

ISPITNI ZADACI

5.2.	Rešenje:	2
5.3.	Rešenje:	3
5.4.	Rešenje:	4
5.5.	Rešenje:	5
5.6.	Rešenje:	7
5.7.	Rešenje:	8
5.8.	Rešenje:	11
5.9.	Rešenje:	12
5.10.	Rešenje:	13
5.11.	Rešenje:	15

5.2. Rešenje:

Proizvod	Q [kom]	td [nj/kom]	pc [nj/kom]	trs [nj/kom* dan]	trp [nj/ser]	Tpz [čas/ser]
P1	500	75	80	2	400	5
P2	800	100	120	4	600	8
P3	600	50	100	1	500	10
P4	500	60	55	2	800	12
P5	400	110	120	3	200	10
P6	200	70	100	1	300	8

P1: $pp=pc-td$
 $pp=5 \Rightarrow UPP=5 \cdot 500=2500$
P2: $pp=120-100$
 $pp=20 \Rightarrow UPP=1600$
P3: $pp=pc-td$
 $pp=50 \Rightarrow UPP=30000$
P4: $pp=-5$
P5: $pp=10 \Rightarrow UPP=4000$
P6: $pp=30 \Rightarrow UPP=6000$

Rang	Proizvod	Q [kom]	pp [nj/kom]	Ukupna količina		Ukupan poslovni prinos	
				[kom/god]	%	[nj/god]	%
1	P3	600	50	60	20	30000	51.3
2	P6	200	30	800	26.7	36000	61.5
3	P2	800	20	1600	53.3	52000	88.9
4	P5	400	10	2000	66.7	56000	95.7
5	P1	500	5	2500	83.3	58500	100
6	P4	500	-5	3000	100		

a)

Grupa A – prvi po rang						
Rang	Proizvod	Q [kom/god]	Povećanje obima	Obim [kom/god]	pp [nj/kom]	UPP [nj/god]
01	P3	600	5 puta	3000	50	150000

b)

T=300 dana, za proizvod P3

trp= 500 [nj/ser]

trs= 1 [nj/kom·dan]

Q=3000

$$q_0 = \sqrt{\frac{2Q \cdot trp}{T \cdot trs}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3000 \cdot 500}{300}} = \sqrt{10000} = 100 \left[\frac{kom}{ser} \right]$$

$$Kp = n_j \cdot (Tpz_j + tkij \cdot q_j) \cdot INRst$$

$n_j = 1$

INRst= 0,8

Tpzj= 10

tkij= 15min = 15/60h!

q= 100

$$Kp = \left(10 + \frac{15}{60} \cdot 100\right) \cdot 0.8$$

$$Kp = 35 \cdot 0.8 = 28 \left[\frac{čas}{ser} \right]$$

c)

$$TR \min = \sqrt{2QT \cdot trp \cdot trs} = \sqrt{2 \cdot 3000 \cdot 300 \cdot 500 \cdot 1} = \sqrt{900000000}$$

$$TR \min = 30000 \left[\frac{nj}{god} \right]$$

$$\text{Za } q=50 \Rightarrow n = \frac{Q}{q} = \frac{3000}{50} = 60 \left[\frac{ser}{int} \right]$$

$$TR = TR1 + TR2$$

$$TR1 = trp \cdot n = 500 \cdot 60 = 30000 \text{ [nj/int]}$$

$$TR2 = \frac{trs \cdot T}{2} \cdot q = \frac{1 \cdot 300 \cdot 50}{2} = 7500 \left[\frac{nj}{int} \right]$$

$$TR = 30000 + 7500$$

$$TR = 37500 \left[\frac{nj}{god} \right]$$

$$\Delta TR = \frac{TR(q=50) - TR_{min}}{TR_{min}} \cdot 100 =$$

$$\Delta TR = \frac{7500}{30000} \cdot 100 = 25\%$$

5.3. Rešenje:

	Q [kom]	td [nj/kom]	pc [nj/kom]	t [čas/kom]	trs [nj/kom·dan]	trp [nj/ser]	Tpz [čas/ser]
P1	500	75	80	5	2	400	5
P2	800	100	120	10	4	600	8
P3	600	50	100	5	1	562.5	10
P4	500	60	55	5	2	800	12
P5	400	110	120	10	3	200	10
P6	200	70	100	2	2	562.5	8

a)

Rang	Proizvod	Q [kom/gpd]	pp [nj/kom]	t [čas/kom]	pp' [nj/čas]
1	P6	200	30 (100-70)	2	15 (=pp/t)
2	P3	600	50	5	10
3	P2	800	20	10	2
4	P5	400	10	10	1
5	P1	500	5	5	1
6	P4	500	-5	5	-1
UKUPNO:		3000			

Grupa A – prvi po rangu

Rang	Proizvod	Q [kom/god]	Povećanje obima	Obim [kom/god]	pp [nj/kom]	UPP [nj/god]
01	P6	200	15 puta	3000	30	90000

b)

$$T=300 \text{ dana}; \quad Q=3000; \quad trp=562.5; \quad trs=2$$

$$q_0 = \sqrt{\frac{2Q}{T} \cdot \frac{trp}{trs}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3000 \cdot 562.5}{2 \cdot 300}} = 75 \left[\frac{kom}{ser} \right]$$

$$n = 1$$

$$tk = 20 \text{ min} = 20/60 \text{ h!}$$

$$INR_{st} = 1,2$$

$$Tpz = 8 \text{ [čas/ser]}$$

$$Kp = \left(8 + \frac{20}{60} \cdot 75 \right) \cdot 1,2 = 39,6 \left[\frac{čas}{ser} \right]$$

c)

$$TR_{min} = \sqrt{2QT \cdot trp \cdot trs} = \sqrt{2 \cdot 3000 \cdot 300 \cdot 562,5 \cdot 1} = 45000 \left[\frac{nj}{god} \right]$$

$$\text{Za } q=150 \Rightarrow n = \frac{Q}{q} = \frac{3000}{150} = 20 \left[\frac{ser}{int} \right]$$

$$TR = TR1 + TR2$$

$$TR1 = trp \cdot n = 562 \cdot 5 \cdot 20 = 11250 \text{ [nj/int]}$$

$$TR2 = \frac{trs \cdot T}{2} \cdot q = \frac{2 \cdot 300 \cdot 150}{2} = 45000 \left[\frac{nj}{int} \right]$$

$$TR = 11250 + 45000 = 56250 \left[\frac{nj}{god} \right]$$

$$\Delta TR = \frac{TR(q=50) - TR_{min}}{TR_{min}} \cdot 100 = \frac{56250 - 45000}{45000} \cdot 100$$

$$\Delta TR = \frac{11250}{45000} \cdot 100 = 25\%$$

5.4. Rešenje:

Vrsta objekata	Sanacija i priprema terena	Grubi građevinski radovi	Unutrašnji zanatski radovi
O1	4	4	8
O2	3	4	4
O3	6	3	6
O4	3	3	9
O5	2	2	6

(Trajanje * broj objekata)

a)
 $\max_i t_{i2} = t_{12} = 4 = \min_i t_{i3} = t_{23} = 4 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$

Ispunjen je uslov za svođenje problema na dva fiktivna radna mesta:

Vrsta objekata	RM1	RM2
O1	8 (4+4)	12 (4+8)
O2	7	8
O3	9	9
O4	6	12
O5	4	8

O5 | O4 | O2 | O1 | O3

$$\min_i t'_{i1} = t'_{51} = 4 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\min_i t'_{i1} = t'_{41} = 6 \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$$\min_i t'_{i2} = t'_{22} = t'_{52} = 8 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\min_i t'_{i2} = t'_{22} = 8 \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$t'_{51} < t'_{22} = t'_{52} \Rightarrow$ O5 ide na 1. mesto

$t'_{41} < t'_{22} \Rightarrow$ O4 ide na 2. mesto

$$\min_i t'_{i1} = t'_{21} = 7 \quad i = 1, 2, 3$$

$$\min_i t'_{i1} = t'_{11} = 8 \quad i = 1, 3$$

$$\min_i t'_{i2} = t'_{22} = 8 \quad i = 1, 2, 3$$

$$\min_i t'_{i2} = t'_{32} = 9 \quad i = 1, 3$$

$t'_{21} < t'_{22} \Rightarrow$ O2 ide na 3. mesto

$t'_{21} < t'_{22} \Rightarrow$ O1 ide na 4. mesto

O3 raspoređujemo na preostalo mesto.

b)

gleda se prva tabela

Optimalni redosled	RM1			RM2			RM3			Zastoj	Zastoj
	P	T	K	P	T	K	P	T	K	RM2	RM3
O5	0	2	2	2	2	4	4	6	10	2	4
O4	2	3	5	5	3	8	10	9	19	1	/
O2	5	3	8	8	4	12	19	4	23	/	/
O1	8	4	12	12	4	16	23	8	31	/	/
O3	12	6	18	18	3	21	31	6	37	2	/
UKUPNO:										5	4

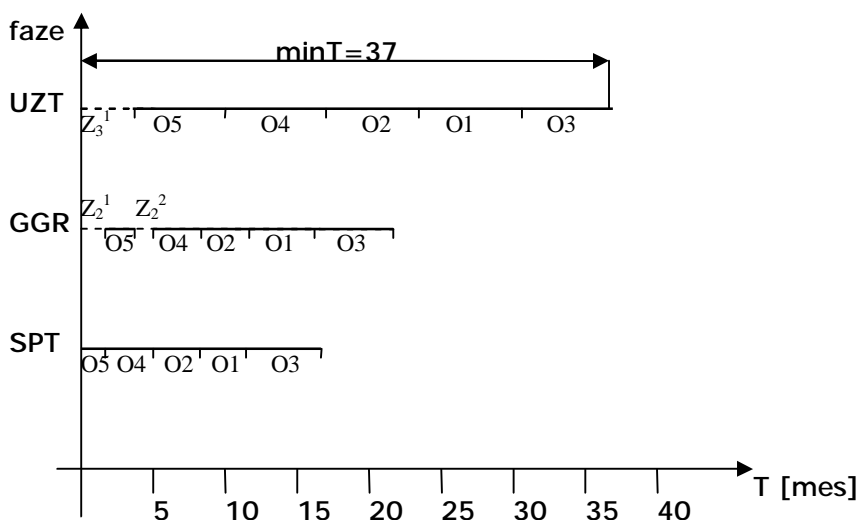
minT=37 [mes]

zastoj RM2=5 [mes]

c)

7 [mes] (23-16 u tabeli)

d)



5.5. Rešenje:

a)

dg=300 [dan/god]

bs=2 [sm/dan]

čs=8 [čas/sm]

Gst=50 [čas/god]

$$Kp_2 = \left(6 + \frac{10}{60} \cdot 12000\right) + \left(10 + \frac{15}{60} \cdot 18000\right) + \left(4 + \frac{20}{60} \cdot 15000\right)$$

$$Kp_2 = 2006 + 4510 + 5004$$

$$Kp_2 = 11520 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$Kp_6 = \left(8 + \frac{16}{60} \cdot 6000\right) + \left(4 + \frac{8}{60} \cdot 15000\right)$$

$$Kp_6 = 1608 + 2004$$

$$Kp_6 = 3612 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$Krm2 = Krm6 = dg \cdot bs \cdot \check{c}s - Gst = 300 \cdot 2 \cdot 8 - 50 = 4750 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

Vrsta mašine	Potreban broj	Usvojen broj	Broj radnih mesta
M2	$\frac{11520}{4750} = 2,42$	3	3
M6	$\frac{3612}{4750} = 0,76$	1	1
UKUPNO:		4	4

$$Krr2 = Krr6 = dg \cdot \text{čas} - Gst = 300 \cdot 8 - 50 = 2350 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj	I smena	II smena
R2	$\frac{11520}{2350} = 4,9$	5	3	2
R6	$\frac{3612}{2350} = 1,54$	2	1	1
UKUPNO:		7	4	3

b)

P1: RM2 – RM3 – RM5

(odavde se gleda za sledece tabele)

P2: RM1 – RM3 – RM6

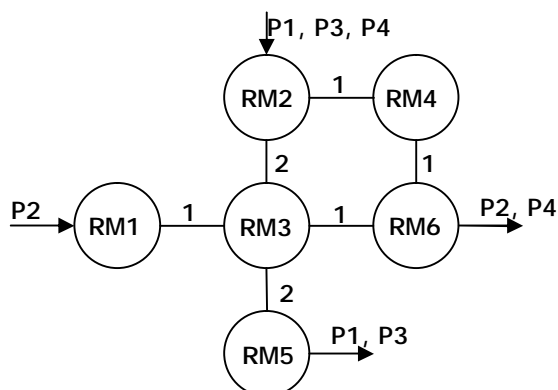
P3: RM2 – RM3 – RM5

P4: RM2 – RM4 – RM6

P1		P2		P3		P4	
RO	Karika	RO	Karika	RO	Karika	RO	Karika
RM2	RM2 – RM3	RM1	RM1 – RM3	RM2	RM2 – RM3	RM2	RM2 – RM4
RM3	RM3 – RM5	RM3	RM3 – RM6	RM3	RM3 – RM5	RM4	RM4 – RM6
RM5		RM6		RM5		RM6	

	RM6	RM5	RM4	RM3	RM2	RM1
RM1	-	-	-	1	-	1
RM2	-	-	1	2	3	
RM3	1	2	-	6		
RM4	1	-	2			
RM5	-	2				
RM6	2					

Radna mesta	RM3	RM2	RM6	RM5	RM4	RM1
Broj karika	6	3	2	2	2	1



c)

trs = 4 [nj/kom·dan]

T = 300

Q = 6000 = q · n; n = 1 (zato što se radi samo P2)

$$q = \sqrt{2 \frac{Q \cdot trp}{T \cdot trs}} \Rightarrow 6000 = \sqrt{\frac{12000 \cdot trp}{300 \cdot 4}} \quad |^2$$

$$36000000 = 10 \cdot \text{trp}$$

$$\text{trp} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ [nj/ser]}$$

5.6. Rešenje:

a)

P1: $\text{pp} = \text{pc} - \text{td}$
 $\text{pp} = 40 - 30 = 10 \text{ [nj/kom]}$ [rang 3]
P2: $\text{pp} = 30 - 10 = 20 \text{ [nj/kom]}$ [rang 1]
P3: $\text{pp} = 55 - 40 = 15 \text{ [nj/kom]}$ [rang 2]
P4: $\text{pp} = 40 - 35 = 5 \text{ [nj/kom]}$ [rang 4]

GRUPA A				
Rang	Proizvod	Q [kom/god]	Povećanje obima	Obim [kom/god]
1	P2	500	4 puta	2000

b)

$$G_1 = 2G_2 = 2,5G_3 = 0,3RV \Rightarrow G_2 = 0,15RV$$

$$h_o = \frac{0,15RV + 0,3RV}{RV} 100 = \frac{0,45RV}{RV} = 45\%$$

$$h_k = \frac{RV - (G_1 + G_2)}{RV} 100$$

$$h_k = \frac{RV - 0,45RV}{RV} 100 = 55\%$$

$$h_k = 100\% - h_o$$

c)

za proizvod P2:

$$T = 300 \text{ [dan/int]}$$

$$\text{tpr} = 300 \text{ [nj/ser]}$$

$$n = 1 \text{ [ser]}$$

$$\text{tps} = [10 \text{ nj/kom} \cdot \text{dan}]$$

$$\text{Tpzj} = [2 \text{ čas/ser}]$$

$$Q = [2000 \text{ [kom/god]}]$$

$$q_o = \sqrt{2 \frac{Q \cdot \text{trp}}{T \cdot \text{trs}}} = \sqrt{2 \frac{2000 \cdot 300}{30 \cdot 10}} = \sqrt{400} = 20 \left[\frac{\text{kom}}{\text{ser}} \right]$$

$$Kp = \text{Tpzj} + tkij \cdot q_o = 2 + \frac{30}{60} \cdot 20 = 12 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

d)

$$TR \min = \sqrt{2 \cdot Q \cdot T \cdot \text{trp} \cdot \text{trs}} = \sqrt{2 \cdot 2000 \cdot 300 \cdot 300 \cdot 10} = 60000 \left[\frac{\text{nj}}{\text{god}} \right]$$

$$TR = TR1 + TR2$$

$$n = \frac{Q}{q} = \frac{2000}{100} = 20 \text{ [ser]}$$

$$TR1 = \text{trp} \cdot n = 300 \cdot 20 = 6000 \left[\frac{\text{nj}}{\text{god}} \right]$$

$$TR2 = \frac{\text{trs} \cdot T \cdot q}{2} = \frac{10 \cdot 300 \cdot 100}{2} = 150000 \left[\frac{\text{nj}}{\text{god}} \right]$$

$$TR = 156000 \left[\frac{nj}{god} \right]$$

$$\Delta TR = \frac{TR(q=100) - TR_{min}}{TR_{min}} \cdot 100 = \frac{156000 - 60000}{60000} \cdot 100 = 160\%$$

5.7. Rešenje:

a)

Grupa proizvoda	Jedinično vreme rada po vrstama obrade u [min/kom]						INTst [%]
	Za radnike			Za mašine			
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
VO1	-	80	-	-	40	-	Prebačaj 10%
VO2	45	-	30	45	-	30	Ispunjenje norme
VO3	30	50	-	30	50	-	Podbačaj 20%
VO4	50	45	70	25	30	45	Podbačaj 17%
Optimalna veličina serija [kom/ser]	500	400	750	500	400	750	
Broj	20	15	30	20	15	30	
Tp _{zj}	15	10	20	15	10	20	

Potrebni kapacitet za mašine:

$$VO1: Kp = \left[15 \left(10 + \frac{40}{60} \cdot 400 \right) \right] \cdot 0.9 = 4150 \cdot 0.9 = 3735 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$VO2: Kp = \left[20 \left(15 + \frac{45}{60} \cdot 500 \right) + 30 \left(20 + \frac{30}{60} \cdot 750 \right) \right] \cdot 1 = 7800 + 11850 = 19650 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$VO3: Kp = \left[20 \left(15 + \frac{30}{60} \cdot 500 \right) + 15 \left(10 + \frac{50}{60} \cdot 400 \right) \right] \cdot 1.2 = 10450 \cdot 1.2 = 12540 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$VO4: Kp = \left[20 \left(15 + \frac{25}{60} \cdot 500 \right) + 15 \left(10 + \frac{30}{60} \cdot 400 \right) + 30 \left(20 + \frac{45}{60} \cdot 750 \right) \right] \cdot 0.83 =$$

$$= [4466.7 + 3150 + 17475] \cdot 0.83 = 20826 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$dg = 300 \left[\frac{\text{dan}}{\text{god}} \right]; bs = 3 [sm]; \check{c}s = 8 \left[\frac{\text{čas}}{\text{sm}} \right]; Gst = 100 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$Krm_1 = Krm_2 = Krm_3 = dg \cdot bs \cdot \check{c}s - Gst = 300 \cdot 3 \cdot 8 - 100 = 7100$$

Za radnike:

$$S1: Kp = \left[15 \left(10 + \frac{80}{60} \cdot 400 \right) \right] \cdot 0.9 = 8150 \cdot 0.9 = 7335 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$S2: Kp = \left[20 \left(15 + \frac{45}{60} \cdot 500 \right) + 30 \left(20 + \frac{30}{60} \cdot 750 \right) \right] \cdot 1 = 7800 + 11850 = 19650 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$S3: Kp = \left[20 \left(15 + \frac{30}{60} \cdot 500 \right) + 15 \left(10 + \frac{50}{60} \cdot 400 \right) \right] \cdot 1.2 = 10450 \cdot 1.2 = 12540 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$S4: Kp = \left[20 \left(15 + \frac{50}{60} \cdot 500 \right) + 15 \left(10 + \frac{45}{60} \cdot 400 \right) + 30 \left(20 + \frac{70}{60} \cdot 750 \right) \right] \cdot 0.83 =$$

$$= [8633.3 + 4650 + 26850] \cdot 0.83 = 33310 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

VO2 i VO3 imaju iste potrebne kapacitete i za radnike i za mašine

$$Krr_1 = Krr_2 = Krr_3 = dg \cdot \text{čas} - Gst = 300 \cdot 8 - 100 = 2300$$

Vrsta obrade	Potreban broj	Usvojen broj	Broj radnih mesa
VO1	$\frac{3735}{7100} = 0.53$	1	U zavisnosti od broja radnika
VO2	$\frac{19650}{7100} = 2.77$	3	3
VO3	$\frac{12540}{7100} = 1.77$	2	2
VO4	$\frac{20826}{7100} = 2.93$	3	U zavisnosti od broja radnika
Ukupno:		9	U zavisnosti od broja radnika

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj	I smena	II smena	III smena	Broj radnih mesa
S1	$\frac{7335}{2300} = 3.19$	4	2	2	0	1
S2	$\frac{19650}{2300} = 8.54$	9	3	3	3	3
S3	$\frac{12540}{2300} = 5.45$	6	2	2	2	2
S4	$\frac{33310}{2300} = 14.48$	15	6	6	3	3
Ukupno:		34	13	13	8	9

b)

P1: RM2 – RM3 – RM4

P2: RM1 – RM3 – RM4

P3: RM2 – RM4

P1		P2		P3	
RO	Karika	RO	Karika	RO	Karika
RM2	RM2 – RM3	RM1	RM1 – RM3	RM2	RM2 – RM4
RM3	RM3 – RM4	RM3	RM3 – RM4	RM4	
RM4		RM4			

	RM4	RM3	RM2	RM1
RM1	-	1	-	1
RM2	1	1	2	
RM3	2	4		
RM4	3			

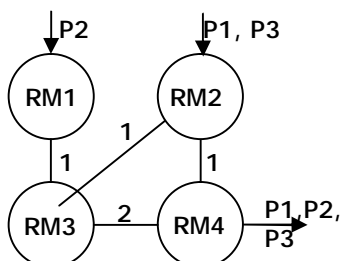


Tabela frekvencija:

Radna mesta	1	2	3	4
RM1	1	0	0	0
RM2	2	0	0	0
RM3	0	2	0	0
RM4	0	1	2	0

$$F_{ik} = f_{ik} + 2 \sum_{j=1}^7 (k-j) f_{ij}$$

$$[k=1]: F_{i1} = f_{i1} + 2 \sum_{j=1}^4 (1-j) f_{ij}; i=1,2,3,4$$

$$F_{11} = 1 + 2 \cdot [(1-4) \cdot 1 + (1-2) \cdot 0] = 1$$

$$F_{21} = 2 + 0 = 2$$

$$F_{31} = 0 + 2 \cdot [(1-2) \cdot 2] = -2$$

$$F_{41} = 0 + 2 \cdot [(1-2) \cdot 1 + (1-3) \cdot 3] = 0 + 2 \cdot (-1-6) = -14 \Rightarrow \max F_{i1} = F_{21} = 2$$

Prvo radno mesto u liniji biće RM2.

$$[k=2]: F_{i2} = f_{i2} + 2 \sum_{j=1}^7 (2-j) f_{ij}; i=1,3,4$$

$$F_{12} = 0 + 2 \cdot [(2-1) \cdot 1 + 0] = 2$$

$$F_{32} = 2 + 2 \cdot [(2-1) \cdot 0 + (2-2) \cdot 2] = 2$$

$$F_{42} = 1 + 2 \cdot [(2-1) \cdot 0 + (2-2) \cdot 1] = 1 \Rightarrow \max F_{i2} = F_{12} = F_{32} = 2 \Rightarrow$$

Treba odrediti modifikovanu frekvenciju radnih mesta RM1 i RM3

$$F_{13} = 0 + 2 \cdot [(3-1) \cdot 1] = 4$$

$$F_{33} = 0 + 2 \cdot [(3-1) \cdot 0 + (3-2) \cdot 2] = 4 \Rightarrow$$

Isto:

$$F_{14} = 0 + 2 \cdot [(4-1) \cdot 1] = 6$$

$$F_{34} = 0 + 2 \cdot [(4-1) \cdot 2] = 8 \Rightarrow \min F_{i4} = F_{14} \Rightarrow$$

Drugo radno mesto u liniji biće RM1.

$$[k=3]: F_{i3} = f_{i3} + 2 \sum_{j=1}^4 (3-j) f_{ij}; i=3,4$$

$$F_{33} = 0 + 2 \cdot [(3-2) \cdot 2] = 4$$

$$F_{43} = 3 + 2 \cdot [(3-2) \cdot 1] = 5 \Rightarrow \min F_{i3} = F_{33} = 4 \Rightarrow$$

Treće radno mesto u liniji biće RM3.

Optimalni raspored:

RM2	RM1	RM3	RM4
-----	-----	-----	-----

c)

trp=?

trs=2 [nj/kom·dan]

n=20

q_o=500 [kom]

Q=q_o·n=500·20=10000 [kom]

$$q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot \text{trp}}{T \cdot \text{trs}}} \quad |^2$$

$$q_o^2 = \frac{2 \cdot Q \cdot \text{trp}}{T \cdot \text{trs}} \quad | T \cdot \text{trs}$$

$$q_o^2 \cdot T \cdot \text{trs} = 2 \cdot Q \cdot \text{trp}$$

$$\text{trp} = \frac{q_o^2 \cdot T \cdot \text{trs}}{2Q} = \frac{500^2 \cdot 300 \cdot 2}{2 \cdot 10000} = 7500 \left[\frac{\text{nj}}{\text{ser}} \right]$$

5.8. Rešenje:

Parcele	Oranje	Sitnjenje zemlje	Sejanje
P1	8	4	8
P2	7	7	7
P3	10	5	2
P4	8	4	4
P5	12	3	3

(veličina parcele/mogućnosti raspoložive mehanizacije) [sat]

a)

$\min t_{i1} = \max t_{i2} \Rightarrow$ ispunjen je uslov za svođenje problema na 2x2

Parcele	RM1	RM2
P1	12	12
P2	14	14
P3	15	7
P4	12	8
P5	15	6

$$\min t'_{i1} = t_{11} = t_{41} = 12; i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\min t'_{i2} = t_{52} = 6; i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\min t'_{i1} > \min t'_{i2} \Rightarrow$$

P5 ide na poslednju poziciju.

$$\min t'_{i1} = t_{11} = t_{41} = 12; i = 1, 2, 3, 4$$

$$\min t'_{i2} = t_{32} = 7; i = 1, 2, 3, 4$$

$$\min t'_{i1} > \min t'_{i2} \Rightarrow$$

P3 ide na četvrtu poziciju.

$$\min t'_{i1} = t_{11} = t_{41} = 12; i = 1, 2, 4$$

$$\min t'_{i2} = t_{42} = 8; i = 1, 2, 4$$

$$\min t'_{i1} > \min t'_{i2} \Rightarrow$$

P4 ide na treću poziciju.

$$\min t'_{i1} = t_{11} = 12; i = 1, 2$$

$$\min t'_{i2} = t_{12} = 12; i = 1, 2$$

$$\min t'_{i1} = \min t'_{i2} = 12 \Rightarrow$$

P1 može da ide i na prvo i na drugo mesto tako da imamo dva optimalna redosleda.

P1	P2	P4	P3	P5
----	----	----	----	----

P2	P1	P4	P3	P5
----	----	----	----	----

Optimalni redosled	RM1			RM2			RM3			Zastoj	Zastoj
	P	T	K	P	T	K	P	T	K	RM2	RM3
P1	0	8	8	8	4	12	12	8	20	8	12
P2	8	7	15	15	7	22	22	7	29	3	2
P4	15	8	23	23	4	27	29	4	33	1	-
P3	23	10	33	33	5	38	38	2	40	6	5
P5	33	12	45	45	3	48	48	3	51	7	8
Ukupno:										25	27

$$\min T = 51 \text{ [čas]}$$

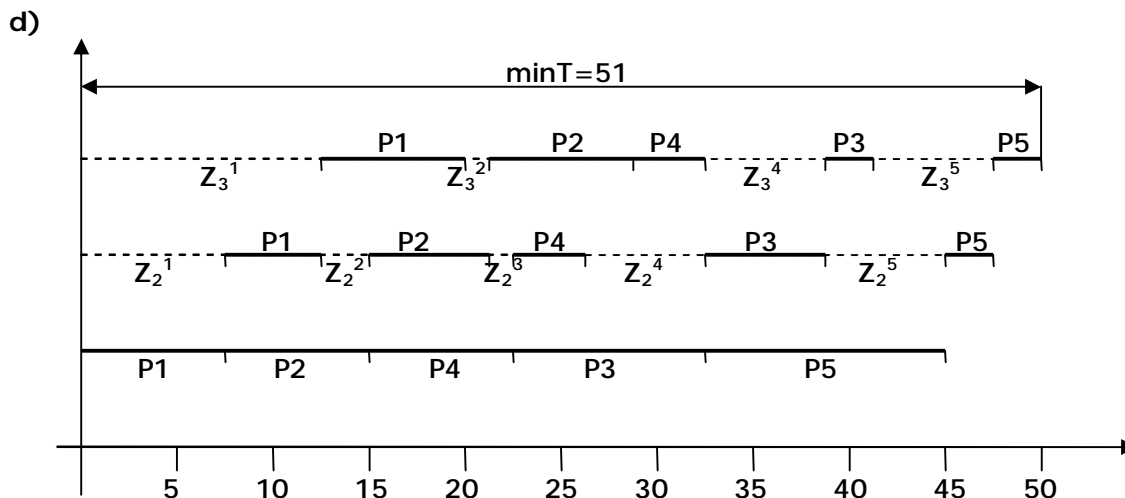
b)

Mehanizacija za sitnjenje zemlje čeka 25 [čas] = Z2o = zastoj RM2.

Mehanizacija za sejanje čeka 27 [čas] = Z3o = zastoj RM3

c)

Uzorana parcela čeka sejanje 2 časa.



5.9. Rešenje:

Proizvodi	Vreme po jedinici proizvoda [min/kom]				
	Za mašine		Za radnike		
	P1	P2	P1	P2	
M1	10	25	10	25	S1
M2	12	30	6	3	S2
Tpzj	8	12	8	12	
Qpl	2500	3200	2500	3200	
Tpr	3650	7300	3650	7300	
trs	20	80	20	80	

$K_{p1}=8000$ (potreban kapacitet za mašinu M1)

$Q_{pl}=400$; $Q_{os}=320$; $T=365$ dana

$$t = \frac{K_{p1}}{Q_{pl}} = \frac{8000}{400} = 20 \left[\frac{\text{min}}{\text{ko}} \right]; t' = \frac{K_{p1}}{Q_{os}} = \frac{8000}{320} = 25 \left[\frac{\text{min}}{\text{ko}} \right];$$

$$\frac{t'-t}{t} \cdot 100 = \frac{25-20}{20} \cdot 100 = 25\% \Rightarrow$$

Podbačaj je 25%, odnosno $INRst=1,25$.

$$q_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot Q_{pl1} \cdot trp_1}{T \cdot trs_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2500 \cdot 3650}{365 \cdot 20}} = 50 \Rightarrow n_1 = \frac{2500}{50} = 50 \left[\frac{\text{ser}}{\text{god}} \right]$$

$$q_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot Q_{pl2} \cdot trp_1}{T \cdot trs_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3200 \cdot 7300}{365 \cdot 80}} = 40 \Rightarrow n_1 = \frac{3200}{40} = 80 \left[\frac{\text{ser}}{\text{god}} \right]$$

$bs = 1$; $čs = 8$; $dg = 250$ dana

$$M1: Kp = \left[50 \cdot \left(8 + \frac{10}{60} \cdot 50 \right) + 80 \cdot \left(12 + \frac{25}{60} \cdot 40 \right) \right] \cdot 1.25 = (816 + 2293) \cdot 1.25 = 3887,5$$

$$M2: Kp = \left[50 \cdot \left(8 + \frac{10}{60} \cdot 50 \right) + 80 \cdot \left(12 + \frac{30}{60} \cdot 40 \right) \right] = 3640$$

Za M2 nema podbačaja niti prebačaja. Za radnike:

$$S1: Kp = \left[50 \cdot \left(8 + \frac{10}{60} \cdot 50 \right) + 80 \cdot \left(12 + \frac{25}{60} \cdot 40 \right) \right] \cdot 1.25 = (816 + 2293) \cdot 1.25 = 3887,5$$

$$S2: Kp = \left[50 \cdot \left(8 + \frac{6}{60} \cdot 50 \right) + 80 \cdot \left(12 + \frac{3}{60} \cdot 40 \right) \right] = 1770$$

Vrsta mašina	Potreban broj	Usvojen broj	Broj radnih mesta
M1	$\frac{3887.5}{2000} = 1.94$	2	2
M2	$\frac{3460}{2000} = 1.73$	2	U zavisnosti od broja radnika
Ukupno:		4	U zavisnosti od broja radnika

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj	I smena	Broj radnih mesta	Oznake radnih mesta
S1	$\frac{3887.5}{2000} = 1.94$	2	2	2	RM1, RM2
S2	$\frac{1770}{2000} = 0.88$	1	1	1	RM3
Ukupno:		3	3	3	

5.10. Rešenje:

Vrsta obrade	INRst %	Jedinično vreme rada po vrstama obrade u [min/kom]					
		Za radnike			Za mašine		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3
O1	Prebačaj 15%	-	50	24	-	50	24
O2	Prebačaj 15%	-	-	30	-	-	60
O3	Podbačaj 20%	20	60	36	45	90	57
O4	Ispunjenje norme	70	40	-	70	40	-
Optimalna veličina serija q_0 [kom/ser]		30	50	40	30	50	40
Broj serija [ser/god]		250	180	200	250	180	200
Tpzj		5	20	15	5	20	15

a)

$$dg=260; bs=3; \check{c}s=8; Gst=80$$

Potrebni kapaciteti za mašine:

$$O1: Kp = 0.85 \cdot \left[180 \cdot \left(20 + \frac{50}{60} \cdot 50 \right) + 200 \cdot \left(15 + \frac{24}{60} \cdot 40 \right) \right] = 0.85 \cdot (6200 + 11100) = 14705$$

$$O2: Kp = 0.95 \cdot \left[200 \cdot \left(15 + \frac{60}{60} \cdot 40 \right) \right] = 0.95 \cdot 11000 = 11450$$

$$O3: Kp = 1.2 \cdot \left[250 \cdot \left(5 + \frac{45}{60} \cdot 30 \right) + 180 \cdot \left(20 + \frac{90}{60} \cdot 50 \right) + 200 \cdot \left(15 + \frac{57}{60} \cdot 40 \right) \right] = 1.2 \cdot (6875 + 17100 + 10600) = 41490$$

$$O4: Kp = 1 \cdot \left[250 \cdot \left(5 + \frac{70}{60} \cdot 30 \right) + 180 \cdot \left(20 + \frac{40}{60} \cdot 50 \right) \right] = 10000 + 9600 = 19600$$

Potrebni kapaciteti za radnike:

$$S1: Kp = 0.85 \cdot \left[180 \cdot \left(20 + \frac{50}{60} \cdot 50 \right) + 200 \cdot \left(15 + \frac{24}{60} \cdot 40 \right) \right] = 0.85 \cdot (6200 + 11100) = 14705$$

$$S2: Kp = 0.95 \cdot \left[200 \cdot \left(15 + \frac{30}{60} \cdot 40 \right) \right] = 0.95 \cdot 7000 = 6650$$

$$S3: Kp = 1.2 \cdot \left[250 \cdot \left(5 + \frac{20}{60} \cdot 30 \right) + 180 \cdot \left(20 + \frac{60}{60} \cdot 50 \right) + 200 \cdot \left(15 + \frac{36}{60} \cdot 40 \right) \right] = 1.2 \cdot (3750 + 12600 + 7800) = 28980$$

$$S4: Kp = 1 \cdot \left[250 \cdot \left(5 + \frac{70}{60} \cdot 30 \right) + 180 \cdot \left(20 + \frac{40}{60} \cdot 50 \right) \right] = 10000 + 9600 = 19600$$

Rasploživni kapaciteti mašina i radnika su:

$$K_{rm1} = K_{rm2} = K_{rm3} = K_{rm4} = dg \cdot bs \cdot \check{c}s - Gst = 6160$$

$$K_{rr1} = K_{rr2} = K_{rr3} = K_{rr4} = dg \cdot \check{c}s - Gst = 2000$$

Vrsta obrade	Potreban broj	Usvojen broj	Broj radnih mesta
O1	$\frac{14750}{6160} = 2.39$	3	3
O2	$\frac{10450}{6160} = 1.70$	2	U zavisnosti od broja radnika
O3	$\frac{41490}{6160} = 6.73$	7	U zavisnosti od broja radnika
O4	$\frac{19600}{6160} = 3.18$	4	4
Ukupno:		16	U zavisnosti od broja radnika

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj	I smena	II smena	III smena	Broj radnih mesta
S1	$\frac{14750}{2000} = 7.35$	8	3	3	2	3
S2	$\frac{6650}{2000} = 3.33$	4	1	1	2	1
S3	$\frac{28980}{2000} = 14.49$	15	5	5	5	5
S4	$\frac{19600}{2000} = 9.80$	10	4	4	2	4
Ukupno:		37	13	13	11	13

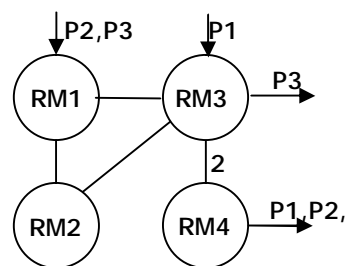
b)

P1: RM3 – RM4

P2: RM1 – RM3 – RM4

P3: RM1 – RM2 – RM3

P1		P2		P3	
RO	Karika	RO	Karika	RO	Karika
RM3	RM3 – RM4	RM1	RM1 – RM3	RM1	RM1 – RM2
RM4		RM3	RM3 – RM4	RM2	RM2 – RM3
		RM4		RM3	



	RM4	RM3	RM2	RM1
RM1	-	1	1	2
RM2	-	1	2	
RM3	2	4		
RM4	2			

Radno mesto	RM3	RM1, RM2, RM5
Broj veza	4	2

Tabela frekvencija:

Radna mesta	f_{ij}			
	1	2	3	4
RM1	2	0	0	0
RM2	0	1	0	0
RM3	1	1	1	0
RM4	0	1	1	0

$$F_{ik} = f_{ik} + 2 \sum_{j=1}^4 (k-j) f_{ij}$$

$$[k=1]: F_{i1} = f_{i1} + 2 \sum_{j=1}^4 (1-j) f_{ij}; i=1,2,3,4$$

$$F_{11} = 2 + 2 \cdot [(1-1) \cdot 0] = 2$$

$$F_{21} = 0 + 2 \cdot [(1-2) \cdot 1] = -2$$

$$F_{i1} < 0; i=3,4 \Rightarrow \max F_{i1} = F_{11} = 2$$

Prvo radno mesto u liniji biće RM1.

$$[k=2]: F_{i2} = f_{i2} + 2 \sum_{j=1}^4 (2-j) f_{ij}; i=2,3,4$$

$$F_{22} = 1 + 2 \cdot [(2-1) \cdot 0] = 1$$

$$F_{32} = 1 + 2 \cdot [(2-1) \cdot 1 + (2-3) \cdot 1] = 1$$

$$F_{42} < 0 \Rightarrow \max F_{i2} = F_{22} = F_{32} = 1 \Rightarrow$$

Treba odrediti modifikovanu frekvenciju radnih mesta RM2 i RM3

$$F_{23} = 0 + 2 \cdot [(3-2) \cdot 1] = 2$$

$$F_{33} = 1 + 2 \cdot [(3-1) \cdot 1 + (3-2) \cdot 1] = 1 + 6 = 7$$

$$\min F_{i3} = F_{23} = 2 \Rightarrow$$

Drugo radno mesto u liniji biće RM2.

$$[k=3]: F_{i3} = f_{i3} + 2 \sum_{j=1}^4 (3-j) f_{ij}; i=3,4$$

$$F_{33} = 1 + 2 \cdot [(3-1) \cdot 1 + (3-2) \cdot 1] = 7$$

$$F_{43} = 1 + 2 \cdot [(3-1) \cdot 0 + (3-2) \cdot 1] = 3 \Rightarrow \max F_{i3} = F_{33} = 7 \Rightarrow$$

Treće radno mesto u liniji biće RM3.

Optimalni raspored:

RM1	RM2	RM3	RM4
-----	-----	-----	-----

c)

P3: trs=4 [nj/kom]

q_o=40 [kom/ser]; n=200 [ser]

Q= q_o·n=40·200=8000 [kom/god]

$$q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot \text{trp}}{T \cdot \text{trs}}}$$

$$q_o^2 = \frac{2 \cdot Q \cdot \text{trp}}{T \cdot \text{trs}} \Rightarrow \text{trs} \cdot T = \frac{2 \cdot Q \cdot \text{trp}}{q_o^2} \Rightarrow$$

$$\text{trp} = \frac{\text{trs} \cdot T \cdot q_o^2}{2 \cdot Q} = \frac{4 \cdot 260 \cdot 1600}{2 \cdot 8000} = 104 \left[\frac{\text{nj}}{\text{ser}} \right]$$

5.11. Rešenje:

Dalekovod	Normativi rada ekipa		
	Ekipa za postavljanje stubova	Ekipa za razvlačenje kablova	Ekipa za montažu
DV1	90	75	30
DV2	100	50	100
DV3	120	80	40
DV4	150	50	50
DV5	100	20	150

(iz ove tabele početak, trajanje, kraj)

a)

Pošto je $\min t_{i3} > \max t_{i2} \Rightarrow$ ispunjen je uslov za svođenje problema na $n \times 2$:

Dalekovod	RM1	RM2
DV1	165	105
DV2	150	150
DV3	200	120
DV4	200	100
DV5	120	170

$$\min t'_{i1} = t_{51} = 120; i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\min t'_{i2} = t_{42} = 100; i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$\min t'_{i1} > \min t'_{i2} \Rightarrow$$

DV4 ide na poslednju poziciju.

$$\min t'_{i1} = t_{51} = 120; i = 1, 2, 3, 5$$

$$\min t'_{i2} = t_{12} = 105; i = 1, 2, 3, 5$$

$$\min t'_{i1} > \min t'_{i2} \Rightarrow$$

DV1 ide na četvrtu poziciju.

Optimalni raspored je:

DV5	DV2	DV3	DV1	DV4
-----	-----	-----	-----	-----

$$\min t'_{i1} = t_{51} = 120; i = 2, 3, 5$$

$$\min t'_{i2} = t_{32} = 8; i = 2, 3, 5$$

$$\min t'_{i1} = \min t'_{i2} \Rightarrow$$

DV5 ide na prvu poziciju, a DV3 na treću poziciju. DV2 raspoređujemo na preostalo mesto.

Dalekovod	RM1			RM2			RM3			Zastoj	Zastoj
	P	T	K	P	T	K	P	T	K	RM2	RM3
DV5	0	100	100	100	20	120	120	150	270	100	120
DV2	100	100	200	200	50	250	270	100	370	80	-
DV3	200	120	320	320	80	400	400	40	440	70	30
DV1	320	90	410	410	75	485	485	30	515	10	45
DV4	410	150	560	560	50	610	610	50	670	75	95
Ukupno:										335	290

b)

Ekipa za montažu čekaće da se razvuku kablovi dalekovoda DV1 45 dana.

c)

Razvučeni kablovi za dalekovod čekaće na montažu 20 dana.