



# PROIZVODNI SISTEMI

Rekapitulacija gradiva



# IZRAČUNAVANJE POKAZATELJA NAČINA RADA

(Iskorišćenosti kapaciteta, stepena otvorenosti radnih mesta  
i nivoa organizovanosti)

# Izračunavanje pokazatelja načina rada

Zbirka: oblast 3.3. strana 155.

Ispitni zadatak 5.1. iz zbirke

- Šema otvorenog/zatvorenog/stabilizovanog radnog mesta
- Kod zadatka prvo treba da prepoznamo gubitke G1, G2 i G3
- Kod otvorenog RM obratite pažnju na spoljašnje činioce, jer oni ulaze u ukupno raspoloživo vreme
  
- Ovo je oblast iz koje dolazi zadatak na I kolokvijumu
- Može da se traži da se izračuna:
  - Neki od pokazatelja (stepen korišćenja kapaciteta, stepen otvorenosti, zauzetost radnika, nivo organizovanosti), ako su dati gubici
  - Broj zabeležaka/broj obilazaka ako je data određena tačnost
  - Tačnost pokazatelja (stepena korišćenja kapaciteta ili nivoa organizovanosti)

# Zadatak za 5 poena

## Zadatak 1

Diplomirani inženjer FON-a dobio je zadatak da izvrši analizu korišćenja resursa jednog organizacionog sistema. Snimanje je vršeno 30 radnih dana sa istom šemom obilazaka i istim brojem obilazaka organizacionog sistema. Rezultati snimanja sređeni su u sledećoj tabeli:

**Pr G2 G1**

Organizacione celine				RAD		NERAD		
R. br.	Naziv	Radno mesto	Mašine	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	S.Č.
1	OC <sub>1</sub>	RM <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	300	50	40	60	50
			M <sub>2</sub>	280	30	80	70	60
		RM <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	210	40	65	75	20
2	OC <sub>2</sub>	RM <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	310	55	45	60	25
		RM <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	290	65	50	70	30
		RM <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	210	60	55	65	35

$$BO_{OC2} = \frac{N}{3}$$

R<sub>1</sub> - Direktan i produktivan rad

R<sub>2</sub> - Rad koji je posledica loše organizacije

M<sub>1</sub> - Prekidu u radu zbog nedostatka materijala, alata, dokumentacije, posla, ..., radnik nije na radnom mestu.

M<sub>2</sub> - Kvar mašine.

SČ - Spoljni činioci

Izračunati:

a) Broj obilazaka organizacionog sistema koje je snimač svakog dana morao da izvrši.

$$BO = \frac{2855}{6 * 30}$$

b) Stepen otvorenosti radnog mesta RM<sub>1</sub>.

c) Stepem korišćenja kapaciteta organizacione celine OC<sub>2</sub> i organizacionog sistema u celini.

d) Broj izgubljenih sati mašine M<sub>2</sub> zbog kvara, za interval od 200 radnih dana, ako se radi u 2 smene po 8 sati.

e) Potreban broj obilazaka celog organizacionog sistema pa da tačnost  $\eta_k$  za OC<sub>2</sub> bude 95%.

## ZADATAK 5.1

Inženjer odgovoran za sagledavanje unutrašnjih rezervi treba da, pored ostalog, utvrdi nivo organizovanosti proizvodnje jednog manjeg preduzeća P, koje se sastoji od tri odeljenja O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> i O<sub>3</sub>. Snimanjem postojećeg stanja dobijeni su sledeći podaci:

Tabela 5. 1

Smena	I					II				
	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>
Odeljenje	RM <sub>1</sub>	RM <sub>2</sub>	RM <sub>3</sub>		RM <sub>4</sub>	RM <sub>1</sub>	RM <sub>2</sub>	RM <sub>3</sub>		RM <sub>4</sub>
Radno mesto	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>
Mašina	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>
Rad radnika koji je posledica loše organizacije	98	P	72	84	88	101	P	81	99	75
Rad na popravkama loših proizvod	31	24	I	41	46	24	32	I	42	38
Prekidi u radu zbog loše organizacije	57	69	85	P	96	53	61	78	P	77
Neostvareni učinak zbog loše organizacije	34	47	23	35	I	32	17	21	39	I

G3

Produktivan rad 380 390 370 ... 390 420 ...

**Napomena:** Za svaku mašinu napravljeno je 600 zabeležaka po smeni. U polja sa slovom "P" treba upisati broj slova prezimena kandidata pomnožen sa 10, dok u polja sa slovom "I" treba upisati broj slova imena kandidata, takođe, pomnožen sa 10. Preostale zabeleške se odnose na direktan rad.

- Izračunati i tabelarno prikazati stepen korišćenja kapaciteta, zauzetost radnika, stepen otvorenosti radnog mesta, nivo organizovanosti i tačnost tog pokazatelja za sva odeljenja i pogon u celini za (I+II) smenu zajedno;
- Izračunati stepen otvorenosti mašine četiri za (I+II) smenu i vremenske gubitke odeljenja dva u [%] koji se odnose na rad koji je posledica loše organizacije;
- Izračunati koliko sati ostvarenog rada, koji je posledica loše organizacije, ima odeljenje dva godišnje, ako se radi u 2 smene po 8 sati, a u godini ima 260 radna dana. Odrediti potreban broj zabeleški pa da tačnost nivoa organizovanosti pogona P<sub>1</sub>, (I+II) smena, ne bude manja od 98%.

$$\eta_k = \frac{\text{dir.rad} + G3}{\text{ukupno}} * 100 [\%]$$

Sabirate direktan rad za I+II i G3 za I+II smenu

Delite samo sa brojem zabeležaka tog odeljenja, ali u obe smene!

## ZADATAK 5.1

Inženjer odgovoran za sagledavanje unutrašnjih rezervi treba da, pored ostalog, utvrdi nivo organizovanosti proizvodnje jednog manjeg preduzeća P, koje se sastoji od tri odeljenja O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> i O<sub>3</sub>. Snimanjem postojećeg stanja dobijeni su sledeći podaci:

Tabela 5. 1

Smena	I					II				
	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>
Odeljenje	RM <sub>1</sub>	RM <sub>2</sub>	RM <sub>3</sub>		RM <sub>4</sub>	RM <sub>1</sub>	RM <sub>2</sub>	RM <sub>3</sub>		RM <sub>4</sub>
Radno mesto	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>
Mašina	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>
Rad radnika koji je posledica loše organizacije	98	P	72	84	88	101	P	81	99	75
Rad na popravkama loših proizvod	31	24	I	41	46	24	32	I	42	38
Prekidi u radu zbog loše organizacije	57	69	85	P	96	53	61	78	P	77
Neostvareni učinak zbog loše organizacije	34	47	23	35	I	32	17	21	39	I
Produktivan rad	380	390	370	...	...	390	420	...	...	...

G3

$$\eta_k = \frac{\text{dir.rad} + G3}{\text{ukupno}} * 100 [\%]$$

Sabirate direktan rad za I+II i G3 za I+II smenu

Delite samo sa brojem zabeležaka tog odeljenja, ali u obe smene!

Stepen korišćenja kapaciteta za prvu organizacionu celinu:

$$\eta_{kOC1} = \frac{(340 + 390 + 390 + 420) + (34 + 47 + 32 + 17)}{2400} * 100 = 71.25 [\%]$$



# SELEKCIJA PROGRAMA PROIZVODNJE / USLUGA

ABC metod

# Pareto (ABC) metod

## Zbirka: oblast 1.1. strana 3.

- Na ispitu ćete dobiti najviše 10 proizvoda/usluga
- Treba da odredite grupe prema pravilima:

Broj proizvoda u grupi A najmanji, broj proizvoda u grupi C najveći

$$N(A) < N(B) < N(C)$$

Učešće u kriterijumu je najveće za grupu A dok je u grupi C najmanje

$$f(A) > f(B) > f(C)$$

- Za grupu A će uvek biti data granica, a za B i C pratite pravila
- Vodite računa o kriterijumima: obim proizvodnje, poslovni prinos ili ukupan poslovni prinos (pozitivan poslovni prinos)
- Grafički prikaz može biti: pojedinačni (ABC) i kumulativni (stubići)
- Jedan od zahteva će biti da odredite plan proizvodnje povećavanjem obima proizvoda iz grupe A
- Često dolazi u kombinaciji sa drugim oblastima (linijski i grupni raspored)





# ODREĐIVANJE ODGOVARAJUĆEG NAČINA PROIZVODNJE PROIZVODA IZ OPTIMALNOG PLANA

Određivanje veličine i broja serija

# Određivanje veličine i broja serija

Zbirka: oblast 1.2. strana 23.

- Radili smo izvođenje formula za optimalno  $q$ ,  $n$ ,  $t$  i  $\min TR$  (na pismenom primenjujete formule, a za kolokvijume treba da znate izvođenje)

- Postoje 2 načina za dobijanje rešenja:

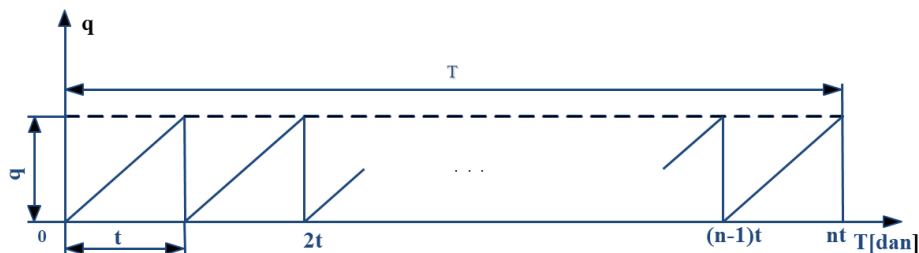
– Ako su podaci za proizvod dati u tekstu, onda primenjujete formule  $q_o = \sqrt{2 \cdot \frac{Q}{T} \cdot \frac{trp}{trs}} \left[ \frac{\text{kom}}{\text{ser}} \right]$

– Ako su troškovi  $TR$  dati preko funkcije, onda  $q$  ili  $n$  tražite preko izvoda  $TR(n) = n^2 - 20n + 86000 [n.j.]$

- Ako je data funkcija troškova  $TR(n)$ , onda minimalne troškove ne računate po formuli, već  $n$  ubacite u datu funkciju

$$TR_{\min} = TR(n_o = 10) = 10^2 - 20 \cdot 10 + 86000 = 85900 [n.j.]$$

- Za prikazivanje serijske proizvodnje uvek koristimo grafik u obliku testere:





# IZBOR ODGOVARAJUĆE VRSTE SREDSTAVA ZA RAD

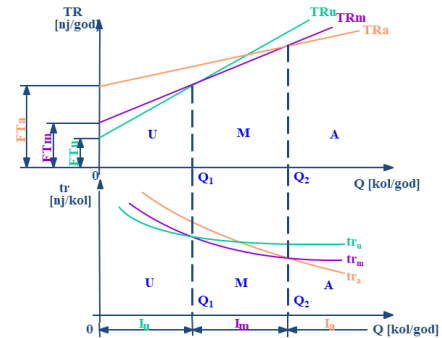
Univerzalna, mehanizovana i automatizovana  
sredstva za rad

# Sredstva za rad

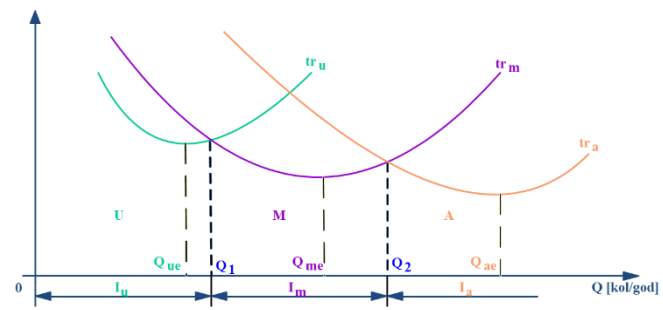
Zbirka: oblast 4.2 strana 190.

- 3 vrste sredstva za rad: univerzalna, mehanizovana i automatizovana
- Grafički prikaz linearne zavisnosti ukupnih i prosečnih troškova od Q i vrste SZR
- Određivali smo granice intervala:

$$\begin{aligned}
 TR_u &= TR_m && TR_m &= TR_a \\
 \text{ili} &&& \text{ili} & \\
 tr_u &= tr_m && tr_m &= tr_a \\
 &\Rightarrow Q_1 && &\Rightarrow Q_2
 \end{aligned}$$



- Za grafički prikaz je uvek potrebno da napravite tabelu sa vrednostima
- Međutim, kada imamo nelinearnu zavisnost sve se radi preko jediničnih troškova  $tr = \frac{TR}{Q}$
- Obično se traži kao dodatni zahtev da se izračunaju obimi proizvodnje na pragu ekonomičnosti – tada tražimo Q preko prvog i drugog izvoda





# ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA SREDSTAVA ZA RAD, RADNIKA, I RADNIH MESTA

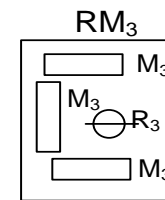
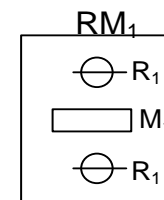
Kapaciteti

# Kapaciteti

Zbirka: oblast 1.4. strana 45.

Ispitni zadaci 5.7, 5.9. i 5.10.

- Pređite ponovo prezentacije sa vežbi i predavanja zbog teorije
- Računali smo potreban kapacitet  $Kp_i$ , raspoloživi kapacitet  $Kr_i$  i broj mašina/radnika  $Br_i$
- Najčešće na ispitu dolaze različita komadna vremena za mašine i radnike  $tk_{ij}$ , što znači da se posebno računaju potreban kapacitet za mašine i za radnike
- Takođe, vodite računa o jedinicama, ukoliko je  $tk_{ij}$  dato u minutima, treba ga pretvoriti u časove (podeli se sa 60), jer je jedinica za kapacitet čas/god
- Ukoliko za neki proizvod nije dato komadno vreme, to znači da se taj proizvod ne obrađuje na mašini, pa umesto toga za tu obradu pišemo **0**
- Vodite računa o INRsti – na primer kada je radnik prebacio za 10% množimo sa 0.9 jer smanjujemo vreme, jer se radilo više nego što je bilo potrebno
- Može da se traži da šematski prikazete radno mesto:





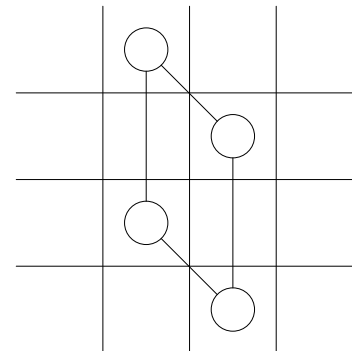
# ODREĐIVANJE GRUPNOG RASPOREDA RADNIH MESTA

Metod karika

# Grupni raspored radnih mesta

Zbirka: oblast 1.5. strana 53.

- Često dolazi u kombinaciji sa drugim oblastima, npr. Paretom (potrebno je odrediti grupni raspored RM samo proizvoda iz grupe A) ili kapacitetima (zadaci 5.5. i 5.10.)
- Postupak:
  1. sastaviti tabelu karika
  2. sastaviti zbirnu tabelu karika
  3. utvrditi redosled raspoređivanja radnih mesta
  4. rasporediti radna mesta
- Svaki korak se boduje
- Uvek crtate šemu istih dimenzija 3x3
- Vodite računa o dužini putanja, tj. izbegavajte dugačke putanje
- Izbegavajte ukrštanje putanja između RM
- Postoji više tačnih rešenja







# ODREĐIVANJE OPTIMALNOG LINIJSKOG I KOMBINOVANOG RASPOREDA RADNIH MESTA

Metod uslovnih nizova

# Linijski raspored radnih mesta

Zbirka: oblast 1.6. strana 66.

- Potrebno je da se izračunaju modifikovane frekvencije za date pozicije

$$F_{ik} = f_{ik} + 2 \sum_{j=1}^p (k - j) f_{ij}$$

- Kada radite zadatak na pismenom važno je da objasnite svaki korak, odnosno napišete koje radno mesto ste rasporedili na koju poziciju
- Ovaj zadatak dolazi sa zahtevom da se šematski prikaže linija rasporeda RM sa putanjama proizvoda + da se izračuna vrednost funkcije cilja ( $\min L_o$ )
- I grupni i linijski raspored nadovezati na prethodne oblasti – oblasti 1.1. Pareto i 1.4. Kapaciteti
- Na kolokvijumu dolazi zadatak iz ove oblasti (Primer: ako je data tabela frekvencija odrediti koje radno mesto treba da se rasporedi na treću poziciju  $k=3 - F_{i3}$ )



# ODREĐIVANJE REDOSLEDA POSLOVA

Džonsonov metod

# Određivanje redosleda poslova

Zbirka: oblast 4.1. strana 177.

Ispitni zadaci 5.4, 5.8. i 5.11.

- Džonson radi samo sa vremenskim podacima, pa na pismenom najčeće dolaze podaci koje treba da sredite
- Potrebno je da proverite da li su ispunjeni uslovi – na pismenom će makar jedan uslov biti ispunjen i uvek ćete moći da uradite zadatak
- Kada poredite minimalna vremena i raspoređujete poslove, treba svaki korak da objasnite rečima
- Ukoliko u zadatku dobijete 2 optimalna rešenja, birate samo 1 i ostatak zadatka radite sa njim
- Zahtevi koji dolaze u obzir jesu:
  - da se odredi optimalni redosled proizvodnje delova pomoću Džonsona
  - da se izračuna najkraće vreme završetka  $\min T$  i zastoji pogona P2 preko formule za zastoj ili tabelarno
  - grafički prikaz vremena i zastoja
  - odgovori na dodatna pitanja
- Zadatak iz ove oblasti dolazi na II kolokvijumu (Primer: izračunati koliki su zastoji pogona 2 preko formule ili tabelarno + grafički prikazati)

# Polaganje kolokvijuma i ispita

- Termini polaganja kolokvijuma i ispita su određeni rasporedom koji će biti okačen na zvaničnom sajtu fakulteta
- Za polaganje ispita u ispitnom roku i upis ocene je neophodno da prijavite ispit na e-studentu
- Na našem sajtu [imi.fon.bg.ac.rs](http://imi.fon.bg.ac.rs) ćemo pred svaki termin polaganja okačiti raspored studenata po salama (ukoliko vas nema na spisku pišite mejl)
- Na sajtu ćemo kačiti rezultate kolokvijuma i ispita
- Termini uvida u rezultate će takođe biti naznačeni na sajtu

# Pismeni ispit

- Pismeni deo obuhvata 2 zadatka
- Radi se 2h i 15min
- Potrebno je 56 poena da se položi pismeni deo
- Na pismeni prvi put možete da izađete u junskom roku
- **Dozvoljena je literatura: knjiga i zbirka, digitron**
- Za polaganje pismenog u ispitnom roku treba da prijavite ispit preko e-studenta
- Potrebno je da dođete 15 minuta pre termina polaganja i ponesete indeks
- Rezultate pismenog ispita kačimo na sajt predmeta, a na rezultatima će biti samo studenti koji su položili pismeni
- Radite postupno i pišite jedinice!
- Za pismeni spremate sve oblasti koje smo radili na vežbama i ispitne zadatke -> oblast 5 u zbirci (199.strana) + sredstva za rad

# Način polaganja

Pismeni deo (dozvoljena literatura) – 50 poena

- 2 zadatka
- položeni pismeni ispit važi školsku godinu

Teorijski deo (bez literature) – 50 poena

- 10 pitanja – pismeno
- Ili 2 kolokvijuma po 5 pitanja (kolokvijumi nisu uslovljeni)

Završni deo ispita

- obavezno prisustvo
- zaključivanje ocena i upis ocene

Skala ocena:

<b>poeni</b>	<b>ocena</b>
0-55	5
56-65	6
66-75	7
76-85	8
86-95	9
96-100	10

# Dodatne aktivnosti

## Aktivnost na nastavi:

- učešće na vežbama
- do 5 poena na ukupan broj bodova

## Zadatak na vežbama:

- do 5 poena na konačan zbir bodova

## Kreativna radionica:

- 2 radionice po 20 poena (dodaju se na 1. i 2. kolokvijum)

## Test sa predavanja:

- do 10 poena (dodaje se na 2. kolokvijum)



# Zadaci za kolokvijum (teorijski deo)

Oblasti iz kojih dolaze zadaci za:

- I kolokvijum:
  - izračunavanje pokazatelja načina rada
- II kolokvijum:
  - određivanje linijskog rasporeda radnih mesta
  - određivanje redosleda poslova



# PITANJA?

Srećno na ispitima!