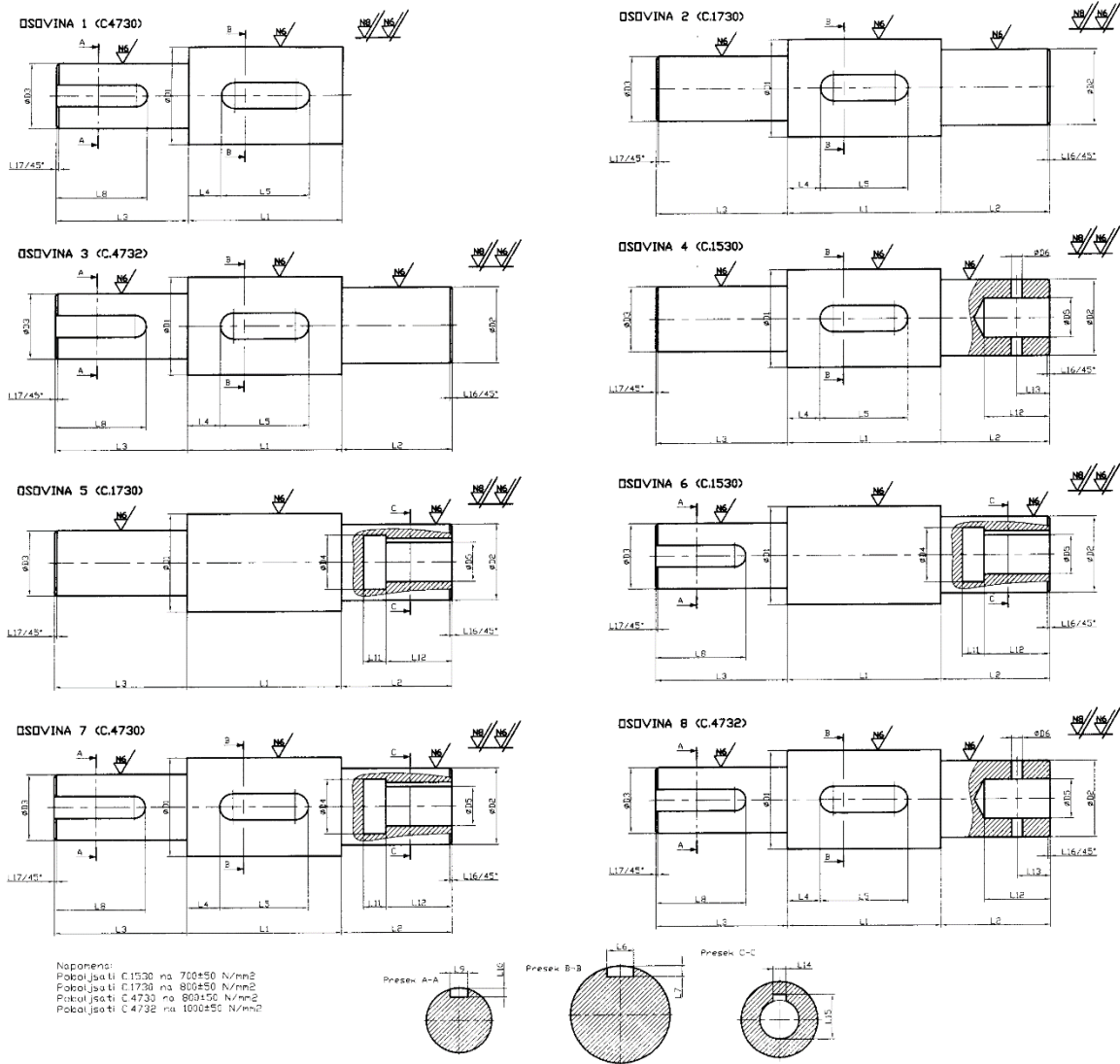


TEHNOLOŠKE PODLOGE ZA RAZVOJ I PRIMENU CIM SISTEMA
NA PRIMERU TEHNOLOŠKE GRUPE PROIZVODA - OSOVINA

Zadatak:

Deo proizvodnog programa jednog proizvodnog sistema čine osovine prema slici 1, koje su grupisane u jednu tehnološku grupu (TG1). U tabeli 1 dati su osnovni podaci o osovinama koje čine posmatranu tehnološku grupu.



	ϕ D ₁ h7	ϕ D ₂ h7	ϕ D ₃ h7	ϕ D ₄	ϕ D ₅	ϕ D ₆	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆ P9	L ₇ +0.2	L ₈	L ₉ P9	L ₁₀ +0.2	L ₁₁	L ₁₂	L ₁₃	L ₁₄ P9	L ₁₅ +0.1	L ₁₆	L ₁₇	
Osovina 1	60	-	40	-	-	-	70	-	60	10	25	18	6.8	25	12	4.9	-	-	-	-	-	-	-	1.5
Osovina 2	55	38	34	-	-	-	68	72	48	15	40	16	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5
Osovina 3	45	30	30	-	-	-	75	80	45	10	40	14	5.5	20	8	4.1	-	-	-	-	-	-	-	1.5
Osovina 4	45	32	38	-	20	5	75	62	58	15	50	14	5.5	-	-	-	-	42	20	-	-	-	2	2
Osovina 5	55	30	30	25	18	-	75	60	55	-	-	-	-	-	-	-	12	40	-	6	20.6	1.5	1.5	
Osovina 6	50	40	45	25	18	-	80	50	45	-	-	-	-	20	14	5.5	10	30	-	6	20.6	1	1	
Osovina 7	50	40	35	25	20	-	90	60	70	10	60	16	6.2	25	8	4.1	10	30	-	4	21.6	1	1	
Osovina 8	45	35	30	-	18	6	70	50	60	15	40	14	5.5	25	8	4.1	-	30	18	-	-	-	-	1

Slika 1. Osovine tehnološke grupe TG1 sa dimenzijama

R. br. dela	Naziv dela	Obim proizvodnje (kom/god)	Masa dela (kg)	Vrednost (n.j.)
1	Osovina 1	100	2,1	50
2	Osovina 2	150	2	65
3	Osovina 3	200	1,9	65
4	Osovina 4	100	1,8	75
5	Osovina 5	200	2,1	75
6	Osovina 6	100	2,1	80
7	Osovina 7	300	2,2	80
8	Osovina 8	250	2	80

Tabela 1. Osnovni podaci o delovima tehnološke grupe osovina

Postaviti tehnološke podloge za razvoj i primenu CIM sistema za posmatranu tehnološku grupu osovina. Izvršiti ocenu efekata primene CIM sistema, odnosno izvršiti proračun vremena operacija obrade tehnološke grupe, vremenski stepen iskorišćenja i proizvodnost obradnih modula CIM sistema na principima grupne tehnologije.

Potrebno je:

1.0 Projektovati grupni tehnološki proces obrade date tehnološke grupe osovina prema priloženim crtežima na slici 1 i podacima iz tabele 1.

- 1.1. Izvršiti klasifikaciju delova prema konstruktivno-tehnološkom klasifikatoru za rotacione delove oblika osovina.
- 1.2. Projektovati kompleksan deo i odgovarajuće matrice klasifikacionih brojeva.
- 1.3. Izabrati racionalnu vrstu priprema, projektovati sadržaj tehnološkog procesa izrade kompleksnog dela i formirati matricu redosleda obrada za delove iz grupe.
- 1.4. Projektovati grupne operacije obrade.
- 1.5. Precizirati operacije obrade za konkretne delove i odrediti vreme grupnih operacija obrade delova tehnološke grupe, primenom:
 - 1.5.1 Grafoanalitičke metode (Metode sličnosti)
 - 1.5.2 Metode zasnovane na reprezentu tehnološke grupe
- 1.6. Proračunati potreban broj i stepen iskorišćenja obradnih sistema za grupnu operacije obrade struganjem

2.0 Izvršiti ocenu efekata primene obradnih modula CIM sistema za proizvodnju tehnološke grupe osovina.

- 2.1. Odrediti vremensko angažovanje obradnih modula CIM sistema na grupnim operacijama obrade
- 2.2. Odrediti vremenski stepen angažovanja obradnih modula CIM sistema na grupnim operacijama obrade
- 2.3. Odrediti proizvodnosti obradnih modula CIM sistema na grupnim operacijama obrade.

Rešenje:

1.0. Projektovanje grupnog tehnološkog procesa tehnološke grupe TG1

Posmatrana tehnološka grupa osovina može da se izradi po grupnom tehnološkom procesu obrade koji se sadrži iz grupnih operacija obrade. Pošto su osovine tehnološke grupe sa velikom konstruktivno-tehnološkom sličnošću mogu se izraditi po zajedničkom sadržaju tehnološkog procesa, odnosno svi delovi prolaze iste operacije obrade (osim operacije izrade unutrašnjeg žljeba koju pojedine osovine preskaču), onda se tehnološka grupa poistovećuje sa operacijskom grupom.

1.1. Klasifikacija delova

Klasifikacija delova je izvršena prema konstrukciono-tehnoškom klasifikatoru za rotacione delove oblika osovina [1].

ПОЛОЖАЈ ГРУПА КЛАСИФИКАЦИОНИХ КОДОВА У ШИФРИ И ЊИХОВО ЗНАЧЕЊЕ							
1	2	3	4	5	6	7	8
			ОБЛИЦИ СПОЉНИХ РОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА. ОБЛИЦИ ЗА ОБРАДУ	ОБЛИЦИ ГЛАВНИХ УНУТРАШЊИХ РОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА. ОБЛИЦИ ГЛАВНИХ ОТВОРА И РУПА ЗА ОБРАДУ	ОБЛИЦИ НЕРОТАЦИОНИХ ПОВРШИНА	ПОМОЋНИ ОТВОРИ И РУПЕ. ОУЗБЕЉЕ. НАВОЈИ И ФАЗОНСКЕ ПОВРШИНЕ У ПОМ. ОТВОРИМА	
			0 Глатки спољни пречници	0 Без главних отвора и рупа	0 Без неротационих површина	0 Без отвора и рупа	
			1 Цилиндричне. Нефунки, урези.	1 С једне или обе стране	1 Паралелне и међусобно управне површине	1 Рупе и отвори у аксијал. правцу на крусу или произвољно.	ОБЛИК МАТЕРИЈАЛА
			2 Без функи, уреза.	2 Као под 1, плус навој и функи, урези.	2	2 Рупе и отвори у радијал. или овом парцел. правцу.	0 ф профили добијени ваљањем
			3 Као под 2, плус навој	3 Као под 2 и 3, плус функи, урези, конуси и фазон. површине	3 Урези и прорези. Сегменти	3 Комбинација отвора као под 1 и 2, плус произвољни правци отвора и рупа.	1 ф профили добијени аучењем луштењем и сл.
			4 Као под 2 и 3, плус функи, урези, конуси и фазон. површине	4 Рупе са ексцентр. осом	4 Унутрашњи жљебови	4 Оубељење цилиндричних зупаника	2 Шипке профилнег пресека Δ, □, ○ и сл.
			5 Без функи, уреза.	5 Глатки. Без степенастих пречника	5 Спољашњи жљебови	5 Оубељење коничних и тачрастих зупаника	3 Цеси
			6 Као под 5, плус навој	6 Степенасти ф с једне или обе стране. Функи, урези, и конуси	6 Комбинације површина под 4 и 5.	6 Комбинација под 4 и 5, заједно.	4 Стандардни профили I, L, T и сл.
			7 Као под 5 и 6, плус функи, урези, конуси и фазон. површине	7 Као под 5 и 6, плус навој и фазон. површине	7	7 Правoliniјско оубељење (зупчасте летве)	5 Траке, плоче и лимови
			8 Вучни навоји (поред друге површине за обраду), лиси, конуси и фазон. површине	8 Отвори са ексцентр. осом	8	8	6 Откваци или одлици
			9 Специјални облици	9 Специјални облици	9 Специјални облици	9 Специјални облици	7 Разни заварени припреми
							8 Материјал специјалног профилног облика
							9 Облици материјала предлобено обрађени

2	ОСОВИНЕ
D ≤ 20; L/D > 4	
20 < D ≤ 40; L/D ≤ 3	
40 < D ≤ 200; L/D ≤ 2	
200 < D; L/D > 1	

ПРЕЧНИК D	МАТЕРИЈАЛ
0 L < 300	0 Челик < 85 kр/тм ²
1 D < 60 L > 300	1 Челик за побољшање
2 L < 500	2 Лесирани челици
3 L > 500	3 Лаки метали
4 L < 800	4 Обојени метали
5 L > 800	5 Сиви лив
6 200 < D < 400	6 Темпер лив
7 400 < D < 700	7 Челични лив
8 700 < D < 1000	8 Пластичне масе и сл.
9 1000 < D	9 Остали материјали

ОЗНАКА 221. 6601.0

Slika 2. Klasifikator za rotacione delove oblika osovina

R. br.	Deo	Klasifikacioni broj							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Osovina 1	2	0	2	2	0	5	0	0
2	Osovina 2	2	0	1	5	0	5	0	0
3	Osovina 3	2	0	2	5	0	5	0	0
4	Osovina 4	2	0	1	5	1	5	2	0
5	Osovina 5	2	0	1	5	1	4	0	0
6	Osovina 6	2	0	1	5	1	6	0	0
7	Osovina 7	2	0	2	5	1	6	0	0
8	Osovina 8	2	0	2	5	1	5	2	0

Tabela 2. Klasifikaciona oznaka osovina tehnološke grupe proizvoda

1.2. Projektovanje kompleksnog dela i matrice klasifikacionih brojeva

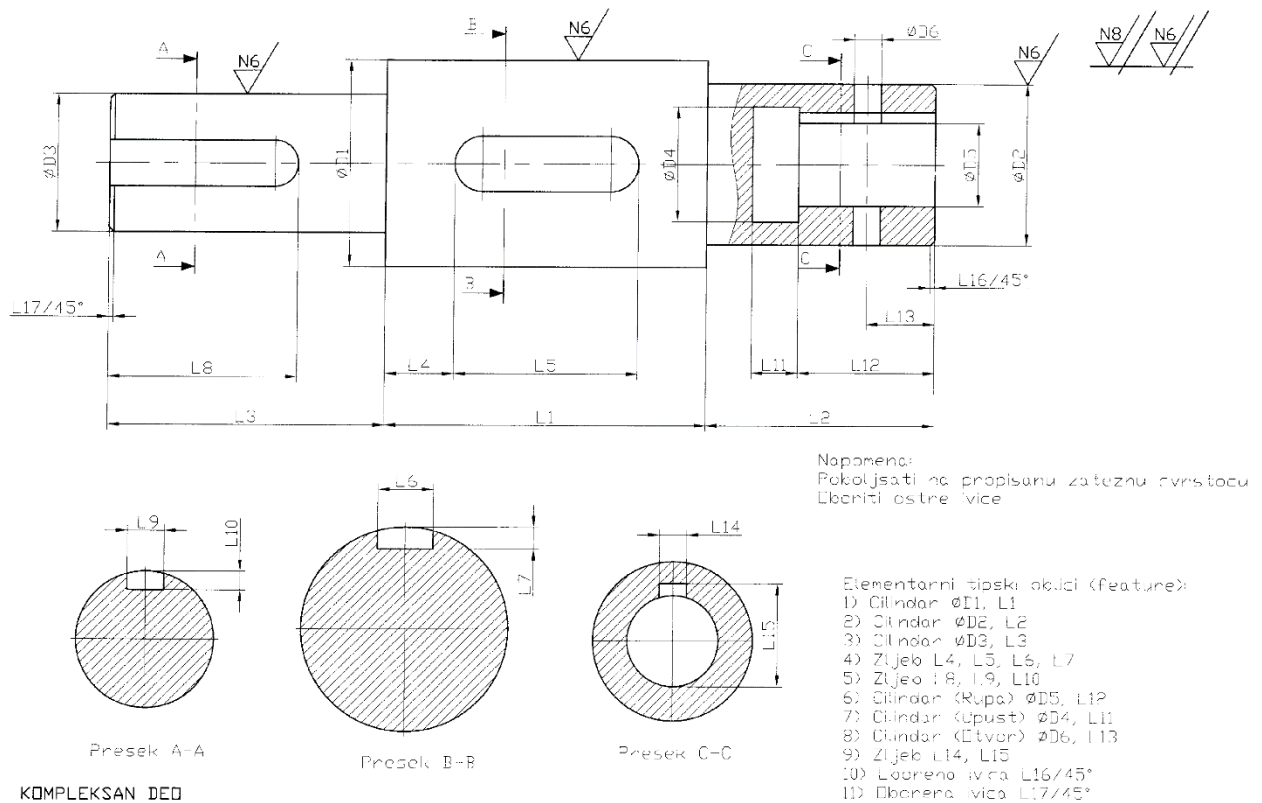
1.2.1. Projektovanje kompleksnog dela

Kompleksan deo treba da sadrži sve geometrijske elemente delova iz grupe tako da se projektovani tehnološki proces za njega može primeniti za izradu svih delova iz grupe. Kod definisanja zahteva u pogledu kvaliteta obrađenih površina i odnosa površina kompleksnog dela uzimaju se najstrožiji zahtevi na pojedinim površinama delovima iz grupe čiji je on reprezent.

Kompleksan deo može biti:

1. Realan kompleksan deo-da postoji jedan deo u grupi koji sadrži sve geometrijske elemente ostalih delova iz grupe i on je tada kompleksan deo.
2. Imaginaran kompleksan deo-ne postoji deo u grupi koji sadrži sve geometrijske elemente ostalih delova iz grupe i tada ga moramo projektovati.

Na osnovu analize grupe osovina projektovan je imaginaran kompleksni deo, koji je dat na slici 3.



Slika 3. Kompleksan deo tehnološke grupe TG1

1.2.2. Matrica klasifikacionih brojeva

Na bazi klasifikacionih brojeva delova (osovina) iz tehnološke grupe formirana je matrica klasifikacionih brojeva (Tabela 3).

	1	2	3	4	5	6	7	8
0		0			0		0	0
1			1		1			
2	2		2	2			2	
3								
4						4		
5				5		5		
6						6		
7								
8								
9								

Tabela 3. Matrica klasifikacionih brojeva

1.3. Izbor priprema, projektovanje sadržaja tehnološkog procesa obrade i matrice redosleda obrade

1.3.1. Izbor racionalne vrste priprema

Kao racionalna vrsta priprema izabrane su toplo valjane šipke standardnih prečnika koje odgovaraju prečniku dela sa određenim dodacima za obradu.

Prema preporukama dodaci za obradu iznose:

- Dodatak za grubo struganje (D=30-50mm i D=50-80mm) $\delta_1=3$ mm
- Dodatak za fino struganje (D=30-50mm) $\delta_2=1,4$ mm i (D=50-80mm) $\delta_2=1,6$ mm
- Dodatak za brušenje (D=30-50mm) $\delta_3=0,3$ mm i (D=50-80mm) $\delta_3=0,4$ mm

Ukupan dodataka za obradu je:

$\delta_{uk.} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 4,7$ mm za D=30-50mm

$\delta_{uk.} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 5$ mm za D=50-80mm

1.3.2. Sadržaj grupnog tehnološkog procesa obrade

Projektovanje grupnog tehnološkog procesa posmatrane tehnološke grupe osovina se vrši za kompleksan deo, čiji sadržaj je dat u tabeli 4.

R.br. operacije	Naziv operacije	Mašina, uređaj
10	Odsecanje	Testera
20	Obrada krajeva	NC glodalica za obradu krajeva
30	Struganje i glodanje	NC strug - FTC GU 600
40	Kontrola	Kontrolni sto
50	Izrada unutrašnjeg žljeba	Vertikalna rendisaljka
60	Doterivanje	Radni sto
70	Poboljšanje	Peć za T.O.
80	Kontrola T.O.	Uređaj za merenje tvrdoće
90	Brušenje	NC brusilica za okruglo brušenje
100	Završna kontrola	Kontrolni sto

Tabela 4. Sadržaj tehnološkog procesa obrade kompleksnog dela tehnološke grupe TG1

1.3.3. Matrica redosleda obrada

Na bazi projektovanog grupnog tehnološkog procesa formirana je matrica redosleda obrada za sve delove iz posmatrane grupe.

R.br. dela	Deo	Operacija									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	Osovina 1	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
2	Osovina 2	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
3	Osovina 3	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
4	Osovina 4	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
5	Osovina 5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Osovina 6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Osovina 7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	Osovina 8	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+

Tabela 5. Matrica redosleda obrada za delove tehnološke grupe TG1

1.5. Preciziranje operacije obrade i određivanje vremena grupnih operacija

Na osnovu dela grupnog tehnološkog procesa obrade posmatrane tehnološke, odnosno operacijske grupe, koja se odnosi na operaciju obrade struganjem i glodanjem, projektovan je tehnološki proces obrade za konkretne delove, koji se biraju u zavisnosti od metode za određivanje vremena grupnih operacija.

Prema pravilima za projektovanje grupnih tehnoloških procesa, oni zahvati obrade koji se ne izvode na konkretnom delu u određenoj operaciji se preskaču, dok se upisuju konkretni podaci o dimenzijama samo postojećih zahvata i unose ostali tehnološki podaci za te zahvate, odnosno konkretni alati, pribori, merila, režimi i vremena (glavna, pomoćna i komadna).

1.5.1. Grafoanalitička metoda (metoda sličnosti)

Da bi se odredilo ukupno vreme obrade neke tehnološke, odnosno operacijske grupe na određenom obradnom sistemu grafoanalitičkom metodom, potrebno je izdvojiti najjednostavniji i najsloženiji deo te grupe i na osnovu odgovarajuće grupne operacije definisati vreme operacija obrade za njih.

Kriterijum za izbor najjednostavnijeg i najsloženijeg dela neke operacijske grupe najčešće se određuje na osnovu najmanjeg i najvećeg broja zahvata obrade ovih delova na posmatranoj operaciji. U ovom primeru to su delovi koji su u programu proizvodnje označene kao osovina1 koja ima 7 zahvata i osovina8 koja ima 14 zahvata u posmatranoj operaciji, prema tabeli 6.

R.br. dela	Deo	Zahvati operacije struganja i glodanja															Ukupno zahvata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Osovina 1	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	7	
2	Osovina 2	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	9	
3	Osovina 3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	10	
4	Osovina 4	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	13	
5	Osovina 5	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	11	
6	Osovina 6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	12	
7	Osovina 7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	13	
8	Osovina 8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	14	

Tabela 6. Matrica zahvata obrade na operaciji struganja i glodanja

Za osovina 1 i osovina 8 precizirana je operacija obrade struganja i glodanja na FTĆ GU 600 i određena odgovarajuća vremena ove operacije, slika 6 i slika 7.

КАРТА ГРУПНЕ ОПЕРАЦИЈЕ																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Назив групе (дела):	OSOVINE TG1 Osovina 1																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Материјал:	Č.4730																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Стање и димензије полуфабриката:	VALJANA ŠIPKA Ø=65																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Величина серије:	350																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Матрица класификационих бројева	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0	0	0	0	0	0																					1		1		1																						2	2	2	2		2																					3																										4						4																				5					5	5																				6							6																			7																										8																										9																									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																						
0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1		1		1																																																																																																																																																																																																																																																																																										
2	2	2	2		2																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4						4																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5					5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																								
6							6																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7																																																																																																																																																																																																																																																																																														
8																																																																																																																																																																																																																																																																																														
9																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Идентификациони број дела:																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Класификациони број дела:																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Ознака и назив машине:	FTC GU 600																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Интегрална ознака:																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Број опер.	СКИЦА ОПЕРАЦИЈЕ	ОПИС ОПЕРАЦИЈЕ	Ознака	Време (мин)	Постојаност (ком)																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			Прибора	Алата	Мерила	v	s	δ	T _{пр}	t _з	t _р	t _к																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30/1		<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo D₃=41,7 l₃=60 Strugati završno D₃=40,3 l₃=60 Obraditi ivicu l₁₇/45=1,5/45 Glodati žljeb l₈/l₁₀=25/12/4,9 	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI T01 T02 T03																																																																																																																																																																																																																																																																																											
30/2		<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo D₁=62 (l₁+l₂)=70 Strugati grubo D₂=... l₂=... Strugati završno D₁=60,4 l₁=70 Strugati završno D₂=... l₂=... Oboriti ivicu l₁₆/45=... Bušiti D₅=... na (l₁₁+l₁₂)=... Useći žljeb D₄=... l₁=... Proširiti D₅=... l₂=... Glodati žljeb l₄/l₅/l₇=10/25/18/6,8 Bušiti D₆=... l₃=... Proširiti D₆=... l₃=... 	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI T01 T01 T02 T02 T02 T02 T04 T05 T06 T07 T08 T09				40				4,8																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Израдио:	Контролисао:	Одобрио:	Имења:	Лист/Листова:	1/1																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Slika 6. Precizirana operacija obrade za osovину 1

КАРТА ГРУПНЕ ОПЕРАЦИЈЕ																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Назив групе (дела):	OSOVINE TG1 Osovina 8																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Материјал:	Č.4732																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Стање и димензије полуфабриката:	VALJANA ŠIPKA Ø=50																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Величина серије:	350																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Матрица класификационих бројева	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0	0	0	0	0	0																					1		1		1																						2	2	2	2		2																					3																										4						4																				5					5	5																				6							6																			7																										8																										9																									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																						
0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1		1		1																																																																																																																																																																																																																																																																																										
2	2	2	2		2																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4						4																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5					5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																								
6							6																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7																																																																																																																																																																																																																																																																																														
8																																																																																																																																																																																																																																																																																														
9																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Идентификациони број дела:																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Класификациони број дела:																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Ознака и назив машине:	FTC GU 600																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Интегрална ознака:																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Број опер.	СКИЦА ОПЕРАЦИЈЕ	ОПИС ОПЕРАЦИЈЕ	Ознака	Време (мин)	Постојаност (ком)																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			Прибора	Алата	Мерила	v	s	δ	T _{пр}	t _з	t _р	t _к																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30/1		<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo D₃=31,7 l₃=60 Strugati završno D₃=30,3 l₃=60 Obraditi ivicu l₁₇/45=1/40 Glodati žljeb l₈/l₁₀=25/8/4,1 	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI T01 T02 T02 T03																																																																																																																																																																																																																																																																																											
30/2		<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo D₁=46,7 l₁+l₂=120 Strugati grubo D₂=36,7 l₂=50. Strugati završno D₁=45,3 l₁=70 Strugati završno D₂=35,3 l₂=50 Oboriti ivicu l₁₆/45=1/45 Bušiti D₅=16 na (l₁₁+l₁₂)=30 Useći žljeb D₄=... l₁=... Proširiti D₅=18 l₂=30 Glodati žljeb l₄/l₅/l₇=15/40/14/5,6 Bušiti D₆=5 l₃=18 Proširiti D₆=6 l₃=18 	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI T01 T01 T02 T02 T02 T02 T04 T05 T06 T07 T08 T09				40				8,7																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Израдио:	Контролисао:	Одобрио:	Имења:	Лист/Листова:	1/1																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Slika 7. Precizirana operacija obrade za osovину 8

Ukupno ciklusno vreme operacije obrade jedne operacijske grupe proizvoda, odnosno delova, može se odrediti na osnovu izraza:

$$T_c = \sum_{i=1}^k (Q_i t_{c_i}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

gde su:

- k- broj različitih delova operacijske grupe
- Q_i -broj pojedinih delova operacijske grupe
- t_{c_i} -ciklusna vremena operacije obrade pojedinih delova operacijske grupe.

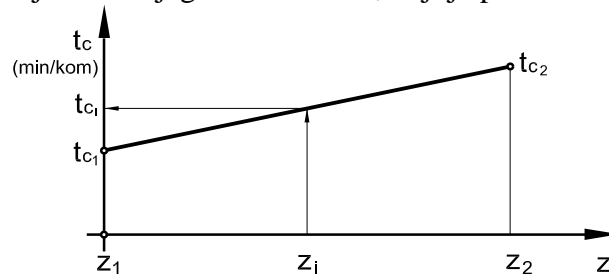
Za primer posmatrane tehnološke grupe TG1, broj različitih delova je $k=8$, dok je broj pojedinih delova dat u tabeli 1. Ukupni broj delova operacijske grupe za obradu na FTC GU 600 je:

$$n = \sum_{i=1}^8 Q_i \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$n = 100 + 150 + 200 + 100 + 200 + 100 + 300 + 250$$

$$n = 1400 \text{ (kom/god)}$$

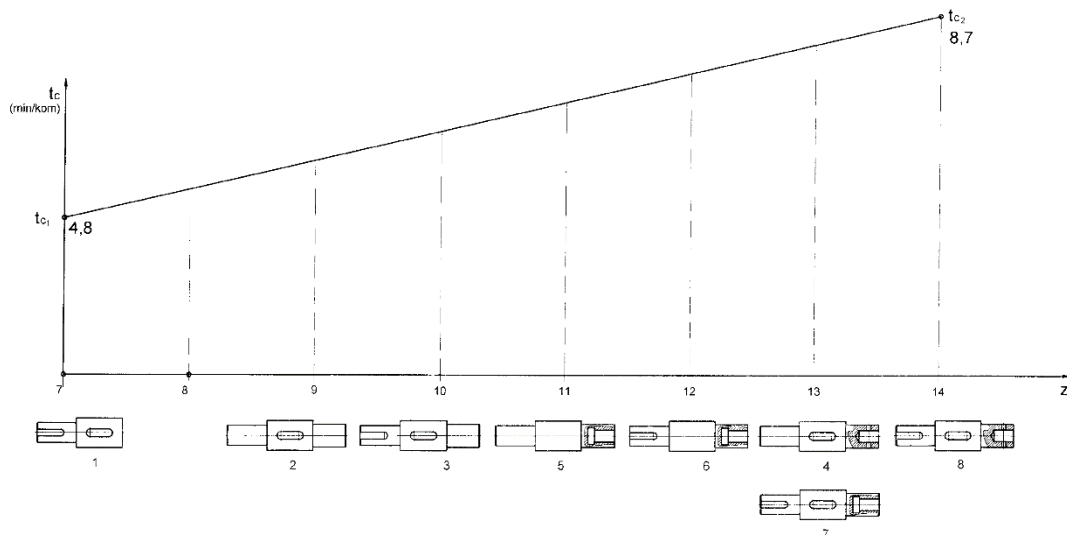
Ciklusna vremena operacije obrade (t_{c_i}) koja, kao što je poznato, obuhvataju osnovna (glavna) i pomoćna vremena, određuju se iz dijagrama sličnosti, koji je prikazan na slici 8.



Slika 8. Zavisnost ciklusnog vremena operacije obrade od broja zahvata, $t_c=f(z)$

Iz dijagrama sličnosti, uz prethodno precizno određivanje ciklusnih vremena operacija obrade za najjednostavniji i najsloženiji deo operacijske grupe (t_{c1}) i (t_{c2}) pri odgovarajućim minimalnim i maksimalnim brojem zahvata (z_1) i (z_2) može se odrediti ciklusno vreme svakog dela iz operacijske grupe (t_{c_i}) za odgovarajući broj zahvata (z_i). Prema tome, na bazi precizno definisanih dijagrama za pojedine operacijske grupe prema izloženoj proceduri može se odrediti ukupno ciklusno vreme za svaku operacijsku grupu prema izrazu (1).

U posmatranom slučaju dijagram ciklusnog vremena tehnološke grupe osovina TG1 na operaciji obrade struganja i glodanja na FTC GU 600 ima izgled kao na slici 9.



Slika 9. Dijagram ciklusnog vremena tehnološke grupe TG1 na operaciji obrade na FTC GU600

Ciklusna vremena operacija obrade za pojedine delove operacijske grupe mogu se odrediti grafički, koristeći dijagram na slici 9 ili analitički, uz prethodno određivanje koeficijenta pravca koji opisuje promenu ciklusnog vremena u zavisnosti od broja zahvata (z).

Na osnovu slike 9, vidi se da je:

$$t_c = t_{c_1} + k \cdot z \quad (3)$$

$$k = \frac{t_{c_2} - t_{c_1}}{z_2 - z_1} \quad (4)$$

Prema tome, opšti izraz za određivanje ciklusnog vremena ima oblik:

$$t_{c_i} = t_{c_1} + k \cdot (z_i - z_1) \quad (6)$$

Za primer koji je prikazan na slici 7 vidi se na osnovu izraza 4 da je:

$$k = \frac{8,7 - 4,8}{14 - 7}$$

$$k = 0,557$$

Ukupno ciklusno vreme za određenu operacijsku grupu za obradu na posmatranoj operaciji određuje se prema izrazu 1.

Tako je, za tehnološku, odnosno operacijsku grupu za obradu struganjem i glodanjem na FTĆ GU 600, koja je prikazana na slici 1, uz prethodno određena ciklusna vremena za najjednostavniji i najslabiji deo ove grupe, prema slikama 6 i 7, nacrtan dijagram sličnosti, slika 9. Na osnovu ovog dijagrama očitana su ciklusna vremena za ostalih šest delova grupe koja su data u tabeli 7, kao i izračunata vremena prema izrazu 6.

Na primer za osovinu 3 koja u ovoj operaciji ima 10 zahvata, ciklusno vreme operacije se izračunava na sledeći način:

$$t_{c_3} = t_{c_1} + k \cdot (z_3 - z_1) = 4,8 + 0,557 \cdot (10 - 7) = 6,471 \approx 6,5$$

Naziv dela	CIKLUSNO VREME
	(min/kom)
Osovina 1	4,8
Osovina 2	5,9
Osovina 3	6,5
Osovina 4	8,1
Osovina 5	7
Osovina 6	7,6
Osovina 7	8,1
Osovina 8	8,7

Tabela 7: Podaci za ciklusna vremena tehnološke grupe TGI

Koristeći podatke iz tabele 1 i tabele 7, na osnovu izraza 1, određeno je ukupno ciklusno vreme posmatrane tehnološke grupe pri obradi na FTĆ GU 600, koje iznosi:

$$T_c = \sum_{i=1}^8 Q_i t_{c_i} \quad (a)$$

$$T_c = 100 \cdot 4,8 + 150 \cdot 5,9 + 200 \cdot 6,5 + 200 \cdot 7 + 100 \cdot 7,6 + (100 + 300) \cdot 8,1 + 250 \cdot 8,7$$

$$T_c = 10240 \text{ (min/god)}$$

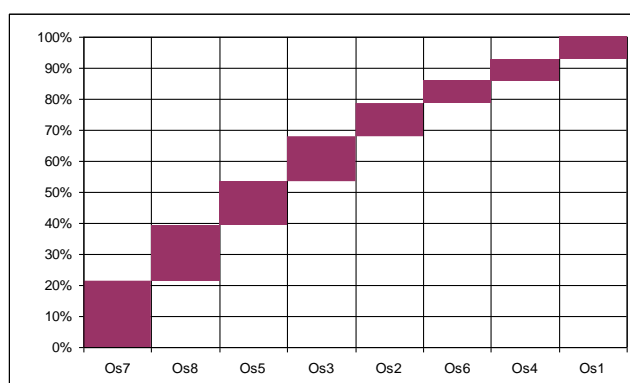
1.5.2. Metoda zasnovana na reprezentima tehnoloških grupa

Za posmatranu tehnološku grupu potrebno je izabrati proizvod predstavnik primenom ABC analize, za koji se preciziraju operacije obrade na bazi odgovarajućih grupnih tehnoloških procesa, a potom se određuju vremena operacija obrade reprezentata (t_{kp}).

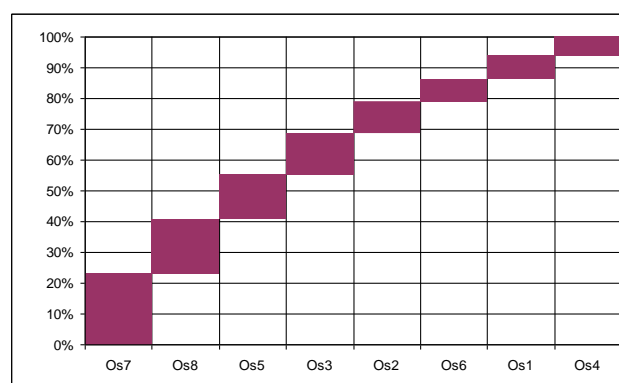
Na osnovu količinske, masene, vrednosne ABC analize, prema tabeli 8, za proizvod predstavnik posmatrane tehnološke grupe TG1, izabrana je osovina 7, što je prikazano na slikama 10.

Naziv dela	Obim proizvodnje Q (kom/god)	Masa dela m (kg)		Vrednost V (n.j.)		Q (%)	m (%)	V (%)
		kg/kom	kg/god	n.j./kom	n.j./god			
Osovina 1	100	2,1	210	50	5000	7,14	7,34	4,89
Osovina 2	150	2	300	65	9750	10,71	10,49	9,54
Osovina 3	200	1,9	380	65	13000	14,29	13,29	12,71
Osovina 4	100	1,8	180	75	7500	7,14	6,29	7,33
Osovina 5	200	2,1	420	75	15000	14,29	14,69	14,67
Osovina 6	100	2,1	210	80	8000	7,14	7,34	7,82
Osovina 7	300	2,2	660	80	24000	21,43	23,08	23,47
Osovina 8	250	2	500	80	20000	17,86	17,48	19,56

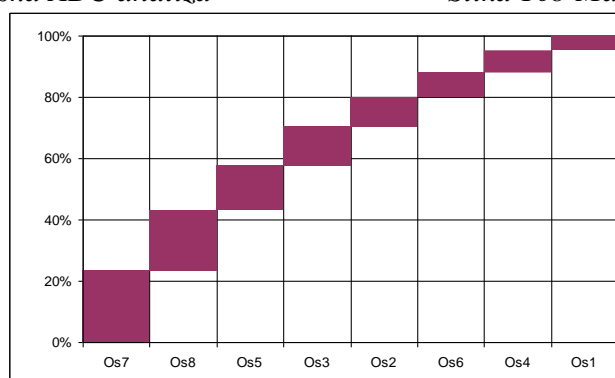
Tabela 8. Podaci za ABC analizu



Slika 10a Količinska ABC analiza



Slika 10b Masena ABC analiza



Slika 10c Vrednosna ABC analiza

Za izabrani reprezent precizirana je operacija obrade 30 (struganje i glodanje), gde je određeno vreme operacije obrade $t_{kp}=8,4$ min/kom (Slika 11).

		КАРТА ГРУПНЕ ОПЕРАЦИЈЕ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Назив групе (дела):	OSOVINE TG1 Osovina 7	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																								0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0							0	0																		1		1		1																						2	2	2	2			2																				3																										4							4																			5						5																				6							6																			7																										8																										9																										Идентификациони број дела:	
0	1																									2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																								
0																															0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1																										1		1																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	2	2	2			2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
4							4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5						5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6							6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Материјал:	Č.4730	Класификациони број дела:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Станје и димензије полуфабриката:	VALJANA ŠIPKA Ø=55	Ознака и назив машине:	FTC GU 600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Величина серије:	350	Интегрална ознака:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Број опер.	СКИЦА ОПЕРАЦИЈЕ	ОПИС ОПЕРАЦИЈЕ	Ознака			Време (мин)				Постојаност (ком)																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			Прибора	Алата	Мерила	v	s	δ	T _{пр}		t ₁	t ₂	t ₃																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
30/1		◦Strugati grubo D ₃ =36,7 l ₃ =70 ◦Strugati završno D ₃ =35,3 l ₃ =70 ◦Обрадити ивицу l ₁₇ /45=1/45 ◦Глодати жљеб l ₈ /l ₉ /l ₁₀ =25/8/4,1	САМОЦЕНТРИРАЈУЋИ СТЕЗАЧ, ШИЛЦИ	T01 T02 T02 T03	ПОМИЋНО МЕРИЛО, ЏЕПОВИ.....																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
30/2		◦Strugati grubo D ₁ =52 l ₁ +l ₂ =150 ◦Strugati grubo D ₂ =41,7 l ₂ =60 ◦Strugati završno D ₁ =50,4 l ₁ =90 ◦Strugati završno D ₂ =40,3 l ₂ =60 ◦Оборити ивицу l ₁₆ /45=1/45 ◦Бушити D ₅ =18 на (l ₁₁ +l ₁₂)=40 ◦Усећи жљеб D ₄ =25 l ₁₁ =10 ◦Проширити D ₃ =20 l ₁₂ =30 ◦Глодати жљеб l ₄ /l ₅ /l ₆ /l ₇ =10/60/16/6.2 ◦Бушити D ₆ =... l ₁₃ =... ◦Проширити D ₅ =... l ₁₃ =...	САМОЦЕНТРИРАЈУЋИ СТЕЗАЧ, ШИЛЦИ	T01 T01 T02 T02 T02 T04 T05 T06 T07 T08 T09	ПОМИЋНО МЕРИЛО, ЏЕПОВИ.....				40																8,4																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Израдио:	Контролисао:	Одобрио:	Изваја:	Лист/Листова:	1/1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

Слика 11. Precizirana operacija obrade za osovinu 7

Da bi se odredilo vreme angažovanja određenog obradnog sistema za obradu posmatrane operacijske grupe potrebno je odrediti redukovanu količinu delova te grupe (Q_r).

Redukovane količine pojedinih delova određene operacijske grupe određuju se na osnovu izraza:

$$Q_{ri} = Q_i \cdot r_i \quad (7)$$

где су:

- Q_i број појединих делова групе
- r_i степен редукције i -тог дела

Степен редукције одређеног дела посматране технолошке групе обухвата редукцију за масу (r_m), за сложеност (r_s), што се може изразити у виду израза:

$$r_i = r_{mi} \cdot r_{si} \quad (8)$$

Степен редукције за масу, технолошку сложеност одређује се респективно на основу израза:

$$r_{mi} = \frac{m_i}{m_p} \quad r_{si} = \frac{s_i}{s_p} \quad (9)$$

где су:

- m_i масе појединих делова
- s_i степен технолошке сложености делова
- m_p маса репрезента технолошке групе
- s_p степен технолошке сложености репрезента технолошке групе

Степен технолошке сложености појединих делова операциjsке групе одређује се односом броја захвата делова i и броја захвата операције обраде одговарајућег репрезента.

Redukovana količina svih delova operacijske grupe određena je izrazom:

$$Q_r = \sum_{i=1}^k Q_i r_i = \sum_{i=1}^k Q_{ri} \quad (10)$$

Proizvod	Q_i (kom/god)	m_i (kg/kom)	S_i	Γ_m	Γ_s	Γ_i	Q_{ri}
Osovina 1	100	2,1	21/30	0,955	0,700	0,669	67
Osovina 2	150	2	25/30	0,909	0,833	0,758	114
Osovina 3	200	1,9	26/30	0,864	0,867	0,749	150
Osovina 4	100	1,8	29/30	0,818	0,967	0,791	79
Osovina 5	200	2,1	28/30	0,955	0,933	0,891	178
Osovina 6	100	2,1	29/30	0,955	0,967	0,923	92
Osovina 7	300	2,2	30/30	1,000	1,000	1,000	300
Osovina 8	250	2	30/30	0,909	1,000	0,909	227
REDUKOVANA KOLIČINA $Q_r=$							1207

Tabela 8. Određivanje redukovane količine tehnološke grupe TGI

Ukupno ciklusno vreme posmatrane tehnološke grupe pri obradi na FTC GU 600, iznosi:

$$T_c = Q_r \cdot t_{kp} \quad (b)$$

$$T_c = Q_r \cdot t_{kp} = 1207 \cdot 8,4 = 10138,8 \text{ min/god}$$

1.6 Proračun potrebnog broja i stepen iskorišćenja obradnih sistema za grupnu operacije obrade struganjem

Ako je planirani obim proizvodnje nekog proizvoda Q_i , onda je ukupno vreme zauzetosti obradnog sistema na određenoj operaciji u procesu izrade ovog proizvoda u nekom vremenskom periodu određeno izrazom:

$$T_i = Q_i \cdot t_{ki} + Q_i \cdot \frac{T_{pz_i}}{z_s} = Q_i \cdot t_{ki} + n_{s_i} \cdot T_{pz_i} \quad (\text{min/god}) \quad (11)$$

gde su:

- t_{ki} – komadno vreme
- T_{pz} - pripremno-završno vreme za seriju delova
- z_s - predviđena veličina serije
- n_s – broj predviđenih serija u određenom vremenskom periodu

Za efektivni vremenski kapacitet rada obradnih sistema (K_e) proračunski broj ovih obradnih sistema za izradu određenog proizvoda biće:

$$N = \frac{T_i}{K_e} \quad (12)$$

Prema Zelenoviću [71], efektivni vremenski kapacitet za obradne sisteme iznosi:

$$K_e = m_e \cdot s_e \cdot n_e \cdot \eta_e \quad (\text{min/god}) \quad (13)$$

gde su:

- m_e - broj radnih dana u godini
- s_e - broj smena na dan

- n_e - ukupan broj časova u smeni
- η_e - koeficijent iskorišćenja efektivnog vremenskog kapaciteta obradnih sistema

Ako se od ukupnog broja proizvoda, koji čine proizvodni program u posmatranom periodu, najčešće u toku jedne godine, (m) proizvoda obrađuje na određenom obradnom sistemu, onda je ukupno vreme angažovanja tog obradnog sistema određeno izrazom:

$$T = \sum_{i=1}^m (Q_i \cdot t_{ki} + n_{s_i} \cdot T_{pz_i}) \quad (\text{min/god}) \quad (14)$$

dok je ukupni proračunski broj obradnih sistema na posmatranoj operaciji određen izrazom:

$$N = \frac{T}{K_e} \quad (15)$$

Proračunski broj obradnih sistema, koji se određuje prema izrazu (15) u opštem slučaju nije ceo broj, za razliku od usvojenog broja obradnih sistema (N_u) koji mora biti ceo broj. U tom slučaju koeficijent iskorišćenja tako usvojenog broja obradnih sistema na posmatranoj operaciji obrade (m) proizvoda iznosi:

$$\eta = \frac{N}{N_u} \quad (16)$$

Izbor kvalitetnih obradnih sistema za zadate uslove, odnosno program proizvodnje, kao što je poznato, rešava se u procesu projektovanja tehnoloških procesa primenom metoda tehnoeekonomske optimizacije ili, pak, na bazi metodologija ocene i izbora proizvoda koje su utemeljene na ocenama eksperata [70].

Za slučaj kada se radi o proizvodima koji pripadaju jednoj tehnološkoj, odnosno operacijskoj grupi, ukupno vreme zauzetosti obradnog sistema se određuje na osnovu sledećeg izraza:

$$T = T_C + n_s \cdot T_{pz} \quad (\text{min/god}) \quad (17)$$

Ako se uzme da će posmatrani proizvodni pogon raditi $m_e=250$ dana/god. u dve smene na dan $s_e=2$ smena/dan, sa $n_e=7.5$ čas./smeni i stepenom iskorišćenja $\eta_e=0.8$.

$$K_e = 250 \cdot 2 \cdot 7.5 \cdot 0.8 = 3000 \cdot 60 = 1800000 \quad (\text{min/god})$$

Na osnovu prethodno proračunatih podataka za ciklusna vremena za dve razmatrane metode, uzimajući da je $n_s=4$ ser/god, vremena zauzetosti, potreban broj i stepen iskorišćenja obradnog/ih sistema na posmatranoj operaciji obrade struganjem. Na osnovu proračunskog broja tehnoloških sistema N usvaja se N_u kao ceo broj, koji može da bude veći od 100%, ali da ne prelazi veličinu 15-20% po jedinici.

a) na osnovu podataka dobijenih grafoanalitičkom metodom

$$T = 10240 + 4 \cdot 40 = 10400 \quad (\text{min/god})$$

$$N = \frac{10400}{180000} = 0,058$$

$$N_u = 1$$

$$\eta = \frac{0,058}{1} = 5,8 \%$$

b) na osnovu metode zasnovane na reprezentu tehnološke grupe

$$T = 10138,8 + 4 \cdot 40 = 10298,8 \text{ (min/god)}$$

$$N = \frac{10298,8}{180000} = 0,057$$

$$N_u = 1$$

$$\eta = \frac{0,057}{1} = 5,7 \%$$

Analizom dobijenih rezultata zaključujemo da će za realizaciju posmatrane operacije obrade struganjem za datu grupu osovina biti potreban jedan obradni sistem, odnosno NC strug čije će vremensko iskorišćenje biti oko 6% od mogućeg efektivnog kapaciteta posmatranog obradnog sistema.

2.0. Ocena efekata primene CIM sistema

Vremenski stepen iskorišćenja obradnih modula CIM sistema se može odrediti pomoću izraza:

$$\eta_{is} = \frac{\theta_m}{\theta} = \frac{\theta_m}{\theta_m + \sum \theta_g} \quad (18)$$

gde su:

θ – posmatrani vremenski period

θ_m – vreme korišćenja obradnog modula u posmatranom periodu

$\sum \theta_g$ – vanciklusni gubici u posmatranom periodu

Pri tome ukupni vanciklusni gubici obradnog modula se određuju iz:

$$\sum \theta_g = \sum \theta_s + \sum \theta_{org.} + \sum \theta_{pr} \quad (19)$$

gde su:

$\sum \theta_s$ – sopstveni zastoji modula zbog zamene alata, podešavanje pribora, čišćenja, remonta, održavanja, itd.

$\sum \theta_{org.}$ – organizacioni zastoji zbog nedostataka priprema, alata, energije, itd.

$\sum \theta_{pr}$ – vreme pripreme modula za obradu pojedinih delova (pripremno-završno vreme)

Vremenski stepen iskorišćenja će biti:

$$\eta_{is} = \eta_{teh} \cdot \eta_{pr} \cdot \eta_{opt} \quad (20)$$

gde je:

- koeficijent tehničkog iskorišćenja

$$\eta_{teh} = \frac{\theta_m}{\theta_m + \sum \theta_s}$$

- koeficijent pripreme modula

$$\eta_{pr} = \frac{1}{1 + \frac{\sum \theta_{pr}}{\theta_m + \sum \theta_s}}$$

- koeficijent opterećenja modula

$$\eta_{opt} = \frac{\theta - \sum \theta_{org}}{\theta}$$

Ako se vreme obrade na obradnim modulima CIM sistema određuju na bazi reprezentativne tehnološke grupe, vreme operacije obrade reprezentativne tehnološke ili operacijske grupe je:

$$t_{kr} = t_g + t_p + \sum t_s + \sum t_{org} + \sum t_{pr} \quad [\text{min/kom}] \quad (21)$$

pri čemu su vanciklusna vremena (za seriju delova) izražena na vreme reprezentativne grupe:

$$\frac{\sum \theta_g}{z_s} = \sum t_s + \sum t_{org} + \sum t_{pr} \quad [\text{min/kom}] \quad (22)$$

z_s – veličina serije [kom/ser]

gde su:

$$\sum t_s = \frac{\sum \theta_s}{z_s}, \quad \sum t_{org} = \frac{\sum \theta_{org}}{z_s}, \quad \sum t_{pr} = \frac{\sum \theta_{pr}}{z_s}$$

$\Sigma\theta_s$ – sopsveni zastoji za seriju delova

$\Sigma\theta_{org}$ – organizacioni zastoji za seriju delova

$\Sigma\theta_{pr}$ – vreme pripreme modula za seriju delova ($\theta_{pr}=T_{pz}$)

Stvarna proizvodnost obradnog modula iznosiće:

$$Q = \frac{\theta_\gamma}{t_g + t_p + \sum t_s + \sum t_{pr}} \cdot \eta_{opt} \cdot p \quad (23)$$

gde su:

Q_γ – korisni vremenski kapacitet

p – broj obradnih modula koji rade istovremeno

Princip određivanja vremena obrade, odnosno vremenskog angažovanja, stepena iskorišćenja i proizvodnosti obradnog modula prikazaće se na primeru posmatrane operacije struganja i glodanja, odnosno obradnog modula FTC GU 600, na osnovu vremena dobijenih za reprezenta tehnološke grupe.

2.1. Određivanje vremenskog angažovanja obradnih modula CIM sistema na grupnim operacijama obrade

Vreme angažovanja obradnog modula je:

$$t_{kr} = t_g + t_p + \sum t_s + \sum t_{org} + \sum t_{pr} \text{ [min/kom]}$$

odnosno, vremensko angažovanje FTC GU 600 je:

$$t_{kr} = t_g + t_p + \frac{\sum \theta_s + \sum \theta_{org} + \sum \theta_{pr}}{z_s} = 8,4 + \frac{360 + 300 + 40}{301,75} = 10,72 \text{ [min/kom]}$$

ako su:

$$t_g + t_p = 8,4 \text{ [min/kom]}$$

$$\Sigma\theta_s = 360 \text{ [min/ser]}$$

$$\Sigma\theta_{org} = 300 \text{ [min/ser]}$$

$$\Sigma\theta_{pr} = 40 \text{ [min/ser]}$$

$$z_s = 1207/4 = 301,75 \text{ [kom/ser]}$$

Ukupno vreme angažovanja obradnog sistema pri obradi određene operacijske grupe se računa po sledećoj formuli:

$$\theta = t_{kr} \cdot Q_r \text{ [min/god]}$$

ukupno angažovanje FTC GU 600 tokom jedne godine je:

$$\theta = 10,72 \cdot 1207 = 12939 \text{ [min/god]}$$

2.2. Određivanje vremenskog stepena angažovanja obradnih modula CIM sistema na grupnim operacijama obrade

Vremenski stepen iskorišćenja obradnih modula CIM sistema

$$\eta_{is} = \frac{\theta_m}{\theta} = \frac{\theta_m}{\theta_m + \sum \theta_g}$$

Vremenski stepen iskorišćenja FTĆ GU 600 je:

$$\eta_{is} = \frac{10138.8}{12939} = 0.78$$

gde je:

$\theta_m = T_c = 10138.8$ [min/god] – na bazi reprezentata tehnološke grupe

Vremenski stepen iskorišćenja preko pojedinih stepena iskorišćenja

- koeficijent tehničkog iskorišćenja

$$\eta_{teh} = \frac{\theta_m}{\theta_m + \sum \theta_s} = \frac{10138.8}{10138.8 + 360 \cdot 4} = 0.876$$

- koeficijent pripreme modula

$$\eta_{pr} = \frac{1}{1 + \frac{\sum \theta_{pr}}{\theta_m + \sum \theta_s}} = \frac{1}{1 + \frac{40 \cdot 4}{10138.8 + 360 \cdot 4}} = 0.986$$

- koeficijent opterećenja modula

$$\eta_{opt} = \frac{\theta - \sum \theta_{org}}{\theta} = \frac{12939 - 300 \cdot 4}{12939} = 0.907$$

Vremenski stepen iskorišćenja će biti:

$$\eta_{is} = \eta_{teh} \cdot \eta_{pr} \cdot \eta_{opt} = 0.876 \cdot 0.986 \cdot 0.907 = 0.78$$

2.3. Određivanje proizvodnosti obradnih modula CIM sistema na grupnim operacijama obrade

Stvarna proizvodnost obradnog modula iznosi:

$$Q = \frac{\theta_\gamma}{t_g + t_p + \sum t_s + \sum t_{pr}} \cdot \eta_{opt} \cdot p$$

Stvarna proizvodnost FTĆ GU 600 u toku jednog dana u dve radne smene je:

$$Q = \frac{900}{8.4 + \frac{360 + 40}{301.75}} \cdot 0.907 \cdot 1 = 83.92 \cong 84 \text{ [kom/dan]}$$

$\theta_\gamma = s_e \cdot n_e = 2 \cdot 7.5 \cdot 60 = 900$ [min/dan] – korisni vremenski kapacitet u toku jednog dana

$p=1$ - broj obradnih modula koji rade istovremeno

Odavde sledi da će FTĆ GU 600 biti angažovan oko 15 dana godišnje, odnosno oko 4 dana u jednom kvartalu.

U tabeli 9 proračunati su podaci o vremenu angažovanja, stepenu iskorišćenja i proizvodnosti obradnih modula CIM sistema za operacije koje se izvode na NC obradnim sistemima, prema prethodnim izrazima.

Obradni modul	t_g+t_p (min/kom)	θ_m (min/god)	$\Sigma\theta_s$ (min/ser)	$\Sigma\theta_{org}$ (min/ser)	$\Sigma\theta_{pr}$ (min/ser)	t_{kr} (min/kom)	θ (min/god)	η_{is} (prvi izraz)	η_{iteh}	η_{pr}	η_{opt}	η_{is} (drugi izraz)	Q (kom/dan)
NC glodalica za obradu krajeva	3	3621	160	100	20	3.93	4793.5	0.76	0.85	0.981	0.916	0.76	228
NC strug - FTČ GU 600	8,4	10138.8	360	300	40	10,72	12939	0.78	0.876	0.986	0.907	0.78	84
NC brusilica za okruglo bruš.	6	7242	300	205	20	7.74	9342.2	0.77	0.86	0.99	0.912	0.77	116

Tabela 9. Određivanje efekata primene obradnih modula CIM sistema