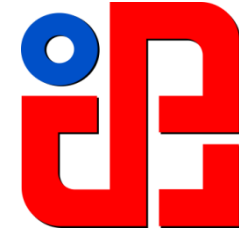




FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
Departman za proizvodno mašinstvo



OPTIMIZACIJA I LOGISTIKA PROIZVODNJE

VEŽBA 9: Proračun proizvodnih resursa i postavka podloga za razvoj proizvodnog sistema

Prof. dr Dejan Lukić
MSc Dejan Božić

UVOD

Proizvodnja predstavlja osnovno područje ljudske delatnosti i uslovljena je postojanjem skupa elemenata (proizvoda-predmeta rada, resursa-sredstava rada i učesnika u procesu rada), relacija između njih koje su uslovljene projektovanim tehnološkim procesima i proizvodnim sistemom.

Transformacija početnih resursa-priprema u proizvode se vrši dejstvom sredstava rada (mašina, alata, pribora) na predmete rada (materijale) na osnovu projektovanih tehnoloških/proizvodnih procesa (informacija), čime se u procesu rada proizvodnih sistema uspostavljaju tri osnovna toka:

- tok materijala
- tok energije
- tok informacija

Postoje dva granična prilaza za projektovanje struktura proizvodnih sistema u okviru čega se određuju proizvodno-tehnološki resursi:

- Pojedinačni prilaz (ovde će se posmatrati)
- Grupni prilaz

Pojedinačni prilaz

Ima za osnovu projektovanje tehnoloških procesa za sve delove u programu proizvodnje, što uslovljava n pojedinačnih tokova materijala u sistemu, pojedinačno upravljanje tokovima u sistemu. Postoje značajne prednosti grupnog prilaza u odnosu na pojedinačni prilaz. Kod pojedinačnog prilaza u projektovanju struktura proizvodnog sistema gde je proizvodnog program sa širom strukturom (većim brojem delova u programu proizvodnje) i malim količinama koristi se postupak svođenja programa proizvodnje na ***proizvode-predstavnike*** što čini pojedinačni prilaz zastupljenim u inženjerskoj praksi.

Osnovne veličine za oblikovanje tokova materijala (za projektovanje tehnoloških sistema/fabrika)

- Q_i (q_j) – količine pojedinih proizvoda u programu proizvodnje
- Σt_{ki} (Σt_{ii}) – stepen tehnološke složenosti proizvoda (zbir vremena trajanja operacija; t_k (t_{ii}) – vreme trajanja operacije-vreme po komadu
- Ke – efektivni vremenski kapacitet elemenata sistema

Osnovu oblikovanja tokova u sistemu čini vremenski izražen odnos između dve veličine: ukupne potrebe rada (opterećenje) neophodne za izvođenje svih operacija i efektivnog kapaciteta sistema (mogućnost sistema – kapaciteta sistema).

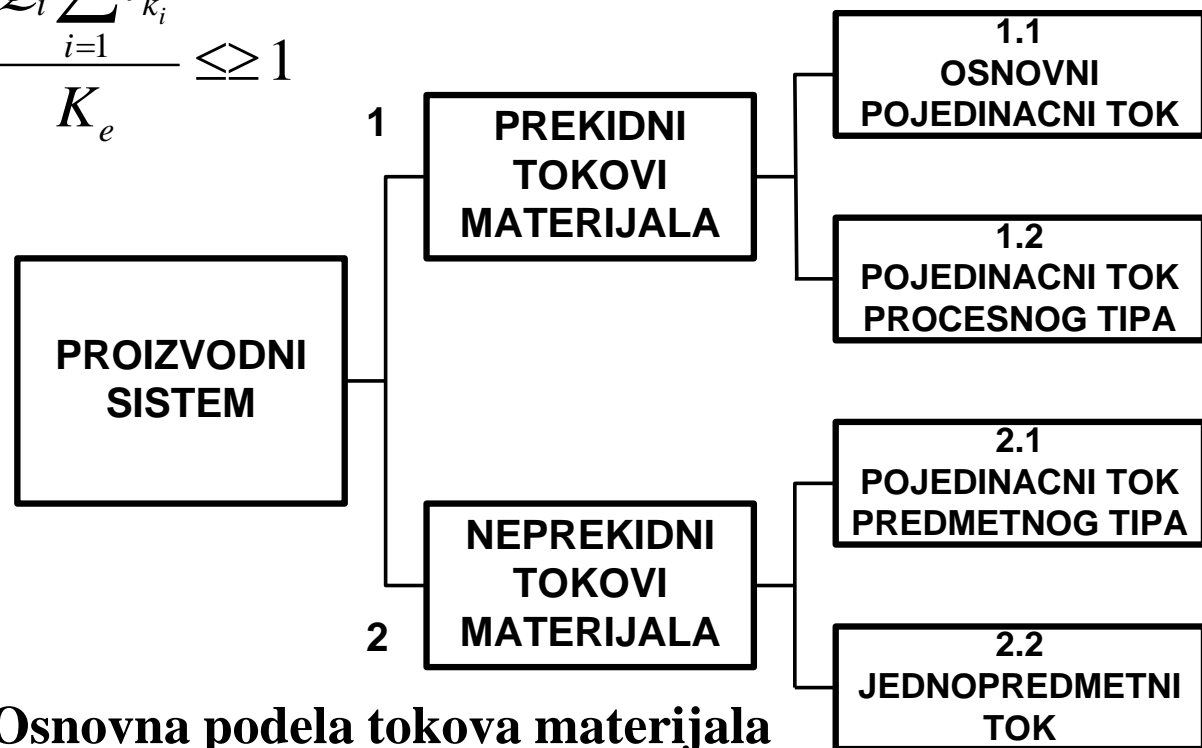
$$\begin{bmatrix} \text{opterećenje} \\ \Sigma T_i \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} \text{mogucnost} \\ Ke \end{bmatrix}$$

- Ukupne potrebe rada za izradu određenog proizvoda (zbir vremena na svih m-operacija obrade)

$$\sum_{i=1}^{i=m} T_i = \sum_{i=1}^{i=m} Q_i \times t_{k_i} = Q_i \times \sum_{i=1}^{i=m} t_{k_i}$$

- Osnovni karakter tokova u sistemu određuje stepen serijnosti, koji predstavlja odnos između opterećenja i mogućnosti-kapaciteta

$$K_{ser} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} T_i}{K_e} \leq 1 \Rightarrow K_{ser} = \frac{Q_i \sum_{i=1}^{i=m} t_{k_i}}{K_e} \leq 1$$



Slika 1. Osnovna podela tokova materijala

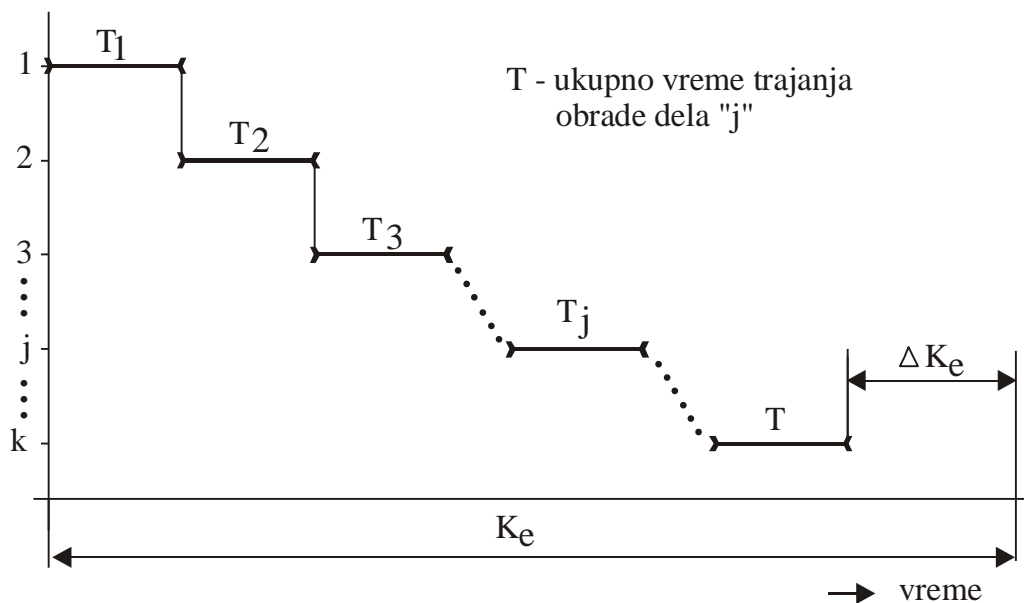
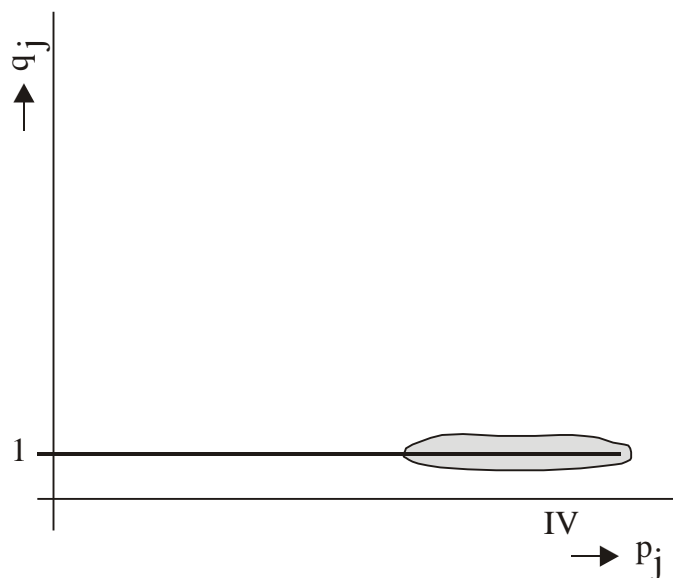
TIP 1.1 Osnovni pojedinačni tok

Slučaj kada je ukupna količina rada (vreme) potrebna za izradu datog proizvoda manja ili jednaka efektivnom kapacitetu jednog radnog mesta

$$\sum_{i=1}^{i=m} T_i \leq K_e \Rightarrow K_{ser} \leq 1$$

Osnovne karakteristike:

- prekidnost toka
- obradni i tehnološki sistemi opšteg karaktera
- prostorna struktura u obliku zasebnih radnih mesta (npr. zanatsko radno mesto)
- pojedinačna proizvodnja
- visoko kvalifikovani radnici



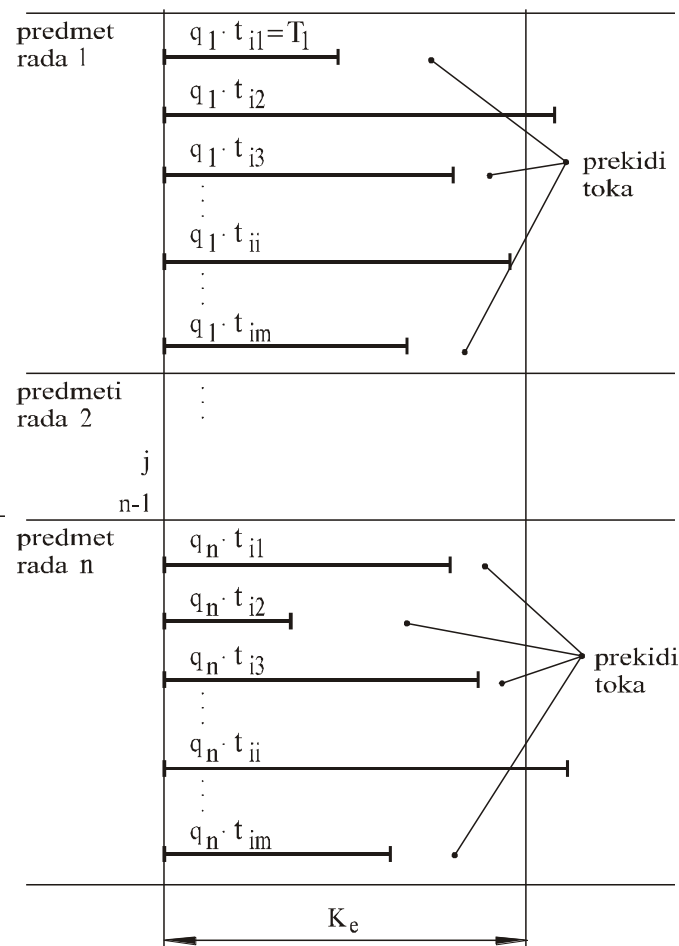
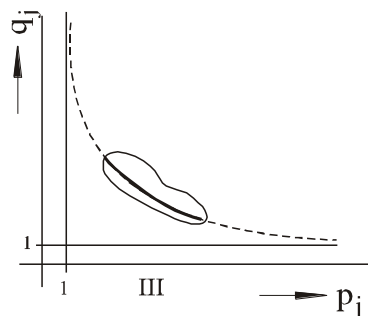
TIP 1.2 Pojedinačni tok procesnog tipa

Ukupna potreba rada za izradu datog proizvoda je veća od efektivnog kapaciteta jednog radnog mesta, odnosno da je:

$$\sum_{i=1}^{i=m} T_i > K_e \wedge \text{na vecini operacija } T_i \leq K_e$$

Osnovne karakteristike:

- prekidnost toka
- obradni i tehnološki sistemi univerzalnog karaktera
- prostorna struktura procesnog tipa sa razmeštajem radnih mesta po vrsti obrade (radionički razmeštaj)
- maloserijska i srednje serijska proizvodnja



a) odnos ($p_j - q_j$)
u programu proizvodnje

b) odnos opterećenje / kapacitet za dati slučaj
strukture i tehnološke složenosti predmeta rada

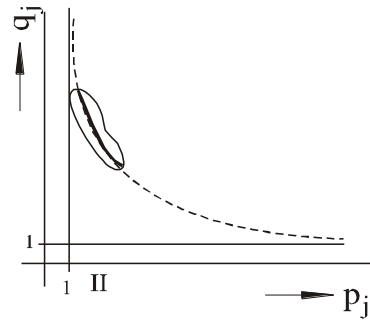
TIP 2.1 Pojedinačni tok predmetnog tipa

Ukupna potreba rada za izradu datog proizvoda je veća od efektivnog kapaciteta jednog radnog mesta, odnosno da je:

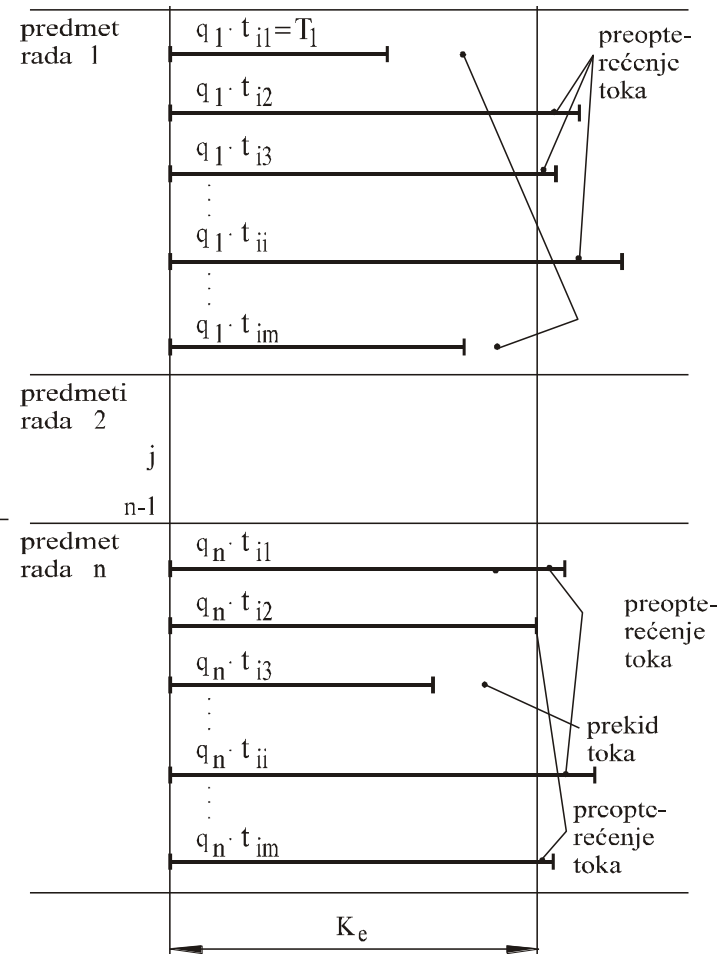
$$\sum_{i=1}^{i=m} T_i > K_e \wedge \text{na vecini operacija } T_i > K_e$$

Osnovne karakteristike:

- neprekidnost toka
- obradni i tehnološki sistemi produkcionog karaktera
- prostorna struktura procesnog tipa sa razmeštajem radnih mesta po redosledu obrade (operacija)
- srednje serijska i veliko serijska proizvodnja



a) odnos $(p_j - q_j)$ u programu proizvodnje



b) odnos opterećenje / kapacitet za dati slučaj strukture i tehnološke složenosti predmeta rada

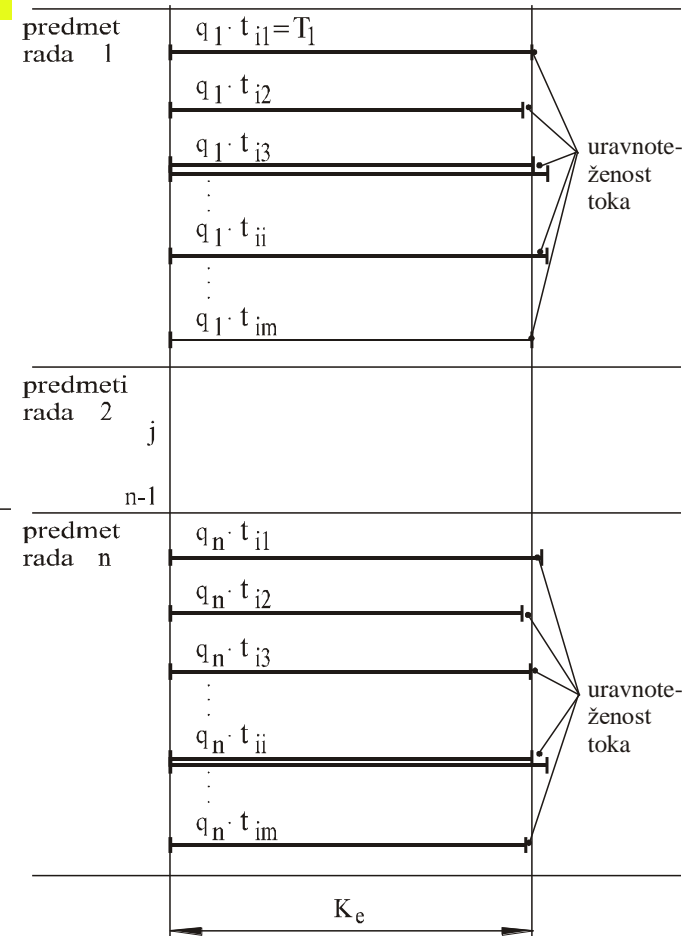
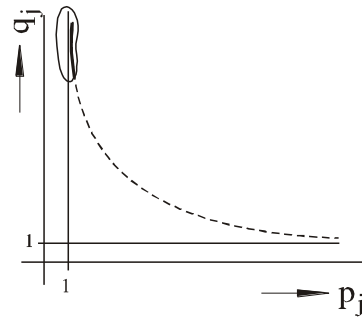
TIP 2.2 Jednoprzedmetni tok

Ukupna potreba rada za izradu datog proizvoda je veća od efektivnog kapaciteta jednog radnog mesta, odnosno da je:

$$\sum_{i=1}^{i=m} T_i > K_e \wedge \text{na svim operacijama } T_i \geq K_e$$

Osnovne karakteristike:

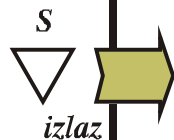
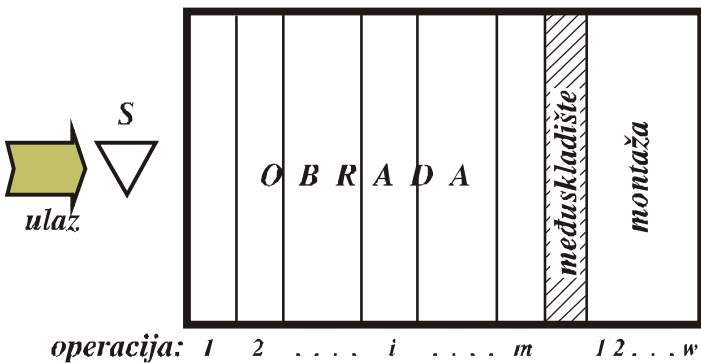
- neprekidnost toka
 - obradni i tehnološki sistemi produkcionog karaktera
 - prostorna struktura
- jednoprzedmetna linija sa razmeštajem radnih mesta po redosledu obrade (operacija)
- masovna proizvodnja



a) odnos ($p_j - q_j$)
u programu proizvodnje

b) odnos opterećenje / kapacitet za dati slučaj
strukture i tehnološke složenosti predmeta rada

Četiri varijante tokova u sistemu:



PREKIDNI TOKOVI	1.1	<ul style="list-style-type: none"> $\sum_{i=1}^{i=m} T_i < K_e$ $q_{ij} \sum_{i=1}^{i=m} t_{ij} < K_e$ 	<p>(prostorna struktura jediničnog tipa)</p>
	1.2	<ul style="list-style-type: none"> $\sum_{i=1}^{i=m} T_i < K_e$ $T_{imax} \geq K_e$ na više od 50% od m operacija rada $(q_j \cdot t_{ij}) < K_e$ 	<p>(prostorna struktura procesnog tipa)</p>
NEPREKIDNI TOKOVI	2.1	<ul style="list-style-type: none"> $T_{imax} > K_e$ na više od 50% od m operacija rada $(q_j \cdot t_{ij}) > K_e$ 	<p>(prostorna struktura višepredmetnog tipa)</p>
	2.2	<ul style="list-style-type: none"> $T_{imin} \geq K_e$ odnosno $q_j \cdot t_{imin} \geq K_e$ 	<p>(prostorna struktura jednopredmetnog tipa)</p>

ZADATAK

Za izabrani program proizvodnje vratila sa zupčanicom potrebno je izvršiti proračun proizvodnih resursa i njihovo optimalno raspoređivanje, odnosno projektovati prethodno rešenja proizvodnog sistema. Potrebni koraci su:

1. Dati prikaz programa proizvodnje
2. Izvršiti analizu programa proizvodnje
 - 2.1 Prikazati zavisnost P_j i Q_j
 - 2.2. Metom ABC analize izvršiti količinsku, masenu i vrednosnu analizu i dati zaključke iste
 - 2.3 Izvršiti analizu karakteristika delova iz programa proizvodnje
3. Izvršiti izbor proizvoda predstavnika i redukciju programa proizvodnje
4. Projektovati tehnološki proces izrade za izabrani proizvod-predstavnik

5. Izvršiti izbor tipa i varijante toka u proizvodnom sistemu

6. Projektovati strukturu sistema, odnosno odrediti

6.1 Osnovne podloge za projektovanje strukture proiz. sistema

- Količine u programu proizvodnje
- Normative u sistemu (vremena i alata)

6.2 Osnovne veličine proizvodnog sistema

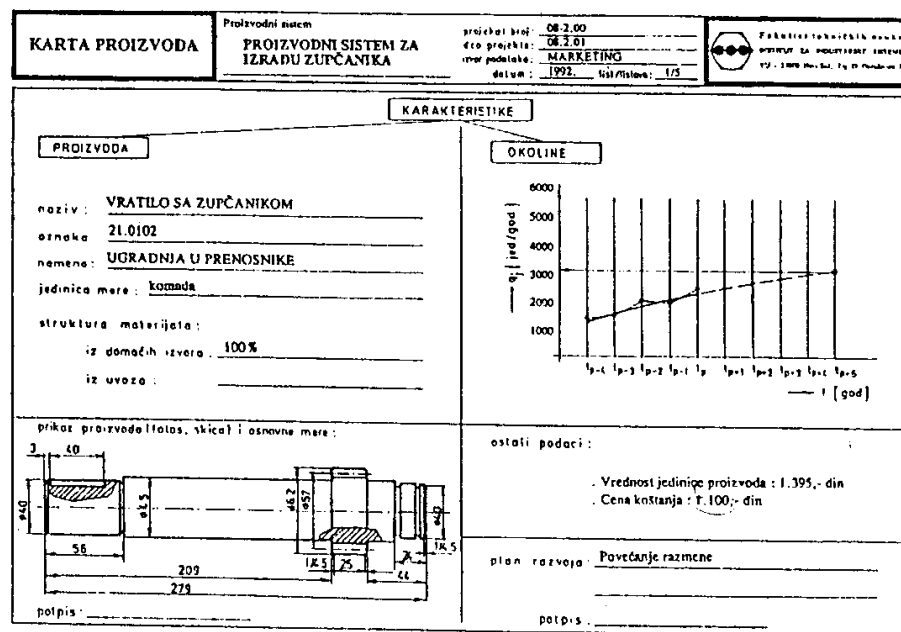
- Ritam toka
- Opterećenje preseka toka-radnih mesta
- Proračun elemenata strukture sistema-potrebnih resursa
 - proračun broja obradnih i tehnoloških sistema (mašina i opreme)
 - proračun broja učesnika
 - proračun potrebnih površina

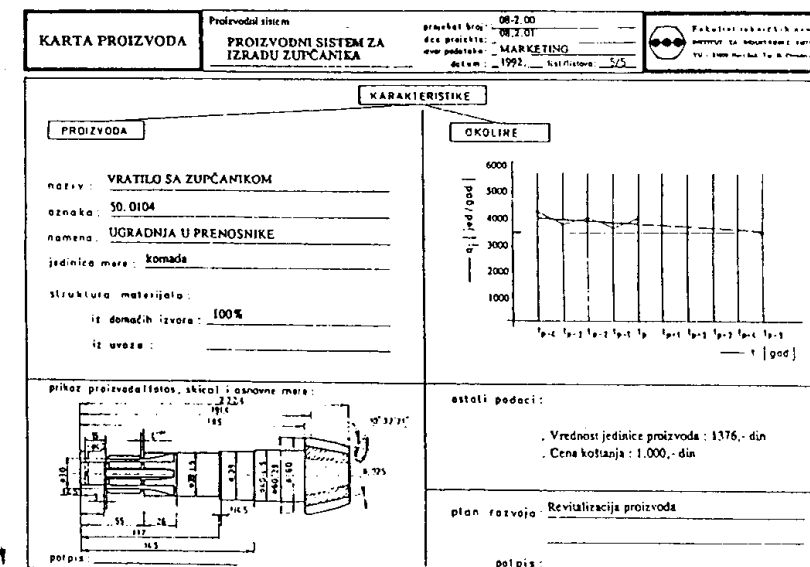
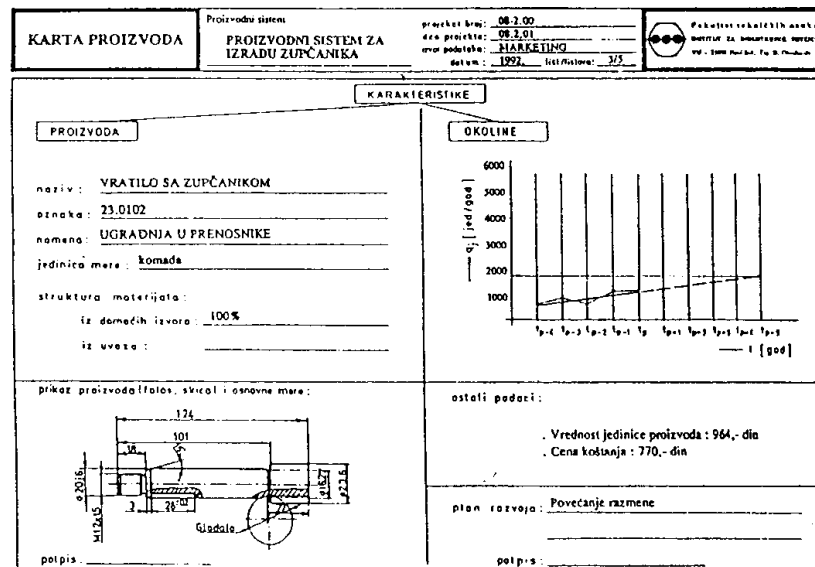
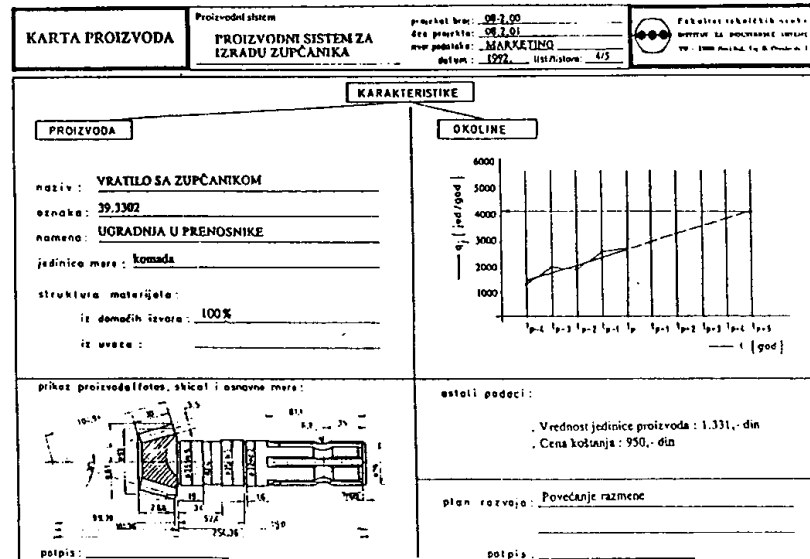
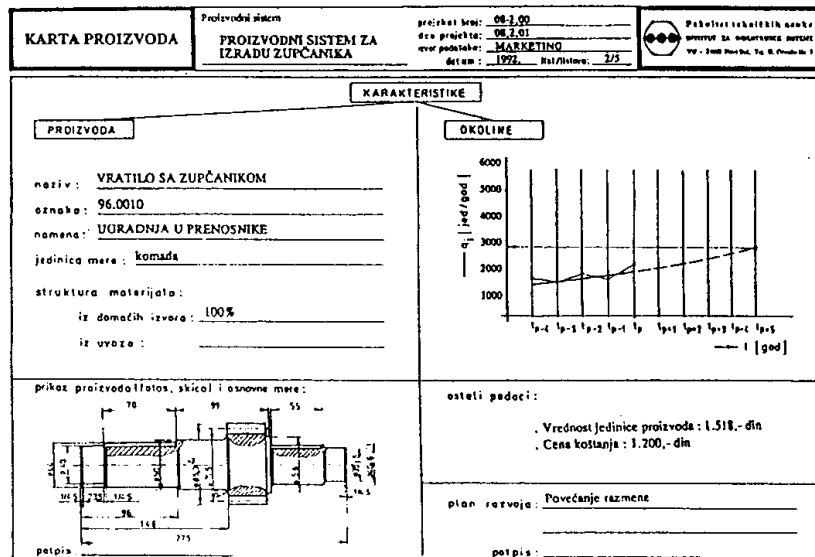
7. Odrediti vreme trajanja ciklusa proizvodnje

- Odrediti način prelaska proizvoda sa operacije na operaciju
- Vreme trajanja ciklusa rada (operacioni, tehnološki i proizvodni ciklus rada)

8. Izvršiti uravnoteženje procesa rada

9. Oblikovati prostornu strukturu sistema





1.2. Osnovni podaci o programu proizvodnje

Podaci o programu proizvodnje dati su u karti PROGRAM PROIZVODNJE (Slika 1) sa sledećim podacima: oznaka, naziv proizvoda, količine, masa, vrednost, cena koštanja, dobit.

PROGRAM

PROIZVODNJE

Proizvodni sistem


PROIZVODNI SISTEM ZA IZRADU ZUPČANIKA

Projekat broj: 08-1.00

Deo projekta: 08-2.01

Izvor podataka: MARKETING

Datum: 1992. Ist/listova: 1/1



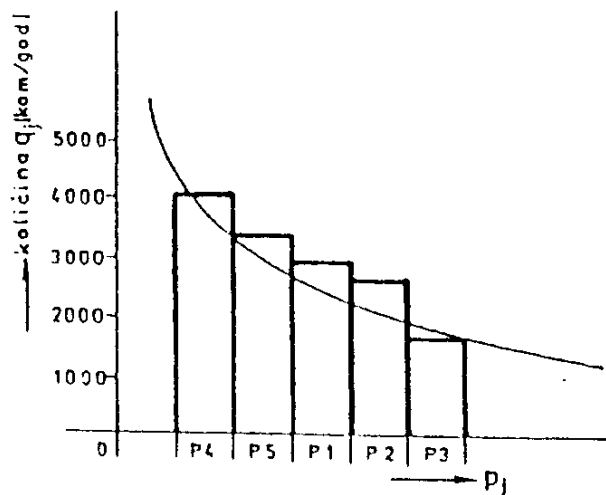
Fakultet tehničkih nauka
INSTITUT ZA PROJEKTOVANJE, IZRADU
VO - 11000 Novi Sad, Ulp. B. Pankovica 1

P R O I Z V O D			količina	masa		vrednost		cena koštanja	ostatak	dobitka
red br	oznaka	naziv	kom/god	kg/kom	kg/god	din/kom	10 ³ din/god	din/kom	din/kom	10 ³ din/god
01.	21.0102	VRATILO SA ZUPČANIKOM	3.070	9,50	29.165	1.395	42.826	1.100	295	905.650
02.	96.0010	VRATILO SA ZUPČANIKOM	2.730 ¹	9,20	25.116	1.518	41.440	1.200	318	868.140
03.	23.0102	VRATILO SA ZUPČANIKOM	1.710	0,67	1.146	964	16.485	770	194	331.740
04.	39.3302	VRATILO SA ZUPČANIKOM	4.090	6,10	24.949	1.331	54.438	950	381	1.558.290
05.	50.0104	VRATILO SA ZUPČANIKOM	3.410	3,70	12.617	1.376	46.920	1.000	376	1.282.160
		SVEGA	15.010		92.993		202.109			4.945.980

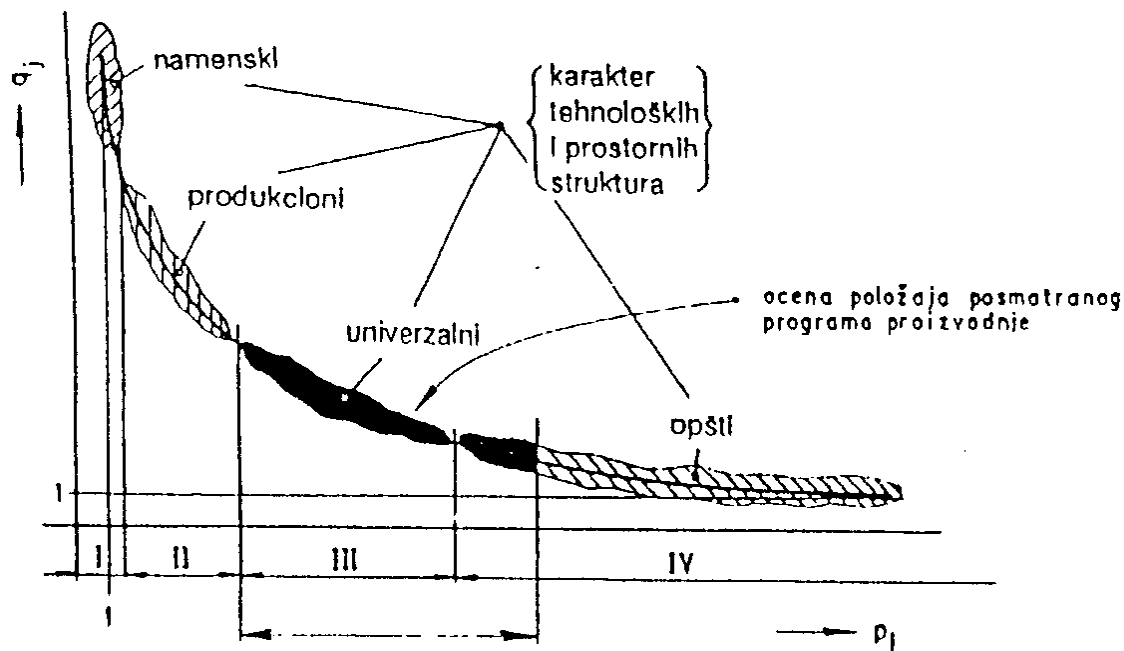
2. Analiza programa proizvodnje

2.1. Prikazati zavisnost P_j i Q_j

Osnovna zavisnost struktura/količine u programu proizvodnje data je na slici 2. Pošto se radi o delovima koji imaju relativno nizak stepen tehnološke složenosti, osnovne veličine datog programa proizvodnje određuju njegovu pripadnost području III opšteg slučaja zavisnosti struktura/količine (P_j/Q_j), odnosno primenjuju se tehnološko prostorne strukture univerzalnog karaktera (univerzalne mašine itd.).



Slika 2. Odnos P_j/Q_j



Slika 3. Ocena posmatranog programa proizvodnje

2.2. ABC analiza odnosa P_j/Q_j

Cilj je donošenje odluka o usmeravanju rada konstruktora i tehnologa na područja većeg prirasta relevantnih karakteristika (dobit, cena koštanja, količine, itd.) uglavnom područja A i B, kao i iznalaženje mogućnosti efikasnije izrade delova iz područja C (npr. revitalizacija proizvoda, dislociranje u drugu firmu, eliminacija iz programa proizvodnje), jer svaki proizvod zahteva približno iste količine rada u pripremi procesa proizvodnje.

Korak 1: Za svaki proizvod se određuje procentualni udeo u ukupnoj veličini i grafičko predstavljanje u vidu kumulativnog dijagrama.

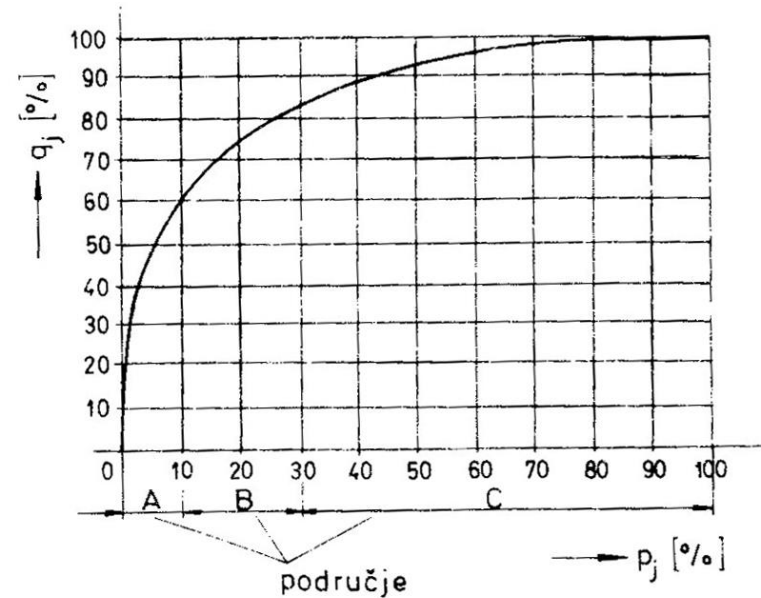
Korak 2: Analiza i određivanje područja:

Područje A - Najvećeg prirasta

Područje B – Značajnog prirasta

Područje C – Malog (nedovoljno značajnog) prirasta

Korak3: Usmeravanje rada na kritična područja (A i B)

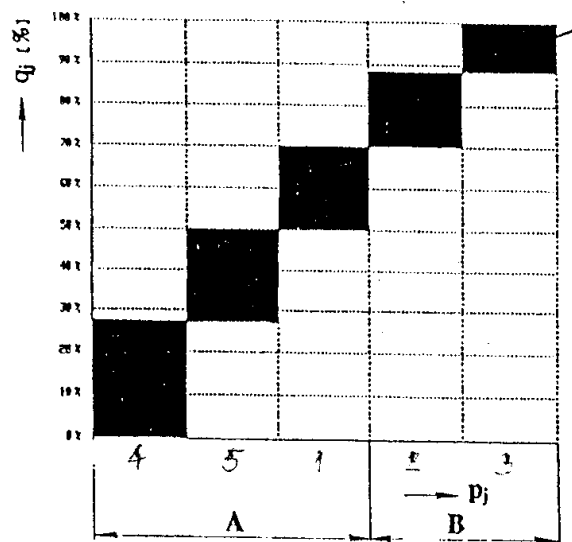


Postupak ABC analize

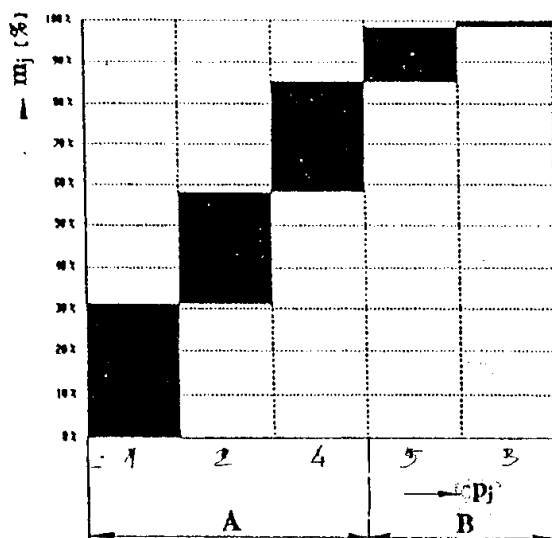
Na osnovu predstavljene metodologije izvršen je proračun:

- količinskog,
- masenog, i
- vrednosnog

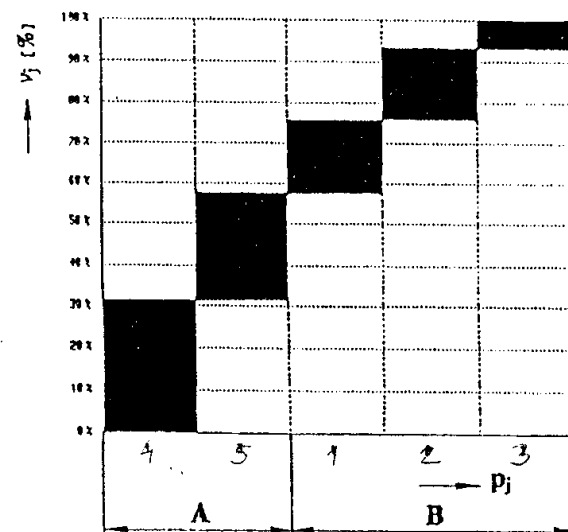
učešća proizvoda iz programa proizvodnje u ukupnim količinama, masi i vrednosti, na osnovu čega su utvrđena područja A, B i C. (Slika 4)



Slika 4a Količinska ABC analiza



Slika 4b Masena ABC analiza



Slika 4c Vrednosna ABC analiza

ABC analizom je utvrđeno da se izdvaja proizvod P4, koji nalazi u sva tri slučaja u A području, i ima najznačajnije količinsko i vrednosno učešće.

2.3. Analiza karakteristika delova iz programa proizvodnje

- Struktura delova prema obliku površina

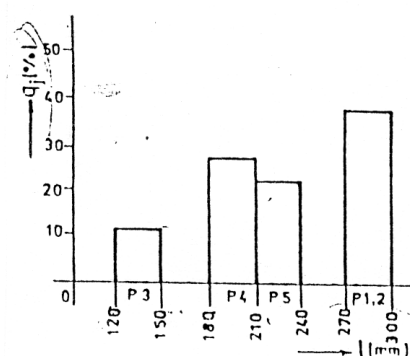
Analizom konstrukcione dokumentacije vidi se da svi delovi imaju isti osnovni oblik rotaciono-simetričnog oblika vratila sa zupčanikom.

- Struktura delova prema osnovnim dimenzijama

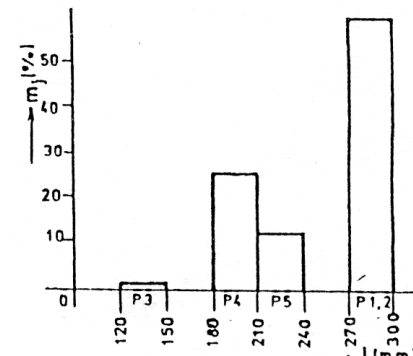
Imajući u vidu njihov osnovni oblik, određena su učešća područja dužina- l i prečnika- d delova u ukupnoj količini i masi delova (Slike 4e, 4f)

- Struktura delova prema vrsti i obliku materijala

Analiza podataka pokazuje da su svi delovi od legiranog čelika, a kao pripremak koriste se okrugle toplo valjane šipke.

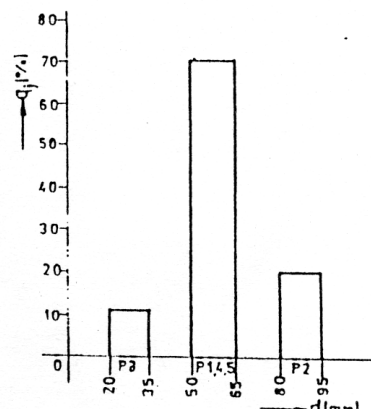


a) količinsko učešće

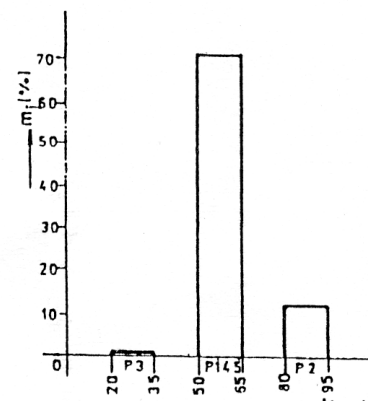


b) maseno učešće

Slika 4e Struktura delova po dužini



a) količinsko učešće



b) maseno učešće

Slika 4f Struktura delova po prečniku

Slika 4. Struktura delova prema l i d

- Struktura delova prema tačnosti mera i kvalitetu površina

Kako su zahtevi u pogledu kvaliteta površina ujednačeni, analiza je izvršena u pogledu tačnosti mera.

3. Izbor proizvoda predstavnika i redukcija količina

U okviru pojedinačnog prilaza u oblikovanju tokova materijala projektovanje tehnoloških procesa može da se radi:

1. za sve proizvode-delove iz programa proizvodnje za slučaj neprekidnog toka, uske strukture (malog broja delova) i velikih količina.
2. svođenjem delova programa proizvodnje na proizvod-predstavnik za slučaj programa proizvodnje šire strukture (velikog broja delova) i malih količina

Proizvod predstavnik je stvaran-realan deo iz programa proizvodnje koji u strukturi površina za obradu, odnosno vrsti spoja pri montaži, sadrži najveći broj elemenata strukture površina svih delova iz programa koje predstavlja, koji se po pravilu bira iz područja "A" (izuzetno "B") ABC analize programa proizvodnje.

Svođenje programa proizvodnje na proizvode predstavnike se vrši primenom redukcijskih koeficijenata koji uzimaju u obzir odnose relevantnih karakteristika datih delova i istih karakteristika predstavnika (masa, sličnost oblika, složenost delova, itd.)

$$r_j = r_{mj} \times r_{sj} \times \dots \times r_{kj} \times \dots \times r_{uj}$$

$r_{mj}=m_j/m_p$ – maseni koeficijent redukcije

$r_{sj}=S_j/S_p$ –koeficijent redukcije složenosti delova

...

$r_{kj}=k_j/k_p$ –koeficijent karakteristike k

...

$r_{uj}=u_j/u_p$ –koeficijent karakteristike u

Na osnovu ovoga računa se redukovana količina za svaki deo iz programa proizvodnje

$$Q_{rj} = Q_j \times r_j$$

Ukupna redukovana količina se dobija kao zbir pojedinih redukovanih količina

$$Q_{red} = \sum_{j=1}^{j=u} Q_{rj}$$

Redukcija količina je ekspertskeg karaktera i ima opravdanje u smanjenju skupog tehnološkog rada, traži se izvesno poznavanje proizvoda i programa proizvodnje, veliko iskustvo u radu i preporučuje se kao prethodna studija koja ima za cilj dobijanje osnovnih podloga za proračun proizvodno-tehnoloških resursa.

3.1. Izbor proizvoda predstavnika

Na osnovu ABC analize kao i analize delova iz programa proizvodnje u pogledu oblika površina, dimenzija, i drugih parametara, za proizvod predstavnik je izabran proizvod P4.

3.2. Redukcija programa proizvodnje

Redukcija programa proizvodnje izvršena je primenom (Slika 5a):

r_{mj} - masenog koeficijenta i

r_{sj} -koeficijenta koji uzima u obzir geometrijsko-tehnološku složenost

Proizvod	Q_j (kom/god)	m_j (kg/kom)	S_j	r_m	r_s	$r_u=r_m \cdot r_s$	$Q_{red}=Q_j \cdot r_u$
210102	3070	9,50	0,80	1,56	0,80	1,25	3840
960010	2730	9,20	0,75	1,50	0,75	1,12	3060
230102	1710	0,67	0,65	0,11	0,65	0,07	120
393302	4090	6,10	1,00	1,00	1,00	1,00	4090
500104	3410	3,70	1,00	0,61	1,00	0,61	2080
Redukovana količina $Q_{red}=\Sigma Q_{red}$							13200

Slika 5a. Redukcija programa proizvodnje

Redukovana količina za dati program proizvodnje i izabrani proizvod predstavnik
 $Q_{red}=13200$ kom/god.

4. Projektovanje tehnološkog procesa izrade

Projektovan je tehnološki proces izrade za proizvod predstavnik P4.

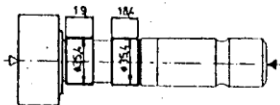
Broj oper	Naziv operacije	$t_{ii} (t_k)$ (min/oper)	T_{pz} (min/ser)
10	Odsecanje	4,20	20
20	Obrada krajeva	2,80	20
30	Struganje	7,50	60
40	Struganje	2,50	30
50	Brušenje	3,00	25
60	Izrada ozubljenja	20,00	20
70	Obaranje ivica zupčanika	2,50	5
80	Glodanje ožljebljenja	8,00	60
90	Obaranje ivica	1,10	5
100	Kaljenje	3,90	20
110	Otpuštanje	3,50	20
120	Peskiranje	1,00	10
130	Ispravljanje	1,50	30
140	Brušenje	8,00	25
150	Uparivanje zupčanika	5,00	30
160	Površinska zaštita	1,00	5

Slika 5b. Sadržaj tehnološkog procesa izrade proizvoda-predstavnika

Tehnološki proces izrade proizvoda predstavnika-P4

TEHNOLOŠKI POSTUPAK		PREDMET RADA: VRATILO SA ŽUPČANIKOM		MATERIJAL: Č.5421		Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INŽENJERSKE METODE TU - 10000 Novi Sad, Ulica B. Pivovara 1					
oznaka		dimenzije		oznaka		masa (kg)					
39.3302		662 x 186				konstr. tehn. masla					
						6,18 8,00 8,20					
OPERACIJA		RADNO MESTO		SREDSTVO ZA HLADENJE		OPERACIJSKA GRUPA		RADNA JEDINICA			
broj	010	oznaka	ODSECANJE	1001	20	EMULZIJA SEMISINT 4 5%					
elementi postupka rada											
skica		zonni		kvalitet obrade		alat i pribor		elementi režima rada		elementi vremena rada	
1		2		3		4		5		6	
								t		t ₁ (min/med)	
								d		t ₂	
								n		t ₃	
								s		t ₄	
								v		t ₅	
								t ₆		t ₇	
								t ₈		t ₉	
								t ₁₀		t ₁₁	


Tehnološki proces izrade proizvoda predstavnika-P4

TEHNOLOŠKI POSTUPAK		PREDMET RADA VRATILO SA ZUPČANIKOM		MATERIJAL Č.5421		masa (kg)			Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SUSTAVE TU - 10000 Novi Sad, Rep. B. Crnogorica		
oznaka		dimenzije		oznaka		dimenzije		masa (kg)			
39.3302		ø62 x 186				konstr. tehn. planovi		6,10 8,00 8,20			
OPERACIJA				RADNO MESTO		I _{sp} (min/m ²)		SPREDSIVO ZA HLAĐENJE		OPERACIJSKA GRUPA	
050 BRUŠENJE				1004		25		EMULZIJA SEMISINT 5 2%			
elementi postupka rada											
skica		zakrval		vrednosti obrade		alat i pribor		elementi režimo rada			
1		2		3		4		5			
1		2		3		4		5			
				- u šljke - brusiti prethodno naø35,44 - brusiti završno naø35,40 h7		N7 N6		Tocilo 300 x 200 6B54MSV		0,30 0,36 0,79 0,15 0,79 0,51 1,88 0,61	
postupak obrade				datum		datum		VREME RADA t ₁ (min/m ²)			
								3,00			

Tehnološki proces izrade proizvoda predstavnika-P4

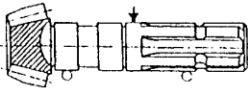
[illegible]

TEHNOLOŠKI POSTUPAK		PREDMET RADA VRTILO SA ŽUČKANIKOM		MATERIJAL : Č.5421								Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJELNE METODE TU - 1000 Split, Tg B. Hrvata n. 1			
oznaka 39.3302		dimenzije 462 x 186		oznaka dimenzija		masa [kg]		konstr.		tehn.		plansko			
						6,10 8,00 8,20									
OPERACIJA				RADNO MESTO	br [min/brot]	SREDSTVO ZA HLADENJE				OPERACIJSKA GRUPA		KATNA JEDINIČA			
broj 110	naziv OTPUŠTANJE			1009	20										
elementi postupka rada						elementi vremena rada							elementi vremena rada		
izvršio		završio	vrijeme obrade	cil i pribor		l v tg a				l [min/jed]					
d	n	s	i	ap	ip	id	lp	tp	td	lp	tp	td			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
- u korpu i peč - otpustiti				Korpa									1,50		
													1,25	0,50	
													1,50	2,00	0,25
postupak razradio		datum		overio		datum		VREME RADA l [min/jed]				3,50			

TEHNOLOŠKI POSTUPAK		PREĐENI RADA VRTILO SA ZUPČANIKOM		MATERIJAL : Č.5421								Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INŽENJERSKE NAUKE UL. 30. Oktobra 89, Bg 60 Plovidora 1		
oznaka		dimenzije		otpruga		dimenzije		masa i lgj						
39.3302		452 x 186						brosir tehn planska 6,10 8,00 8,20						
OPERACIJA		RADNO MESTO		lpg (min/rad)		SREDS'VO ZA HLADENIJE		OPERACIJSKA TAPELA		RADNA JEDINIĆA				
broj	naslov	1008		20		ULJE ZA KALJENJE OUENCHTEX MM								
elementi postupka rada														
naziv		zadatak		vrednost obrota		alat i pribor		elementi režima rada				elementi vremena rada		
								t	v	lg	a	t _o [min/jed]		
								d	n	s	i	t _{sp}	t _{ip}	t _{ig}
1		2		3		4		5	6	7	8	9	10	11
		- u korpu i peč - kalit na 60 HRC				Korpa						1,00		
												2,00 0,40		
												2,00 1,40 0,50		
postupak razradnje		datum		odgov.		datum		VREME RADA t _o (min/jed)				3,90		

TEHNOLOŠKI POSTUPAK		PREDMET RADA: VRTILO SA ZUPČANIKOM		MATERIJAL : Č. 5421		Fakultet tehničkih nauka BEOGRAD ZA MONTAŽNE VEŠTAČENJE VU - 1000 Beograd, Trg D. Obradovića 1								
oznaka		dimenzije		oznaka		dimenzija		masa [kg]						
39.3302		462 x 186						konciti		leha	plastična			
								6,10		8,90	8,20			
OPERACIJA		RADNO MESTO		lpr [min/het]		SREDSTVO ZA VLADNJE		OPERATIVNA GRUPA		RADNA JEDINICA				
brij.	120	PESKIRANJE		1010 y		10								
elementi postupka rada														
skica		zahvat		vrsta obrade		alat i pribor		elementi režima rada				elementi vremenskega		
t		z		v		e		d	n	s	i	t _{ig}	t _{ip}	t _{ij}
								5	6	7	8	9	10	11
		- u uređaj												0,10
		- peskirati				Uređaj za peskiranje						0,30	0,40	
												0,30	0,50	0,20
postupak razradie		datum		verio		datum		VREME RADA t _i [min/jed.]				1,00		

Tehnološki proces izrade proizvoda predstavnika-P4

TEHNOLOŠKI POSTUPAK		PREDMET RADA: VRATILO SA ZUPČANIKOM		MATERIJAL: Č.5421		Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE METODE TU - 1000 Maribor, Te D. Posrednik 1			
oznaka		dimenzije		oznaka		dimenzije		mase (kg)	
39.3302		462 x 186						konstr.	tehn.
								6,10	8,00
								8,20	
OPERACIJA				RADNO MESTO		SREDSTVO ZA HLAĐENJE		OPERACIJSKA GRUPE	
broj: 430				nativ: ISPRAVLJANJE		1011		30	
elementi postupka rada									
skica		zahvat		vrednost obrade		alat i pribor		elementi režima rada	
1		2		3		4		5	
		- u prizme - kontrolisati bacanje - ispraviti (po potrebi)		Pribor za ispravljanje				0,25 0,30 0,20 0,60	
								0,25 0,30 0,20 0,65	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	
								0,25	

5. Izbor tipa i varijante toka u proizvodnom sistemu

Na osnovu izvršenih analiza, osnovne veličine za izbor tipa i varijante toka su:

- Količina proizvoda – redukovana godišnja količina $Q_{red}=13200$ kom./god.

- Stepen tehnološke složenosti – vremena operacija obrade t_k (t_{ii})

- Opterećenje preseka sistema T_i

$$T_i = Q_{red} \times t_k \left[\frac{\text{min}}{\text{kom}} \right] \quad \sum_{i=1}^{i=16} T_i = Q_{red} \times \sum_{i=1}^{i=16} t_{ki} \left[\frac{\text{min}}{\text{kom}} \right]$$

Broj oper.	t_{ii} (t_k) (min/oper)	Q_{red} (kom god)	T_i (min/god)
10	4,20	13200	55440
20	2,80		36960
30	7,50		99000
40	2,50		33000
50	3,00		39600
60	20,00		264000
70	2,50		33000
80	8,00		105600
90	1,10		14520
100	3,90		51480
110	3,50		46200
120	1,00		13200
130	1,50		19800
140	8,00		105600
150	5,00		66000
160	1,00		13200
$\Sigma t_{ii} (t_k)=75,5$		$Q_{red}=13200$	$\Sigma T_i=996600$

- *Efektivni kapacitet sistema*

$$K_e = m_e \times s_e \times n_e \times \eta_e$$

$m_e = 250$ radni dan/god. $m_e = 365 - 115$ (vikendi + slob. subote + praznici + održavanje + ...)

$s_e = 2$ smene/dan (3 smene/dan) – za obradne sisteme (mašine)

$s_e = 1$ smena/dan – za učesnike (radnike)

$n_e = 7,5$ čas/dan (0,5 časova za odmor i hranu)

$\eta_e = 0,8$ – stepen iskorišćenja kapaciteta

Za obradne sisteme (mašine) za 2 smene/dan

$$K_e = m_e \times s_e \times n_e \times \eta_e = 250 \times 2 \times 7,5 \times 0,8 = 180000 \text{ min/god}$$

Za učesnike (radnike) – 1 smena/dan

$$K_e = m_e \times s_e \times n_e \times \eta_e = 250 \times 1 \times 7,5 \times 0,8 = 90000 \text{ min/god}$$

• Odnos OPTEREĆENJE/KAPACITET

Na slici 5 dat je odnos opterećenje/kapacitet, što čini osnovu za određivanje tipa i varijante toka u sistemu

• Varijanta toka

$$1. \quad \sum_{i=1}^{i=16} T_i = 996000 \text{ min/ god}$$

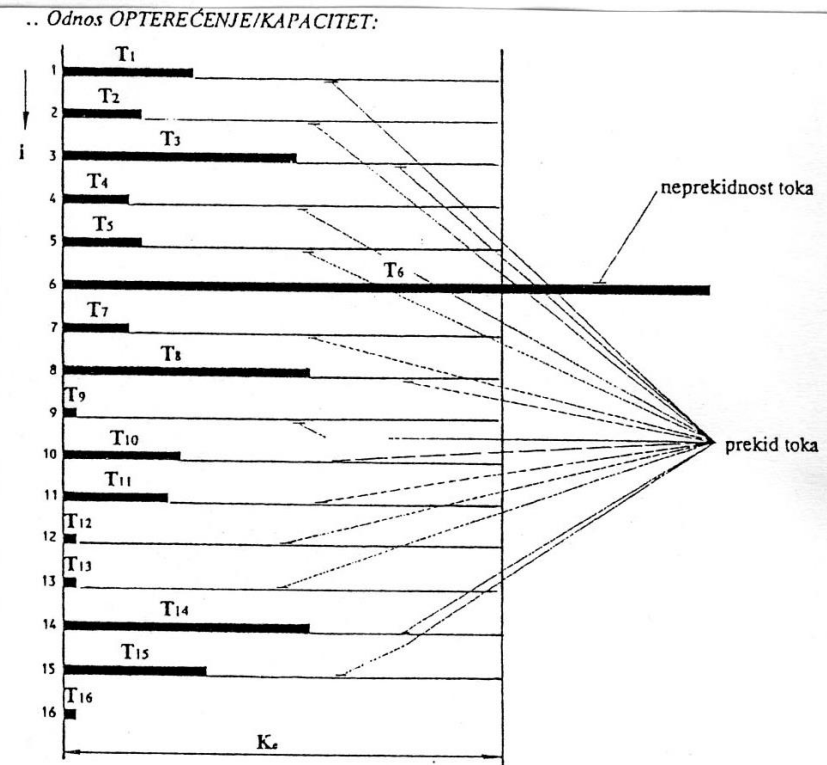
$$K_{ser} = \frac{\sum_{i=1}^{i=16} T_i}{K_e} = \frac{996600}{180000} \geq 1$$

2. $T_i < K_e$ na većini od 16 operacija (javlja se prekidnost)

→ Varijanta toka 1.2 POJEDINAČNI TOK PROCESNOG TIP

Karakteristike:

- prekidnost toka
- prostorna struktura procesnog tipa sa razmeštajem radnih mesta po vrsti obrade – radnički razmeštaj
- tehnološki sistemi univerzalnog karaktera



Slika 5. Odnos opterećenje/kapacitet

6. Projektovanje strukture sistema

6.1 Osnovne podloge za projektovanje strukture proiz. sistema

- *Količine u programu proizvodnje*

Pošto se radi o pojedinačnom prilazu u projektovanj strukture sistema koji se zasniva na svođenje programa proizvodnje na proizvod predstavnik, količine u programu proizvodnje su određene redukcijom količina $Q_{red}=13200$ kom/god.


- *Normativi u sistemu*

Normativi u sistemu pokazuju koliko je potrebno utrošiti jedinica resursa u procesu rada za izradu jedinice proizvoda i određuje se na bazi tehnološkog procesa izrade proizvoda predstavnika. U nastavku su dati:

- a) Normativ vremena (Slika 6)
- b) Normativ alata (Slika 7)

NORMATIV VREMENA		Predmet rada 39.3302 VRATILO SA ZUPČANIKOM		 Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME VU - 21000 Novi Sad, Trg D. Obradovića 1	
broj	Operacija naziv	Radno mesto naziv		Vreme (u) (min/kom)	
010	ODSECANJE	TESTERA TRAKASTA	1001	4,20	
020	OBRADA KRAJEVA	MAŠ. ZA OBRADU KRAJEVA	1002	2,80	
030	STRUGANJE	STRUG UNIVERZALNI	1003	7,50	
040	STRUGANJE	STRUG UNIVERZALNI	1003	2,50	
050	BRUŠENJE	BRUSILICA ZA OKR. BRUŠENJE	1004	3,00	
060	OZUBLJIVANJE	GLODALICA ZA ZUPČANIKE	1005	20,00	
070	OBARANJE IVICA	RM ZA OBARANJE IVICA	1006	2,50	
080	GLODANJE OŽLEBLJENJA	GLODALICA UNIVERZALNA	1007	8,00	
090	OBARANJE IVICA	RM ZA OBARANJE IVICA	1006	1,10	
100	KALJENJE	KOMORNA PEĆ ZA KALJENJE	1008	3,90	
110	OTPUŠTANJE	PEĆ ZA OTPUŠTANJE	1009	3,50	
120	PESKIRANJE	UREDAJ ZA PESKIRANJE	1010	1,00	
130	ISPRAVLJANJE	UREDAJ ZA ISPRAVLJANJE	1011	1,50	
140	BRUŠENJE	BRUSILICA ZA ZUPČANIKE	1012	8,00	
150	UPARIVANJE	UREDAJ ZA UPARIVANJE	1013	5,00	
160	POVRŠINSKA ZAŠTITA	UREDAJ ZA ZAULJIVANJE	1014	1,00	

Slika 6. Normativ vremena

NORMATIV ALATA		Proizvodni sistem: PROIZVODNI SISTEM ZA IZRADU ZUPČANIKA		 Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME VU - 21000 Novi Sad, Trg D. Obradovića 1	
Predmet rada:		A l a t		Potrošnja (jed. alata/jed. pr. rada)	
oznaka	n a z i v	oznaka	n a z i v	jed. alata jed. pr. r.	jed. alata 100 jed. pr. r.
39.3302	VRATILO SA ZUPČANIKOM	4570-32- 1,066R- 3660/6	Traka SANIFLEKS SUPER		
		D 2020 P20	Nož JUS K.C1.056		20
		D 2525 P20	Nož JUS K.C1.051		20
		D 2516 P20	Nož JUS K.C1.053		20
		D 1208 P20	Nož JUS K.C1.057		20
		R 3,15 HSS	Zabušivač R 3,15 JUS K.D3.062		10
		PRGNN (2525 M6	Držač pločice		1
		RNMG 060400 P20	Pločica		30
		6B54M5V	Tocilo 300 x 200		1,0
			Nož za rendisanje zuba		5
		R2	Profilni nož		5
		G.581-A 7x28x34	Ođvalno glodalo JUS M.C1.421		4
			Alat za označavanje		1

Slika 7. Normativ alata

- *Proračun potrebnih količina alata*

Kod alata sa mehanički pričvršćenim reznim pločicama njihova godišnja količina (Q_a) određena je izrazom:

$$Q_a = \frac{Q \cdot t_g}{T \cdot z_1} a_1$$

gde su:

Q – obim proizvodnje (kom/god)

t_g – osnovno vreme obrade (min/kom)

T – postojanost alata (min/sečivu)

z_1 – broj reznih sečiva alata

a_1 – koeficijent sigurnosti zbog loma alata i sl.

Potrebna godišnja količina reznog alata koji se oštři određuje se na osnovu izraza:

$$Q_a = \frac{Q \cdot t_g}{T(i + 1)} a_1$$

gde je:

i – broj oštrenja alata

T – postojanost alata (min/sečivu)

NORMATIV ALATA		DPM NOVI SAD								
PROIZVOD		ALAT		PODACI						
Oznaka	Naziv	Oznaka	Naziv	T (min)	tg (min)	Q _{red} (kom/ god)	i	Z ₁ (kom)	a ₁	Q _a (kom)
39.8302	Vratilo sa zupčani	4570-32- 1.066 R- 3660/6	Traka saniflex super	1500	3,30	13200	10		1	36
		D 2020 P20	Nož
	

Prikaz forme za proračun normativa alata (za obavezne zadatke)

6.2 Određivanje osnovnih veličina proizvodnog sistema

- *Ritam toka*

Ritam toka je vremenski interval koji razdvaja ulaz/prolaz/izlaz dve uzastopne jedinice proizvoda (serije, partije) u/kroz/iz proizvodnog procesa.

$$r = \frac{K_e}{Y} \quad Y\text{-jedinica proizvoda}$$

1. Za varijantu 1.1 - pušta se “uvek” drugi proizvod u jediničnim količinama

$$Y=Q_j=1 \rightarrow r=K_e/1=K_e \text{ (vremenskih jedinica/komada)}$$

2. Za varijantu 1.2 - pušta se u proces i_n (ns) serija proizvoda, veličine serije n_{opt} (z_s)

$$Y=i_n \rightarrow r=K_e/i_n \text{ (vremenskih jedinica/seriji)}$$

$$i_n \times n_{opt} = Q_{red} \quad i_n [ser./ god.] \quad n_{opt} [kom./ ser.] \quad Q_{red} [kom./ god.]$$

3. Za varijantu 2.1 - pušta se u proces i_p partija proizvoda, veličine partije p_{opt}

$$Y=i_p \rightarrow r=K_e/i_p \text{ (vremenskih jedinica/partiji)}$$

$$i_p \times p_{opt} = n_{opt} \quad i_p [part./ ser.] \quad p_{opt} [kom./ part.]$$

4. Za varijantu 2.2 - pušta se u proces “uvek” isti proizvod

$$Y=Q_j \rightarrow r=K_e/Q_j \text{ (vremenskih jedinica/komada)}$$

Za uslove varijante 1.2 ritam toka je definisan kao **ritam serija** proizvoda.

Usvojen je broj serija u godini i_n (n_s)=50 ser./god., gde je period puštanja serije u proces 7 dana (1 nedelja).

- Za usvojeni broj serija i redukovanu količinu, dobija se optimalna veličina serije:

$$n_{opt} = \frac{Q_{red}}{i_n} = \frac{13200}{50} = 264[kom / ser]$$

- Ritam toka, odnosno ritam serija proizvoda:

$$r_s = \frac{K_e}{i_n} = \frac{180000}{50} = 3600[min / ser]$$

- *Opterećenje preseka toka – radnih mesta*

Opterećenje preseka toka predstavlja vremenski izraženu količinu rada koju je potrebno uložiti za izvođenje operacije rada za izradu količine proizvoda.

1. Za varijantu 1.1

$$T_i = (t_{pzi} + t_{ii}) \quad [\text{min/ god}] \quad n_{opt} = Q_j = 1$$

2. Za varijantu 1.2

$$T_i = i_n \times (t_{pzi} + n_{opt} \times t_{ii}) \quad [\text{min/ god}] \quad i_n = n_s \quad t_{ii} = t_k$$

3. Za varijantu 2.1

$$T_i = i_n \times (t_{pzi} + i_p \times p_{opt} \times t_{ii}) \quad [\text{min/ god}]$$

4. Za varijantu 2.2

$$T_i = Q_j \times t_{ii} \quad [\text{min/ god}] \quad t_{pzi} \approx 0 \quad i_n = 1 \quad n_{opt} = Q_j$$

Proračun opterećenje preseka sistema, dat je tabelarno u vidu:

a) Karte vremena za operaciju (Slika 8)

b) Karte opterećenja preseka sistema (Slika 9)

Za varijantu 1.2 koristi se sledeća formula:

$$T_i = i_n \times (t_{pzi} + n_{opt} \times t_{ii}) \quad [\text{min/ god}]$$

KARTA VREMENA
ZA OPERACIJU

Predmet rada

oznaka

39.3302

naziv

VRATILO SA ZUPČANIKOM

broj delova

Fakultet tehničkih nauka

INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME

VU - 31000 Novi Sad, Uč. D. Obradiva 1

OPERACIJE

oznaka	naziv	radno mesto	veličina Op. [jed/god]	veličina serije n [jed/ser]	br serija in [ser/god]	elementi norme vremena t _{pzi} [u jed/ser]	t _{ii} [u jed/ser]	veličina norme vremena t _{ai} [u jed/ser]	fond vremena na operaciju T _i [u jed/god]
1	2	3	4	5	6 x 4 / 5	7	8	9 x 7 + 5 x 8	10 x 6 x 9
010	ODSECANJE	1001	13.200	264	50	20	4,20	1.130	56.500
020	OBRADA KRAJEVA	1002	13.200	264	50	20	2,80	760	38.000
030	STRUGANJE	1003	13.200	264	50	60	7,50	2.040	102.000
040	STRUGANJE	1003	13.200	264	50	30	2,50	690	34.500
050	BRUŠENJE	1004	13.200	264	50	25	3,00	820	41.000
060	OZUBLJIVANJE	1005	13.200	264	50	120	20,00	5.400	270.000
070	OBAŽANJE IVICA	1006	13.200	264	50	5	2,50	665	33.250
080	ODLANJE OŽLEBUENJA	1007	13.200	264	50	60	8,00	2.170	108.500
090	OBAŽANJE IVICA	1006	13.200	264	50	5	1,10	295	14.750
100	KALJENJE	1008	13.200	264	50	20	3,90	1.030	52.500
110	OTPUŠTANJE	1009	13.200	264	50	20	3,50	945	47.250
120	PESKIRANJE	1010	13.200	264	50	10	1,00	275	13.750
130	ISPRAVLJANJE	1011	13.200	264	50	30	1,50	430	21.500
140	BRUŠENJE	1012	13.200	264	50	25	8,00	2.140	107.000
150	UPARIVANJE	1013	13.200	264	50	30	5,00	1.350	67.500
160	POVRŠINSKA ZAŠTITA	1014	13.200	264	50	5	1,00	270	13.500

Slika 8. Karta vremna za operaciju

KARTA OPTEREĆENJA PRESEKA SISTEMA		Proizvodni sistem PROIZVODNI SISTEM ZA IZRADU ZUPČANIKA		Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME VU - 31000 Novi Sad, Uč. D. Obradiva 1	
Radno mesto		Opterećenje T _i			
oznaka	naziv	[min/god]			
1001	TESTERA TRAKASTA	56.500			
1002	MAŠ. ZA OBRADU KRAJEVA	38.00			
1003	STRUG UNIVERZALNI	136.500			
1004	BRUSILICA ZA OKR. BRUŠENJE	41.000			
1005	GLODALICA ZA ZUPČANIKE	270.000			
1006	RM ZA OBARANJE IVICA	48.000			
1007	GLODALICA UNIVERZALNA	108.500			
1008	KOMORNA PEĆ ZA KALJENJE	52.500			
1009	PEĆ ZA OTPUŠTANJE	47.250			
1010	UREDAJ ZA PESKIRANJE	13.750			
1011	UREDAJ ZA ISPRAVLJANJE	21.500			
1012	BRUSILICA ZA ZUPČANIKE	107.000			
1013	UREDAJ ZA UPARIVANJE	67.500			
1014	UREDAJ ZA ZAULJIVANJE	13.500			

Slika 9. Karta opterećenja
preseka sistema

- *Proračun elemenata strukture sistema*

1. Proračun broja jedinica obradnih i tehnoloških sistema

M_{ip} – proračunski broj tehnoloških sistema

T_i – opterećenje preseka sistema radnog mesta “i”


K_e – efektivni kapacitet tehnoloških sistema

$$M_{ip} = \frac{T_i}{K_e} \quad \left(N = \frac{T_i}{K_e} \right)$$

Na osnovu proračunskog broja tehnoloških M_{ip} sistema usvaja se M_{iu} kao ceo broj, koji može da bude veći od 100%, ali da ne prelazi veličinu 1,15-1,20 po jedinici (15-20%)

M_{iu} (N_u) – usvoje broj tehnoloških sistema (ceo broj)

$$\eta_{its} = \frac{M_{ip}}{M_{iu}} \quad \left(\eta = \frac{N}{N_u} \right)$$

PRORAČUN BROJA JEDINICA TEHNOLOŠKIH SISTEMA		Proizvodni sistem PROIZVODNI SISTEM ZA IZRADU ZUPČANIKA		 Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME VII - 11000 Novi Sad, Rep. Sr. (Bosna i Hercegovina)		
oznaka	Radno mesto	T_i (min/god)	K_e (min/god)	Broj jedinica		
	naziv			M_{ip}	M_{iu}	η_{its}
1001	TESTERA TRAKASTA	56.500	180.000	0,31	1	0,31
1002	MAŠ. ZA OBRADU KRAJEVA	38.00	180.000	0,21	1	0,21
1003	STRUG UNIVERZALNI	136.500	180.000	0,76	1	0,76
1004	BRUSILICA ZA OKR. BRUŠENJE	41.000	180.000	0,23	1	0,23
1005	GLODALICA ZA ZUPČANIKE	270.000	180.000	1,50	2	0,75
1006	RM ZA OBARANJE IVICA	48.000	180.000	0,26	1	0,26
1007	GLODALICA UNIVERZALNA	108.500	180.000	0,60	1	0,60
1008	KOMORNA PEĆ ZA KALJENJE	52.500	180.000	0,29	1	0,29
1009	PEĆ ZA OTPUŠTANJE	47.250	180.000	0,26	1	0,26
1010	UREDAJ ZA PESKIRANJE	13.750	180.000	0,07	1	0,07
1011	UREDAJ ZA ISPRAVLJANJE	21.500	180.000	0,11	1	0,11
1012	BRUSILICA ZA ZUPČANIKE	107.000	180.000	0,60	1	0,60
1013	UREDAJ ZA UPARIVANJE	67.500	180.000	0,38	1	0,38
1014	UREDAJ ZA ZAULJIVANJE	13.500	180.000	0,08	1	0,08

Slika 10. Karta proračun broja jedinica teh. sistema

2. Proračun broja učesnika u procesu rada

R_{ip} – proračunski broj učesnika

T_i – opterećenje preseka sistema radnog mesta “i”


K_e – efektivni kapacitet tehnoloških sistema

$$R_{ip} = \frac{T_i}{K_e}$$

Na osnovu proračunskog broja tehnoloških R_{ip} sistema usvaja se R_{iu} kao ceo broj, koji može da bude veći od 100%, ali da ne prelazi veličinu 1,15-1,20 po jedinici (15-20%)

R_{iu} (N_u) – usvoje broj učesnika (ceo broj)

$$\eta_{its} = \frac{R_{ip}}{R_{iu}}$$

PRORAČUN BROJA UČESNIKA U PROCESIMA		Proizvodni sistem PROIZVODNI SISTEM ZA IZRADU ZUPČANIKA		 Fakultet tehničkih nauka INSTITUT ZA INDUSTRIJEN INŽENJERING VU - 11000 Novi Sad, Fakultet Inženjeringa		
oznaka	Radno mesto	T_i (min/god)	K_e (min/god)	Broj učesnika		
	naziv			R_{ip}	R_{iu}	η_{iu}
1001	TESTERA TRAKASTA	56.500	90.000	0,62	1	0,62
1002	MAŠ. ZA OBRADU KRAJEVA	38.00	90.000	0,42	1	0,42
1003	STRUG UNIVERZALNI	136.500	90.000	1,52	2	0,76
1004	BRUSILICA ZA OKR. BRUŠENJE	41.000	90.000	0,46	1	0,46
1005	GLODALICA ZA ZUPČANIKE	270.000	90.000	3,00	3	1,00
1006	RM ZA OBARANJE IVICA	48.000	90.000	0,52	1	0,52
1007	GLODALICA UNIVERZALNA	108.500	90.000	1,20	2	0,60
1008	KOMORNA PEĆ ZA KALJENJE	52.500	90.000	0,58	1	0,58
1009	PEĆ ZA OTPUŠTANJE	47.250	90.000	0,52	1	0,52
1010	UREDAJ ZA PESKIRANJE	13.750	90.000	0,14	1	0,14
1011	UREDAJ ZA ISPRAVLJANJE	21.500	90.000	0,22	1	0,22
1012	BRUSILICA ZA ZUPČANIKE	107.000	90.000	1,20	2	0,60
1013	UREDAJ ZA UPARIVANJE	67.500	90.000	0,76	1	0,76
1014	UREDAJ ZA ZAULJIVANJE	13.500	90.000	0,16	1	0,16

Slika 11. Karta proračun učesnika u procesima

3. Proračun potrebnih površina

Površine potrebne za smeštaj elemenata sistema na radnim mestima (tehnološkim sistemima za obradu, merenje, rukovanje materijalom, upravljanje, itd.)

$$F_{rmi} = F_{tsi} \times k_f [m^2]$$

F_{rmi} – površina radnog mesta za operaciju i ,
 F_{tsi} – neto površina tehnološkog(ih) sistema
 k_f – koeficijent koji uzima u obzir površine ostalih delova strukture radnog mesta

Postoje posebne tablice geometrijskih modela tehnoloških sistema (2D), kao i njihovi 3D modeli koji su urađeni u određenoj razmeri, i pomažu nam pri raspoređivanju opreme u određeni proizvodni prostor.

Proračun potrebnih površina je dat na KARTI POVRŠINA

KARTA POVRŠINA

Proizvodni sistem
PROIZVODNI SISTEM ZA
IZRADU ZUPČANIKA

Fakultet tehničkih nauka
INSTITUT ZA INDUSTRIJSKI DIZAJN
YU - 21000 Novi Sad, Trg D. Obradovića 1

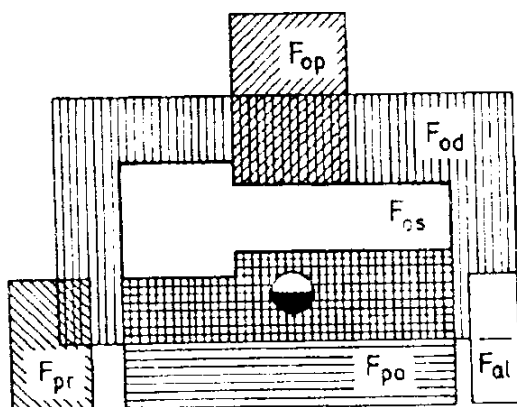
Tehnološki sistem			Površina (m ²)			
oznaka	naziv	br.jed.	osnovna	kr	radnog mesta	ukupna
1001	TESTERA TRAKASTA	1	3,00	4	12,00	12,00
1002	MAŠINA ZA OBRADU KRAJEVA	1	3,75	4	15,00	15,00
1003	STRUG UNIVERZALNI	1	3,80	4	15,50	15,50
1004	BRUSILICA ZA OKRUGLO BRUŠENJE	1	2,60	5	13,00	13,00
1005	GLODALICA ZA OZUBLJENJE KONIČNIH ZUPČANIKA	1	7,00	3	21,00	21,00
1005	GLODALICA ZA OZUBLJENJE CILINDRIČNIH ZUPČANIKA	1	2,50	5	12,50	12,50
1006	RAD. MESTO ZA OBARANJE IVICA	1	1,20	6	7,00	7,00
1007	GLODALICA ZA OŽLJEBJENA VRATILA	1	5,80	3	17,50	17,50
1008	PEĆ SONA ELEKTRODNA	1	3,60	4	14,50	14,50
1008	ELEKTRO-TERMALNO KUPATILO	1	2,90	4	11,50	11,50
1009	ELEKTRIČNA JAMSKA PEĆ	1	1,50	6	8,00	8,00
1010	UREDAJ ZA PRANJE	1	2,60	5	13,00	13,00
1010	UREDAJ ZA PESKIRANJE	1	5,80	3	17,50	17,50
1011	UREDAJ ZA ISPRAVLJANJE	1	0,75	8	6,00	6,00
1012	BRUSILICA ZA BRUŠENJE ZUBA KONIČNIH ZUPČANIKA	1	3,50	4	14,00	14,00
1012	BRUSILICA ZA BRUŠENJE ZUBA CILINDRIČNIH ZUPČANIKA	1	5,80	3	17,50	17,50
1013	UREDAJ ZA KONTROLU I UPARIVANJE ZUPČANIKA	1	5,30	3	16,00	16,00
1014	UREDAJ ZA ZAULJIVANJE	1	2,00	6	12,00	12,00
						244,00

Slika 12. Karta površina

4. Pregled potreba

- Pregled tehnološke opreme

Sadrži potrebne informacije za projektante pri razmeštanju tehnoloških sistema, energetskih sistema, informaciono-upravljačkih sistema itd.



- F_{os} - osnovna površina
- F_{od} - površina održavanja
- F_{po} - površina posluživanja
- F_{op} - površina opasnosti
- F_{pr} - površina ulaganja/odlaganja predmeta rada
- F_{al} - površina za alat

Slika 12b. Struktura površina radnog mesta

PREGLED TEHNOLOŠKE OPREME		Projekovni sistem PROJEKOVNI SISTEM ZA IZRADU ZUPČANIKA		projektant: DR. I. O. Dr. I. O. Dr. I. O. datum: 1992.		DR. I. O. MARKETINO 1992.		Fakultet Tehničkih Nauka PROJEKT ZA PROJEKTOVANJE 1992. - 1999. God. Nač. Ug. 1. izdanje					
tehnološki sistem				površina				snaga		masa		vrednost	
oznaka	projekovni sistem	naziv i tehničke karakteristike		1	2	3	4	5	6	7	8	10 ³ dinara	10 ³ din
1	2			1	2	3	4	5	6	7	8	10 ³ dinara	10 ³ din
1001	PRIVOMAJ- SKA SELEKT 378 P-5	TESTPRA TRAKASTA - prečnik valjaka: max. 220 mm - izdužna predmeta rada: max. 210 x 210 mm - prečnik predmeta rada: max. 200 x 220 mm - spoljne dimenzije: 1300 x 2000 x 1000 mm		1	3,00	3,00	3,00	3,00	680	680	50	50	
1002	POTISJE AMFZ-II 300	MAŠINA ZA POHRANJIVANJE I ZAHREŠIVANJE - prečnik valjaka: 10-120 mm - dužina predmeta rada: 100-310 mm - težina predmeta rada: max. 100 kg - brzina obrtaja: 450, 560, 710, 900 min. - udarilni hod obrade: 500 mm - spoljne dimenzije: 1270 x 2940 mm		1	3,75	3,75	5,30	5,30	1.400	1.400	200	200	
1003	POTISJE PA-431 P/1000	STRUG UNIVERZALNI - visina filjaka: 300 mm - razmak filjaka: 1000 mm - brzina obrtaja: 10-1000 min. - spoljne dimenzije: 2300 x 1500 mm		1	3,80	3,80	7,00	7,00	5.200	5.200	300	300	

**PREGLED
TEHNOLOŠKE OPREME**

Projevodni sistem
PROJEKTOVANJE SISTEMA ZA
IZRADU ZUPČANIKA

projektant: DR. I. O.
DR. I. O.
MARKETING
datum: 1992. izdavanje: 2/

Fakultet tehničkih nauka
univerzitet za inženjering, Beograd
11000 Beograd, Srbija

oznaka		naziv i tehničke karakteristike		površina		snaga		masa		vrednosti		
				m ²		kW		kg		10 ³ dinara		
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1004	LŽTK DIS-1100	UREŠTILICA ZA OKRUGLO BRISANJE - prečnik brisane: max. 240 mm - dužina brisane: max. 150 mm - dimenzije uvela: max. 6400 x 60 mm - spoljne dimenzije: 1800 x 1400 mm		1	2,40	2,40	5,00	5,00	1.600	1.600	250	250
1005	STANKO- IMPORT S247P	GLOBALICA ZA OZUBJENJE KONČNIH ZUPČANIKA - prečnik predmeta rada: max. 320 mm - model: max. 8 mm - brzina obrtaja: max. 10-150 - prečnik gladićke glave: 278 mm - spoljne dimenzije: 1800 x 2500 mm		1	1,00	1,00	11,50	11,50	8.800	8.800	800	800
1005	STANKO- IMPORT S8312	GLOBALICA ZA IZVUJENJE CILINDRIČNIH ZUPČANIKA - prečnik predmeta rada: max. 320 mm - model: max. 6 mm - spoljne dimenzije: 1800 x 1400 x 2500 mm		1	2,50	2,50	11,50	11,50	5.700	5.700	850	850
1006	PRIMAT TIP DM 150	STO BRZAVSKI - max. 10 frekvenca i podizanje za odlaganje stala - spoljne dimenzije: 1500 x 750 x 920 mm		1	1,30	1,30	—	—	45	45	15	15

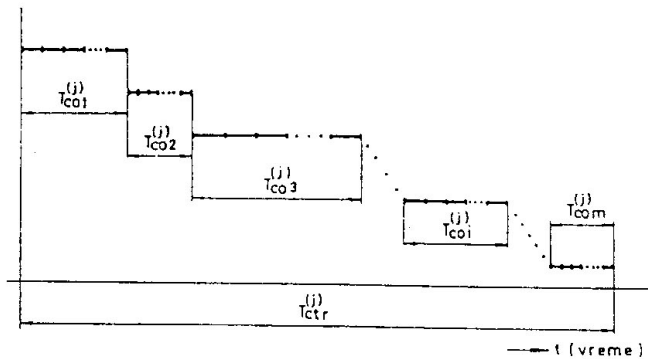
Slika 12a. Karte pregled tehnološke opreme

- Pregled učesnika u procesu rada

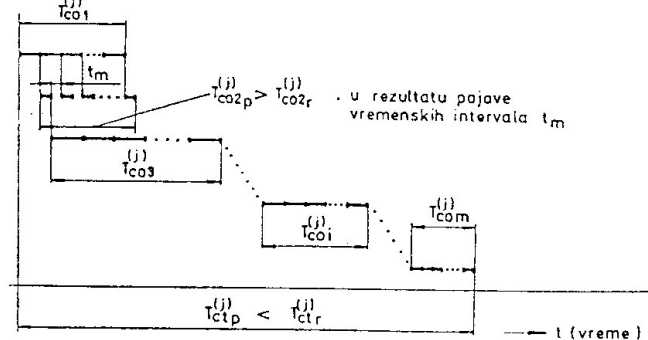
Sadrži potrebne informacije za projektante organizacionih struktura sistema u smislu izbora optimalne strukture učesnika po vrsti zanimanja i stepenu obučenosti

7. Određivanje vremena trajanja ciklusa rada

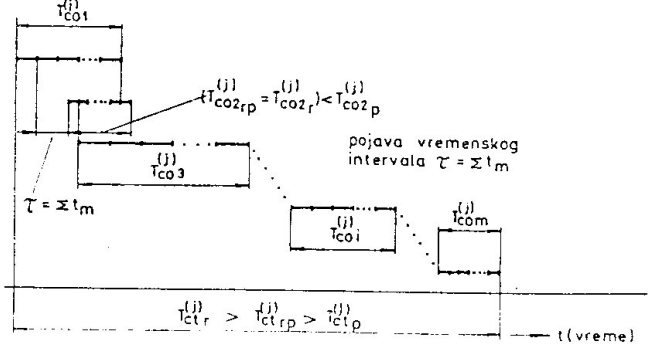
a) redni način prelaza



b) paralelni način prelaza



c) redno-paralelni način prelaza



7.1 Određivanje načina kretanja proizvoda duž toka proizvodnje

- Redni način

Izvođenje Operacija na ukupnoj količini proizvoda u seriji a zatim prenošenje i izrada na narednoj operaciji, itd. (dugo zadržavanje proizvoda u toku proizvodnje, visok nivo nedovršene proizvodnje, lako praćenje i upravljanje proizvodnjom, najduži tehnološki ciklus).

- Paralelan način

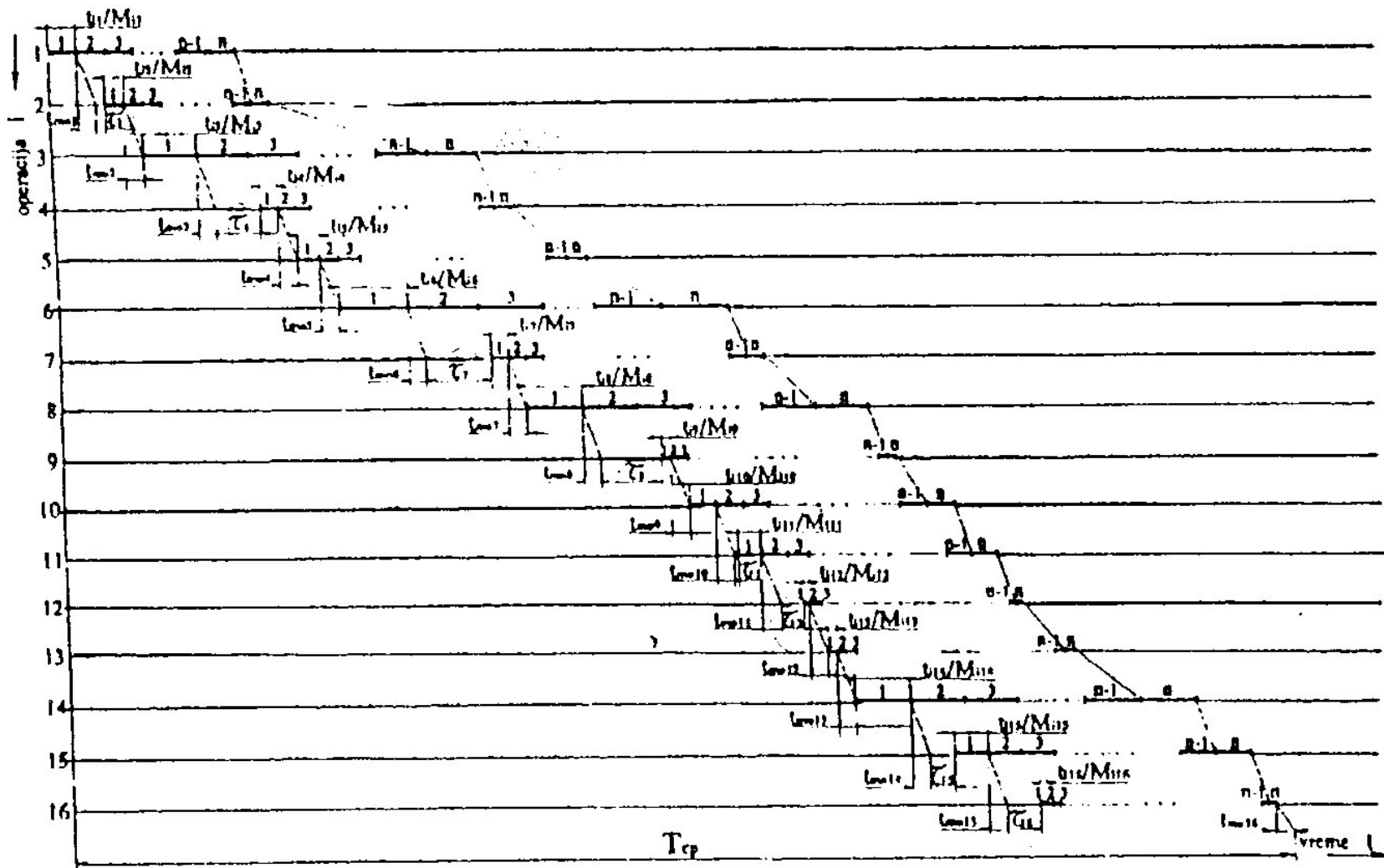
Maksimalan stepen istovremenosti u izvođenju operacija. Javlja se vremenski interval t_m -međuvreme na operacijama kraćeg vremena trajanja u odnosu na prethodnu. (najkraći tehnološki ciklus)

- Redno-Paralelan način

Zadržava Prednosti paralelnog načina, pri čemu su vremenski intervali t_m objedinjavaju u vremenski interval $\tau = \sum t_m$ koji se stavlja na početak izvođenja operacije.

Za posmatranu varijantu toka 1.2 izabran je Redno-Paralelni način kretanja proizvoda duž toka

Slika 13. Načini kretanja proizvoda duž toka



*Slika 14. Dijagram kretanja serije proizvoda duž proizvodnog toka
Redno-Paralelni način kretanja*

7.2 Vreme trajanja ciklusa rada

- Operacioni ciklus T_{coi}

Operacioni ciklus je vremenski interval u kome se na datom radnom mestu izvodi određena operacija na jednoj određenoj količini proizvoda (serija, partija)

$$T_{coi} = n \times \frac{t_{ii}}{M_{ii}} \left(T_{coi} = n \times \frac{t_{ki}}{N_u} \right) \quad [\text{min/ser}] \quad n=264 \text{ kom/ser}$$

$$T_{co1} = n \times \frac{t_{i1}}{M_{i1}} = 264 \times \frac{4,2}{1} = 1109 \quad [\text{min/ser}]$$

$$T_{co2} = 264 \times \frac{2,8}{1} = 739 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co7} = 660 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co12} = 264 \quad [\text{min/ser}]$$

$$T_{co3} = 264 \times \frac{7,5}{1} = 1980 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co8} = 2112 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co13} = 396 \quad [\text{min/ser}]$$

$$T_{co4} = 264 \times \frac{2,5}{1} = 660 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co9} = 290 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co14} = 2112 \quad [\text{min/ser}]$$

$$T_{co5} = 264 \times \frac{3}{1} = 792 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co10} = 1030 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co15} = 1320 \quad [\text{min/ser}]$$

$$T_{co6} = 264 \times \frac{20}{2} = 2640 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co11} = 924 \quad [\text{min/ser}] \quad T_{co16} = 264 \quad [\text{min/ser}]$$

- Tehnološki ciklus T_{ct}

Obuhvata Ukupno vreme izvođenja svih operacija na n-proizvoda jedne serije od ulaza proizvoda na prvu operaciju pa do izlaska proizvoda na poslednjoj operaciji. Uslovljen je načinom prelaska proizvoda pri čemu je $T_{ctp} < T_{ctrp} < T_{ctr}$

Kod R-P načina kretanja proizvoda duž toka proizvodnje, izračunava se prema:

$$T_{ct} = \frac{\sum t_{ii}}{M_{ii}} + \sum \tau_i + (n-1) \frac{t_{i16}}{M_{i16}} \quad [\text{min/ser}]$$

Gde su vremenski periodi τ_i određeni na osnovu, što je predstavljeno na slici 15:

$$\tau_i = n \times \left(\frac{t_{i,i-1} - t_{ii}}{M_{ii}} \right)$$

i-1	i	$t_{i,i-1}$	t_{ii}	n	τ_i
1	2	4,20	2,80	264	370
3	4	7,50	2,50	264	1320
6	7	20/2	2,50	264	1980
8	9	8,00	1,10	264	1822
10	11	3,90	3,50	264	106
11	12	3,50	1,00	264	660
14	15	8,00	5,80	264	792
15	16	5,00	1,00	264	1056
UKUPNO [min/ser] :					8106

$$T_{ct} = 4,2 + 2,8 + 7,5 + 2,5 + 3,6 + 20,0/2 + 2,5 + 8,0 + 1,1 + 3,9 + 3,5 + 1,0 + 1,5 + 8,0 + 5,0 + 1,0 + 8.106 + (264-1)1,0 = 8.444,5 \quad \text{min/ser}$$

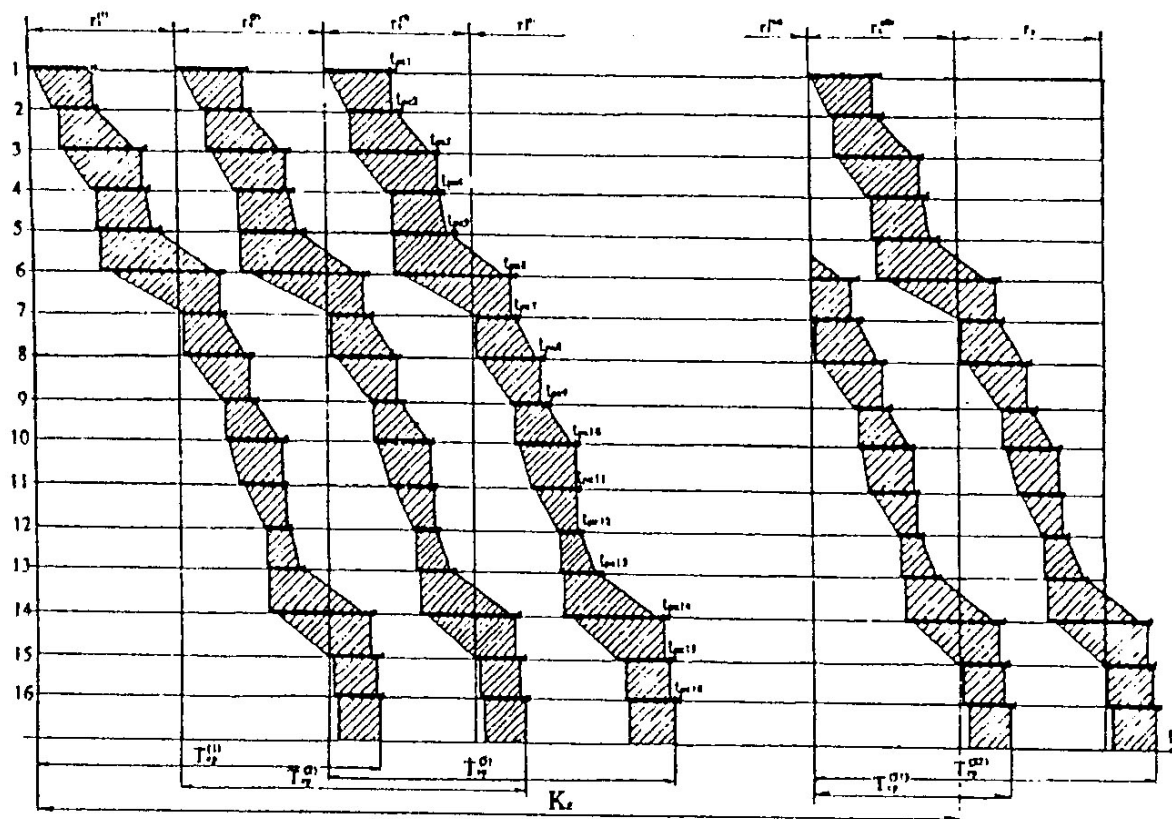
Slika 15. Tabela za određivanje vremenskih perioda τ_i

- *Proizvodni ciklus T_{cp}*

Obuhvata izvođenje tehnoloških T_{ct} i ostalih delova strukture rada T_{uo} (vremena trajanja pripreme, organizacije, održavanja, zastoja, čekanja u redovima čekanja, stanja u otkazu, itd.)

$$T_{cp} = T_{ct} + T_{uo} \quad \text{u našem slučaju} \quad T_{uo} \cong t_{moi} \quad \text{pa je:} \quad T_{cp} = T_{ct} + \sum t_{moi}$$

$$T_{cp} = T_{ct} + 16 \times t_{moi} = 8444,5 + 16 \times 5 = 8524,5 [\text{min/ ser}]$$



Slika 16. Dijagram kretanja svih serija duž proizvodnog toka

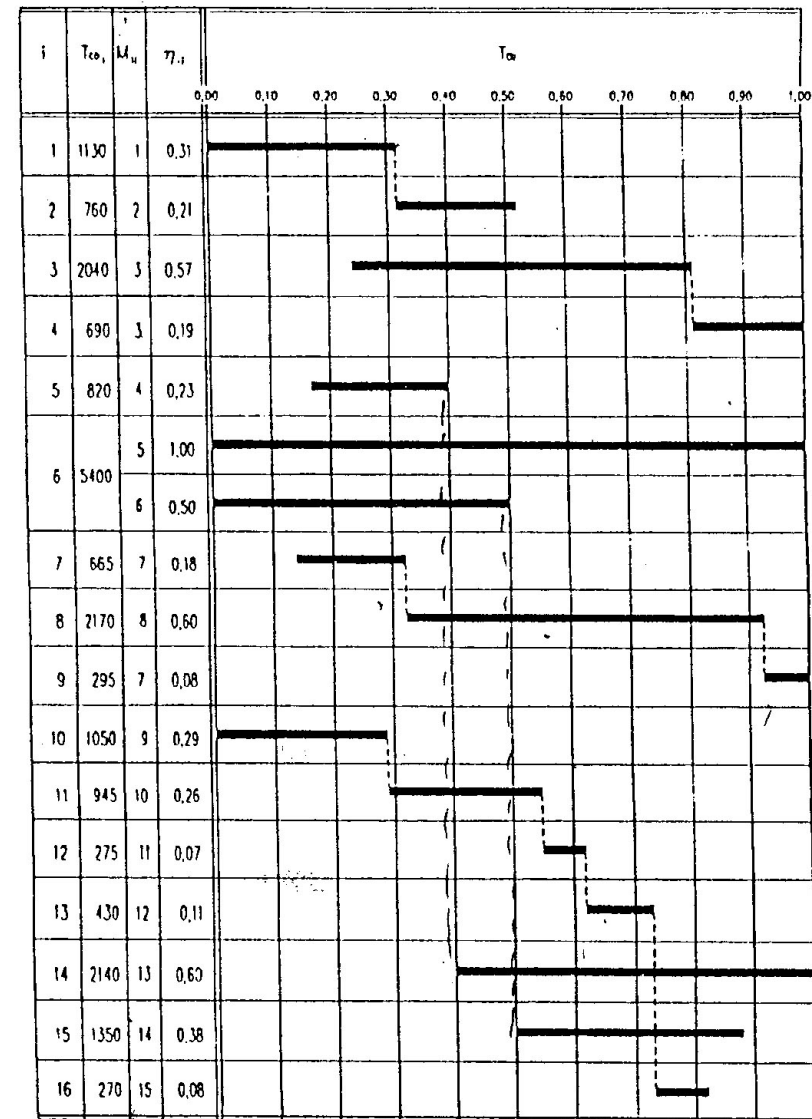
8. Uravnoteženje procesa rada

To je zahtev da se određenom vremenskom periodu-ciklusu uravnoteži T_{cu} , u svakoj fazi procesa rada izradi određen jednak broj proizvoda, čime se postiže održavanje projektovanog ritma toka procesa.

Na osnovu broja jedinica i stepena iskorišćenja tehnoloških sistema na radnim mestima i analize mogućnosti izvođenja pojedinih operacija na istom tehnološkom sistemu, usvojena je varijanta dijagrama, prikazana na slici 17.

Za vreme trajanja ciklusa uravnoteženja usvojeno je trajanje jednog kvartala $T_{co}=45000$ min.

Na osnovu uravnoteženja procesa rada se oblikuje dijagram stanja zaliha na međuskladištima.

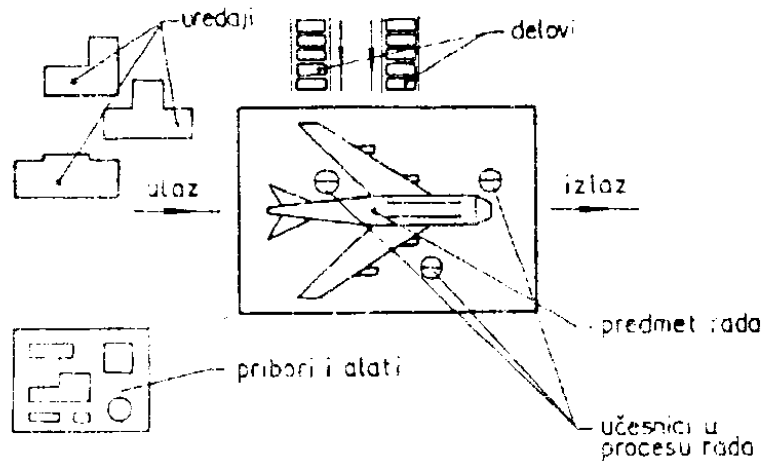


Slika 17. Dijagram rada proizvodnog sistema

9. Oblikovanje prostorne strukture sistema

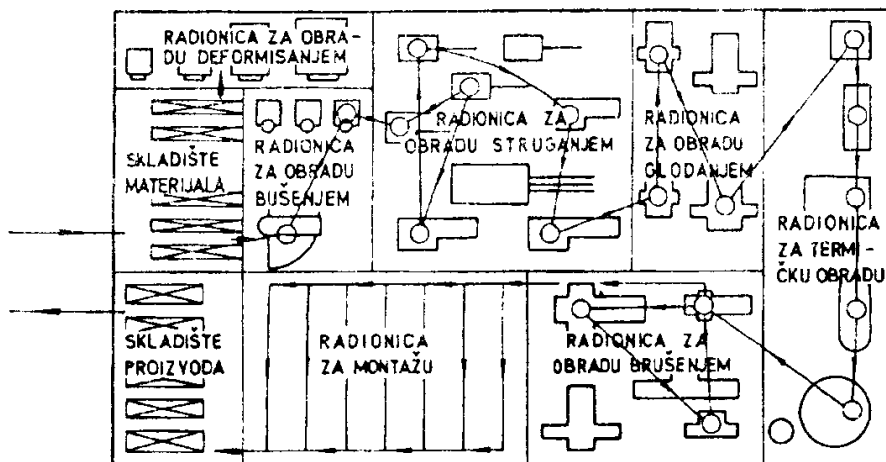
9.1 Izbor oblika toka

- Prekidni tokovi



Varijanta 1.1

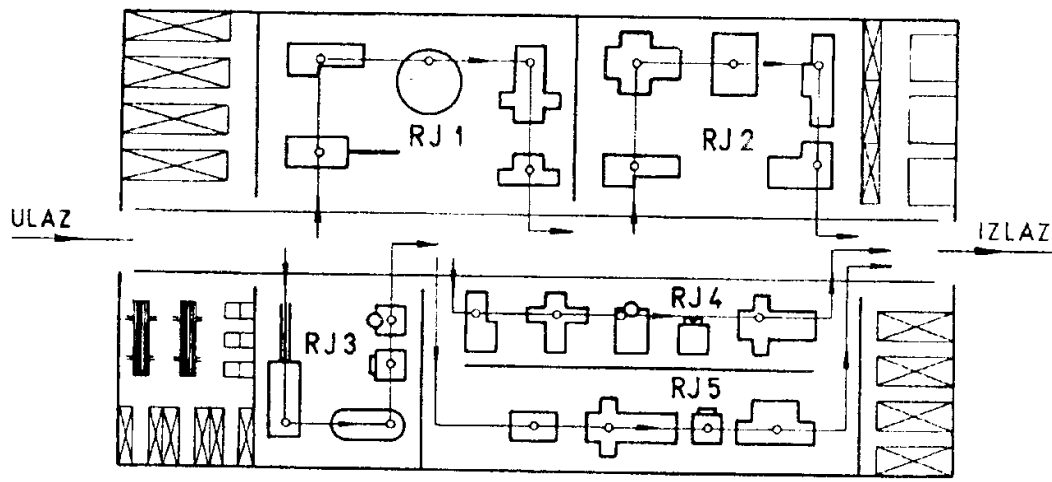
Tok sa utvrđenim položajem predmeta rada, postavljenim na procesnom principu, sa međusobno nepotrebnim ili vezama malog intenziteta



Varijanta 1.2

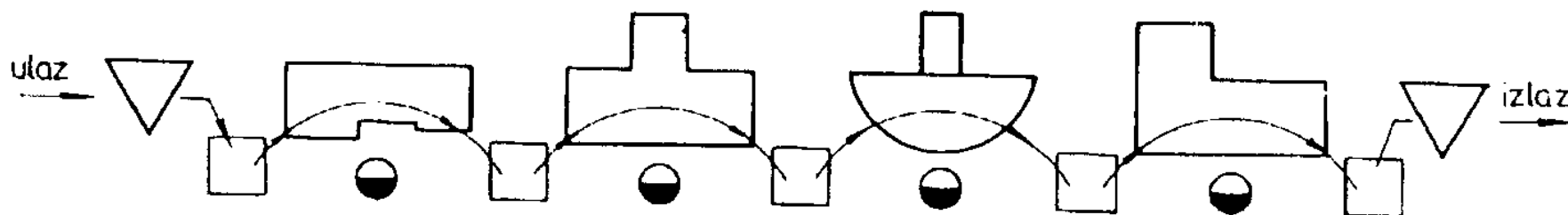
Procesni tok zasnovan na grupisanju svih operacija, odnosno tehnoloških sistema iste vrste u jednu celinu, radionicu za određenu vrstu procesa (npr. Radinica za struganje, glodanje...)

- Neprekidni tokovi



Varijanta 2.1

Višepredmetni tok predmeta rada sa sličnim redosledom operacija i tehnološkim sistemima razmeštenim u višepredmetne linije

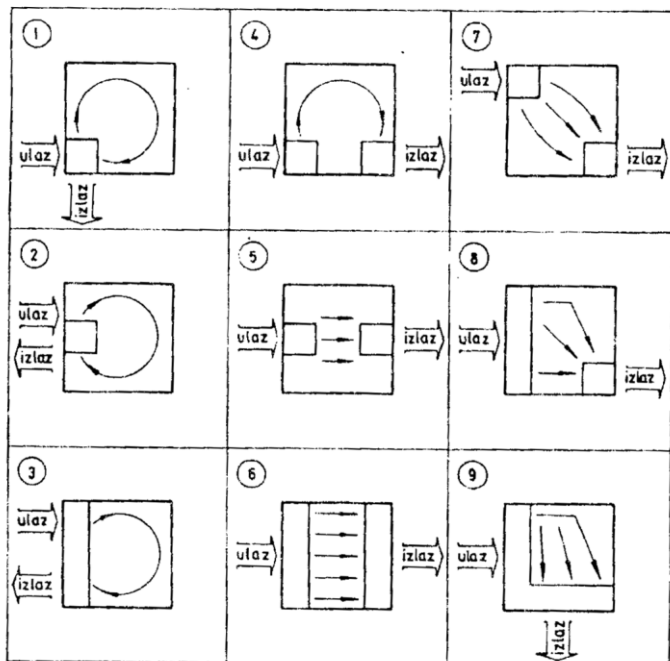


Varijanta 2.2

Jednopedmetni tok, namenjen za izradu samo jednog predmeta rada (proizvoda) u visokim količinama-masovna proizvodnja

•Oblici tokova u funkciji prostornih ograničenja

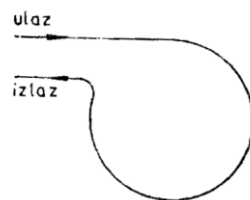
Pri projektovanju proizvodnih sistema jedno od najčešćih ograničenja vezano je za oblik i strukturu građevine i međusobnog položaja ulaza i izlaza.



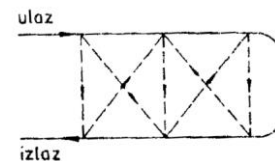
Pravolinijski oblik toka



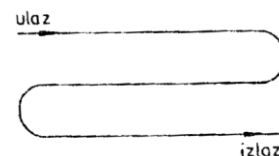
Kružni oblik toka



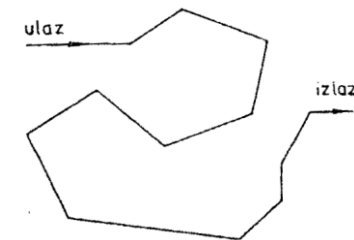
L- oblik toka



U- oblik toka



S- oblik toka



Nepravilan oblik toka

Za slučaj prekidnog toka Varijante 1.2, osnovnog modela tokova materijala potrebno je projektovati prostornu strukturu procesnog tipa sa radničkim razmeštajem radnih mesta.

Za prekidne tokove sa procesima rada u većoj meri neujednačenih vremena trajanja operacija najpogodniji je U-oblik toka.

9.2 Osnovne podloge za oblikovanje struktura

- Karta toka procesa

Karta toka procesa predstavlja integralni prikaz toka procesa zasnovan na komponovanju tehnoloških procesa obrade, montaže, rukovanja materijalom, merenja i upravljanja. Pri tome svaki od elemenata procesa rada ima oznaku-simbol. Karta toka procesa je oblikovana tehnološkog procesa proizvoda predstavnika (slika 18).

KARTA TOKA PROCESA

☒ predmet rada

☐ sredstvo rada

☐ učesnik

☐ stanje

☒ predlog

predmet rada: VRATILLO SA ZUPČANIKOM

brneta

kol. lin.

masa

dimenzije

39.3302

13.200

8,10

Ø62x186

Institut za industrijske procese
 Institut za industrijske procese
 V. - 1999 Puti Kol. Ta. B. Džurđević

oznaka	naziv	radno mesto	proces	kontrola	testiranje	prevođenje	razlozari	vel. fine	masa	položaj	br. obrade	elementi vremene rada			
												lpr (min/hr)	lpr (min/ed)		
													lpr	lpr	lpr
005	Prenosanje	1015	○	□	△	△	10	13.200	80.520		1	5	1,10	0,50	0,20
010	Odsjecanje	1001	●	□	△	△	-	13.200			1	20	3,30	0,25	0,05
020	Obrada krajeva	1002	●	□	△	△	-	13.200			1	20	0,23	1,28	1,29
030	Struganje	1003	●	□	△	△	-	13.200			1	60	3,77	3,25	0,48
040	Struganje	1003	●	□	△	△	-	13.200			1	50	0,05	2,05	0,40
045	Prenosanje	1015	○	□	△	△	6	13.200	80.520		1	30	1,50	0,50	0,20
050	Brusanje	1004	●	□	△	△	-	13.200			1	5	0,51	1,08	0,81
055	Prenosanje	1015	○	□	△	△	5,1	13.200	80.520		1	25	0,60	0,50	0,10
060	Ozubljavanje	1005	●	□	△	△	-	13.200			1	5	16,25	1,85	1,89
070	Obranje Mica	1008	●	□	△	△	-	13.200			1	120	0,43	1,45	0,62
080	Odobanje zljebova	1007	●	□	△	△	-	13.200			1	5	5,29	1,70	1,01
090	Obranje Mica	1008	●	□	△	△	-	13.200			1	80	0,15	0,75	0,50
095	Prenosanje	1015	○	□	△	△	10	13.200	80.520		1	5	2,50	0,50	0,20
100	Kaljenje	1008	●	□	△	△	-	13.200			1	5	2,00	1,40	0,50
110	Opuštavanje	1009	●	□	△	△	-	13.200			1	20	1,50	2,00	0,25
120	Peckanje	1010	●	□	△	△	-	13.200			1	20	0,30	0,50	0,20
130	Ispirivanje	1011	●	□	△	△	-	13.200			1	10	0,60	0,85	0,25
135	Prenosanje	1015	○	□	△	△	15	13.200	80.520		1	70	1,20	1,00	0,45
140	Brusanje	1013	●	□	△	△	-	13.200			1	5	1,15	5,02	1,83
145	Prenosanje	1015	○	□	△	△	6	13.200	80.520		1	25	0,50	0,50	0,10
150	Upravljanje zupčanika	1013	●	□	△	△	-	13.200			1	5	2,60	2,00	0,50
160	Površinska zaštita	1014	●	□	△	△	-	13.200			1	30	0,50	0,30	0,20
165	Prenosanje	1015	○	□	△	△	10	13.200	80.520		1	5	2,00	1,00	0,30
170	Skladištenje	1015	○	□	△	△	-	13.200	80.520		1	5	2,50	0,50	0,40

Primeri simbola:

○- obrada (montaža)

□- kontrola

△- skladištenje

Slika 18. Karta toka procesa za proizvod predstavnik

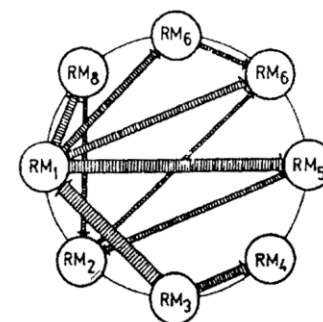
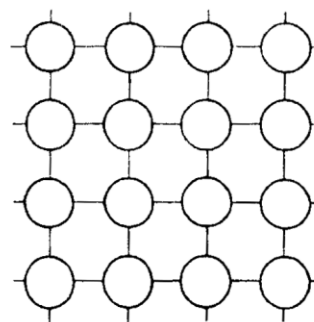
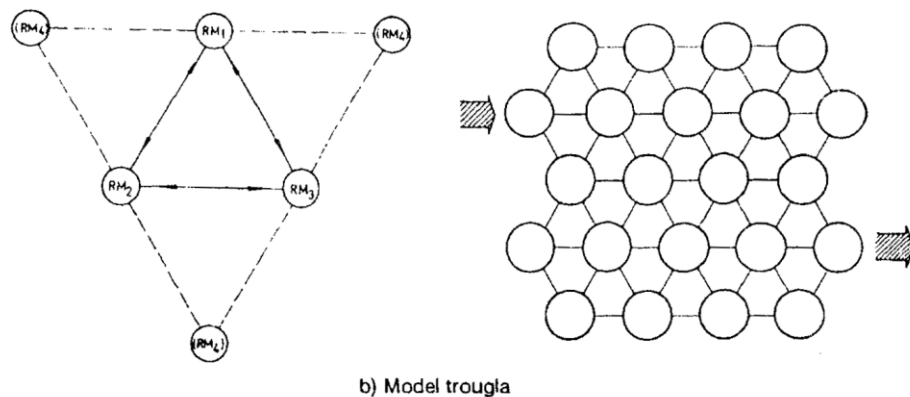
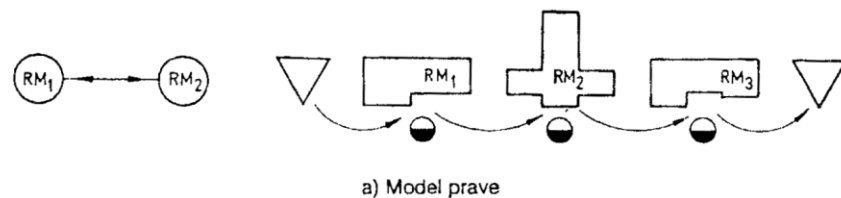
- Matrica intenziteta kretanja

Matrica intenziteta kretanja oblikovana je na osnovu karte toka procesa i sadrži podatke o intenzitetu toka između radnih mesta. (ovde se neće razmatrati)

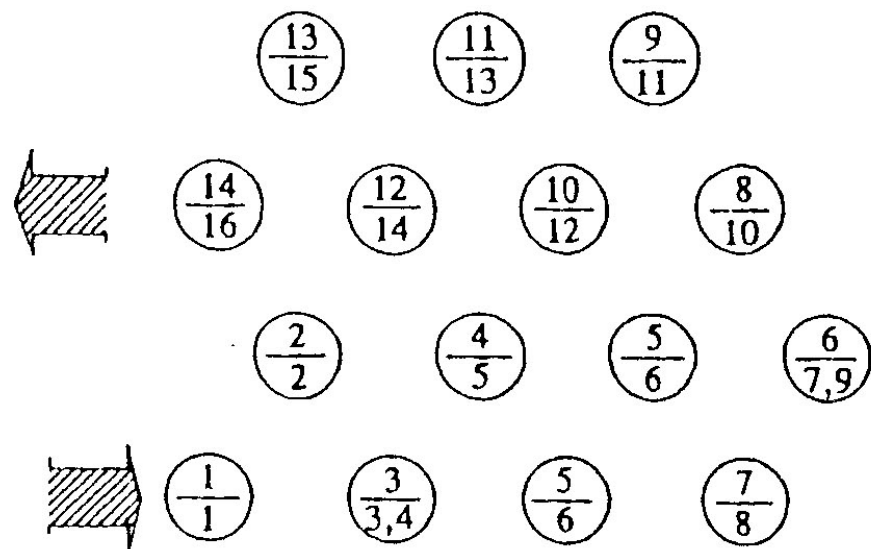
- Izbor modela razmeštaja radnih mesta

Za utvrđivanje međusobnog položaja elemenata sistema-radnih mesta razvijeni su modeli za razmeštaj koji omogućuju iznalaženje optimalnog položaja elemenata. U zavisnosti od tipa i varijante osnovnog oblika toka u primeni su:

- model prave,
- model trougla,
- model kvadrata i
- model kruga.



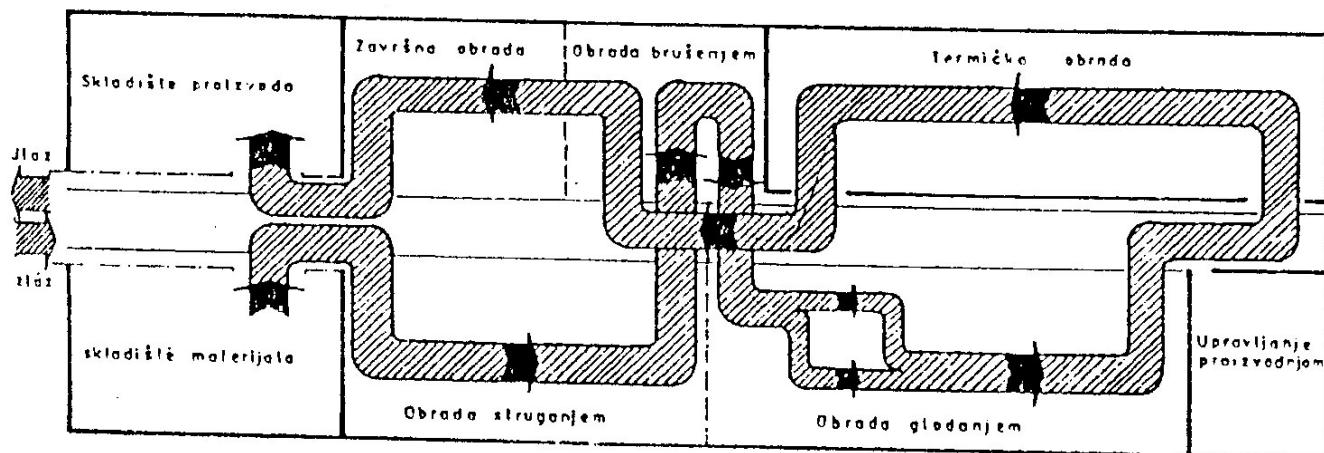
U skladu sa utvrđenom varijantom toka 1.2 i izabranim U-oblikom toka, usvojen je model trougla kao model razmeštaja elemenata strukture. Na osnovu datog modela oblikovan je osnovni razmeštaj radnih mesta (slika 19)



- Dijagram toka materijala

Slika 19. Osnovni razmeštaj radnih mesta u sistemu

Kako se tehnološki proces proizvoda predstavnika sastoji iz relativno velikog broja operacija, najčešće sa po jednim tehnološkim sistemom na radnim mestima, dijagram toka materijala je oblikovan sa jednim mestom ulaza i izlaza u sistemu.



Slika 20. Dijagram toka materijala

- Ograničenje u postavljanju elemenata sistema

Pri izvođenju postupka oblikovanja prostornih struktura sistema javlja se određeni broj objektivnih ograničenja. To su:

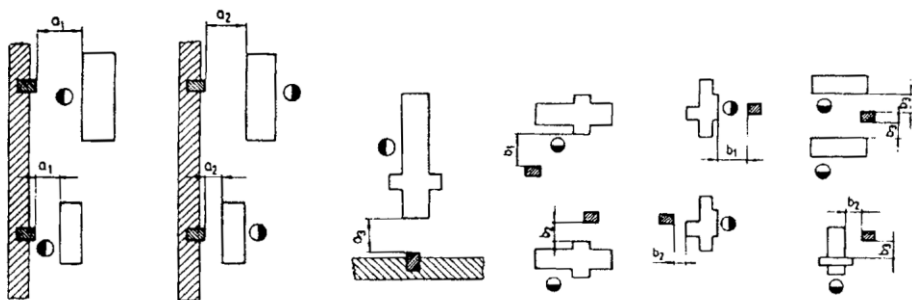
- Dimenzije proizvodnih hala (obično kod rekonstrukcije postojećih sistema)

1. hale čelične konstrukcije

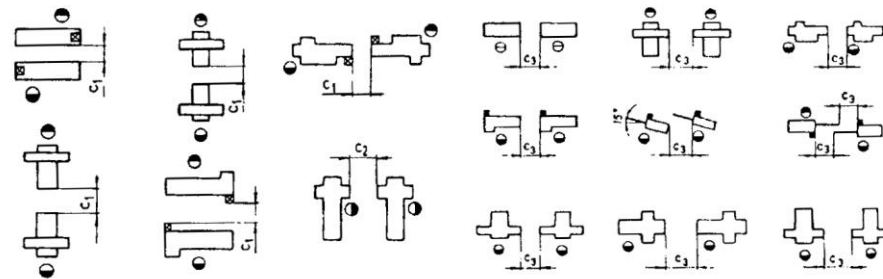
2. hale betonske konstrukcije

- Elementi objekata i instalacija (ograničenja vezana za minimalna rastojanja tehnoloških sistema i elemenata objekta) slika 20a

- Međusobna minimalna rastojanja tehnoloških sistema (uslovljena načinom postavljanja tehnoloških sistema) slika 20b



Slika 20a. Rastojanja tehnoloških sistema u odnosu na elemente objekta



Slika 20b. Međusobna rastojanja tehnoloških sistema

U pogledu dimenzija i oblika građevinskih objekata nema posebnih ograničenja jer se projektuje nova proizvodna hala u skladu sa prethodno utvrđenim veličinama u pogledu potrebnih površina, oblika i drugih elemenata.

9.3 Razmeštaj radnih mesta

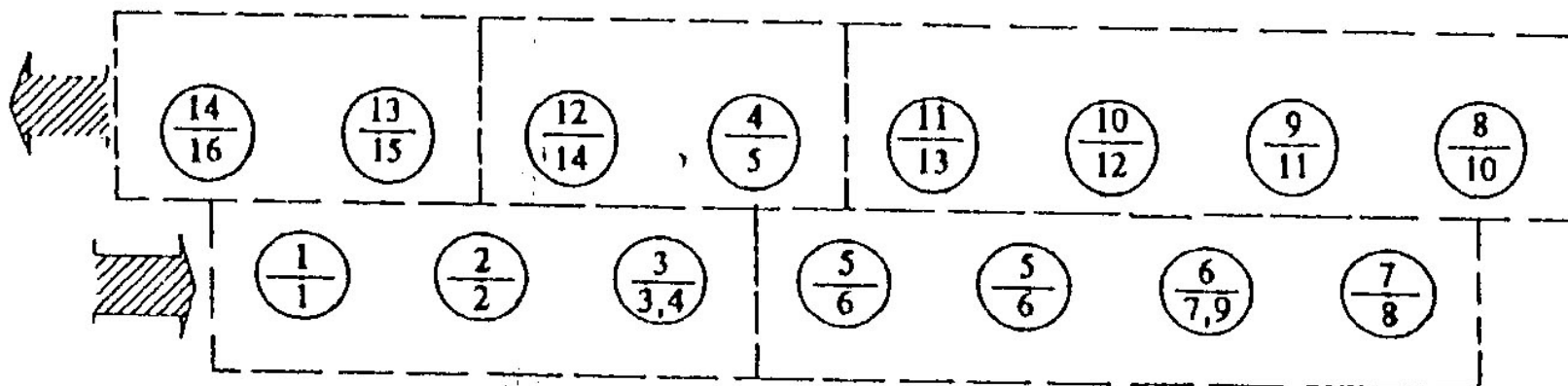
Na osnovu utvrđenih podloga izvršeno je oblikovanje prostorne strukture sistema koji sadrži, u skladu sa vrstama obrade određenim tehnološkim procesom izrade proizvoda predstavnika, pored skladišta materijala i skladišta proizvoda, četiri radionice, i to:

Radionica 1: Radionica za obradu struganjem sa tri tehnološka sistema

Radionica 2: Radionica za obradu glodanjem sa četiri tehnološka sistema

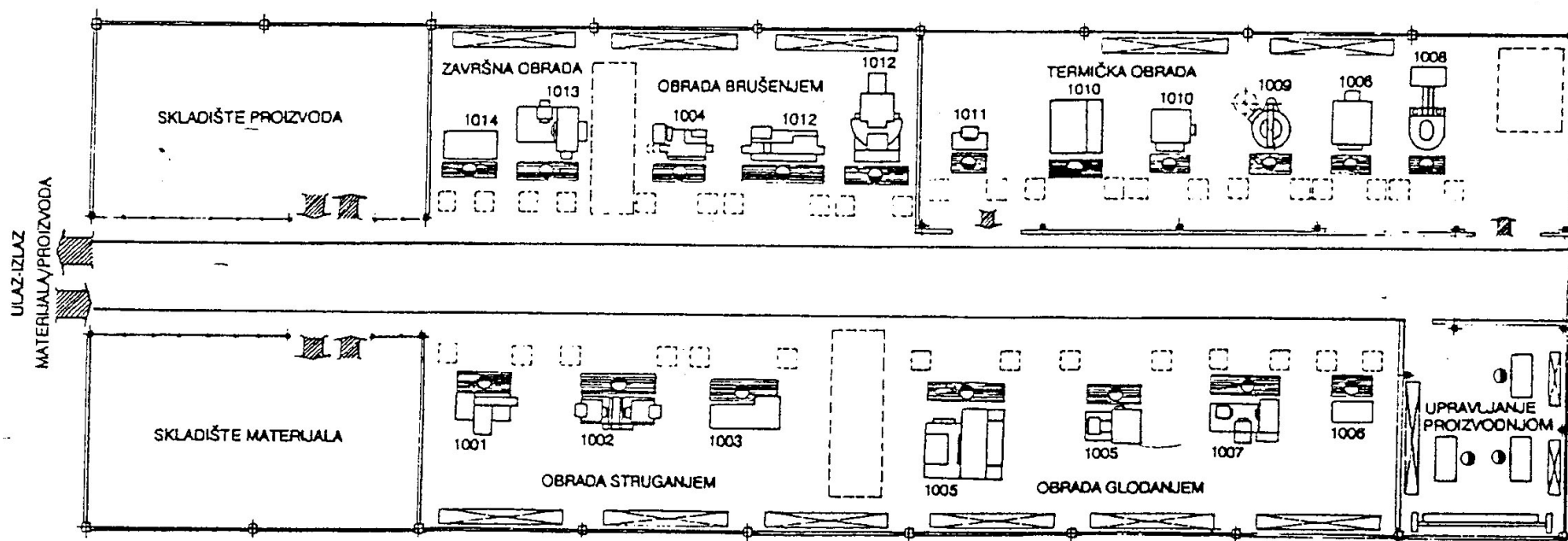
Radionica 3: Radionica za termičku obradu koja objedinjuje operacije termičke obrade, peskiranja i ispravljanja, sa četiri tehnološka sistema

Radionica 4: Radionica za obradu brušenjem i završnu obradu sa četiri teh. sistema



Slika 21. Osnovni razmeštaj prostornih struktura

Izborom tehnoloških sistema za izvođenje operacija po vrsti i karakteristikama omogućeno je oblikovanje strukture radnih mesta sa površinama koje ona uključuje, kao i izbor geometrijskih modela tehnoloških sistema sa radnim mestima. Uzimajući u obzir ostale potrebne površine- za transport između radnih mesta, međuskladišta između radionica različite vrste, izborom međusobnog položaja tehnoloških sistema, položaja tehnoloških sistema u odnosu na transportne puteve i ograničenja u smislu odgovarajućih rastojanja, izvršeno je oblikovanje razmeštaja radnih mesta, čiji je izgled dat na slici 22.



Slika 22. Razmeštaj radnih mesta