUZEĆE, Varaždin.