

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

ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA SREDSTAVA ZA RAD, RADNIKA I RADNIH MESTA

- Posmatramo radna mesta, a radno mesto može činiti samo radnik, ili samo mašina ili i radnik i mašina.



- Kada radno mesto čine i radnik i mašina, treba da odredimo odnos broja radnika i broja mašina na tom radnom mestu, a taj odnos zavisi od potrebnog kapaciteta.

ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA SREDSTAVA ZA RAD, RADNIKA I RADNIH MESTA

- Pri razmatranju ovog zadatka treba imati u vidu sledeće:
 - Potreban broj mašina i radnika određuje se na osnovu **potrebnog (K_p)** i **raspoloživog kapaciteta (K_r)**

Koje vrste radnih mesta postoje?

Ako je $K_{p_m} = K_{p_r} \Rightarrow$ 1 RM: jedan radnik i jedna mašina

Ako je $K_{p_m} > K_{p_r} \Rightarrow$ 1 RM: jedan radnik i više mašina

Ako je $K_{p_m} < K_{p_r} \Rightarrow$ 1 RM: više radnika i jedna mašina

ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA SREDSTAVA ZA RAD, RADNIKA I RADNIH MESTA

Posmatramo proizvodni proces obradnog tipa u kome se:

- proizvode proizvodi $P_1, P_2, \dots, P_j, \dots, P_p$
- u ukupnim planiranim godišnjim količinama $Q_{pl1}, Q_{pl2}, \dots, Q_{plj}, \dots, Q_{plp}$
- optimalan broj serija posmatranih proizvoda je $n_1, n_2, \dots, n_j, \dots, n_p$
- tada je veličina jedne serije:

$$q_{plj} = \frac{Q_{plj}}{n_j} \left[\frac{\text{kom}}{\text{ser}} \right] , j=1,2, \dots, p$$

U procesu proizvodnje treba izvršiti m vrsta obrada tako da je: $i=1,2, \dots, m$,
 m - broj vrsta obrada, broj vrsta mašina i broj vrsta radnika.

ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA SREDSTAVA ZA RAD, RADNIKA I RADNIH MESTA

Ostali podaci su:

- T_{pz_j} - ukupno pripremno-završno vreme 1 serije j-tog proizvoda u [čas/ser]
- tk_{ij} - komadno vreme - vreme po jedinici j-tog proizvoda za i-tu vrstu mašine, za i-tu vrstu radnika u [čas/kom];
- dg - broj radnih dana u godini [dan/god];
- bs - broj radnih smena u danu [sm/dan];
- $čs$ - broj časova u smeni [čas/sm];
- Gst_i - standardni gubici u vremenu u [čas/god] i
- $INRst_i$ - standardno izvršenje normi rada, prebačaj ili podbačaj za i-tu vrstu obrade u [čas/god].

ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA SREDSTAVA ZA RAD, RADNIKA I RADNIH MESTA

Kp_i - potreban kapacitet - to je vreme potrebna da se izvrši i-ta vrsta obrade na svim proizvodima za godinu dana

$$Kp_i = \sum_{j=1}^p n_j * (Tpz_j + tk_{ij} * q_j) \pm INRst_i$$

Krm_i - raspoloživi kapacitet mašine - koliko nam je vremena godišnje mašina i-te vrste na raspolaganju

$$Krm_i = dg * bs * \check{c}s - Gst_i$$

Krr_i - raspoloživi kapacitet radnika - koliko nam je vremena godišnje radnik i-te struke na raspolaganju

$$Krr_i = dg * 1 * \check{c}s - Gst_i$$

$$BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i} (mašina) \qquad BR_i = \frac{Kp_i}{Krr_i} (radnika)$$

Zadatak 1

U jednom malom preduzeću, gde je proces proizvodnje organizovan po obradnom sistemu, izrađuju se 3 proizvoda. Na svakom proizvodu izvode se tri vrste obrade. Redosled vrsta obrade i podaci potrebni za izračunavanje broja radnih mesta su:

Vrste obrade	INRst _i [%]	tk _{ij} [čas/kom] za mašine i radnike		
		P ₁	P ₂	P ₃
01	02	03	04	05
Ekstruzija	Ispunjenje norme	1	1.25	1.5
Sečenje	Podbačaj 20 %	0.5	0.625	0.75
Ojačavanje	Prebačaj 10 %	2	2.5	3
Tpz _j [čas/ser]		10	20	30
Qpl _j [kom/god]		1000	2000	1500
n _j [ser/god]		10	40	5

$$dg = 266 \text{ dan/god}; \quad bs = 3 \text{ sm/dan}; \quad \text{čs} = 8 \text{ čas/sm}; \quad Gst = 80 \text{ čas/god}$$

U cilju određivanja optimalnog grupnog rasporeda radnih mesta potrebno je:

- odrediti broj potrebnih ekstrudera, mašina za sečenje i mašina za ojačavanje;
- izračunati broj potrebnih radnika na ekstruziji, radnika na sečenju i radnika na ojačavanju, utvrditi njihov raspored po smenama i odrediti broj potrebnih radnih mesta po vrstama.

Zadatak 1

Vrste obrade	INRst _i [%]	tk _{ij} [čas/kom] za mašine i radnike		
		P ₁	P ₂	P ₃
01	02	03	04	05
Ekstruzija	Ispunjenje norme	1	1.25	1.5
Sečenje	Podbačaj 20 %	0.5	0.625	0.75
Ojačavanje	Prebačaj 10 %	2	2.5	3
Tpz _j [čas/ser]		10	20	30
Qpl _j [kom/god]		1000	2000	1500
n _j [ser/god]		10	40	5
q _j [kom/ser]		100	50	300

$$q_j = \frac{Qpl_j}{n_j}$$

$$q_{p1} = \frac{1000}{10}$$

a) odrediti broj potrebnih ekstrudera, mašina za sečenje i mašina za ojačavanje; $BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i}$

$$Kp_i = \sum_{j=1}^p n_j \cdot (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j) \pm INRst_i$$

Potreban kapacitet za ekstruziju:

$$Kp_1 = \underbrace{10 \cdot (10 + 1 \cdot 100)}_{P1} + \underbrace{40 \cdot (20 + 1.25 \cdot 50)}_{P2} + \underbrace{5 \cdot (30 + 1.5 \cdot 300)}_{P3} \cdot 1$$

$$Kp_1 = 6\,800 \text{ [čas/god]}$$

Zadatak 1

Vrste obrade	INRst _i [%]	tk _{ij} [čas/kom] za mašine i radnike		
		P ₁	P ₂	P ₃
01	02	03	04	05
Ekstruzija Sečenje Ojačavanje	Ispunjenje norme Podbačaj 20 % Prebačaj 10 %	1 0.5 2	1.25 0.625 2.5	1.5 0.75 3
Tpz _j [čas/ser] Qpl _j [kom/god] n _j [ser/god] q _j [kom/ser]		10 1000 10 100	20 2000 40 50	30 1500 5 300

Potreban kapacitet za sečenje:

$$n \cdot (Tpz + tk \cdot q)$$

$$Kp_2 = [10 \cdot (10 + 0.5 \cdot 100) + 40 \cdot (20 + 0.625 \cdot 50) + 5 \cdot (30 + 0.75 \cdot 300)] \cdot 1.2 = \mathbf{4\,710 \text{ [čas/god]}}$$

Potreban kapacitet za ojačavanje:

$$Kp_3 = [10 \cdot (10 + \mathbf{2} \cdot 100) + 40 \cdot (20 + \mathbf{2.5} \cdot 50) + 5 \cdot (30 + \mathbf{3} \cdot 300)] \cdot 0.9 = \mathbf{11\,295 \text{ [čas/god]}}$$

$$BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i}$$

Pošto su nam komadna vremena za radnike ista kao i za mašine, onda je i potreban kapacitet mašina jednak potrebnom kapacitetu radnika

$$Kp_m = Kp_r$$

Da bi smo izračunali potreban broj mašina treba nam njihov raspoloživi kapacitet (koliko vremena su mašine na raspolaganju):

$$Krm_i = dg \cdot bs \cdot \check{c}s - Gst_i$$

$$Krm_1 = 266 \cdot 3 \cdot 8 - 80$$

$$Krm_1 = 6304 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$dg = 266 [\text{dan/god}]$$

$$bs = 3 [\text{smena/dan}]$$

$$\check{c}s = 8 [\text{čas/smena}]$$

$$Gst = 80 [\text{čas/god}]$$

$$Krm_1 = Krm_2 = Krm_3 = 6304 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

Određujemo potreban broj mašina po formuli:

$$BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i}$$

Vrsta mašina	Potreban broj	Usvojen broj	Broj RM
Ekstruderi	$\frac{6800}{6304} = 1.08$	2	2
Mašine za sečenje	$\frac{4710}{6304} = 0.75$	1	1
Mašine za ojačavanje	$\frac{11295}{6304} = 1.79$	2	2

Kada je tk_{ij} jednako za mašine i radnike (što piše u postavci), mašine određuju broj radnih mesta - koliko ima mašina toliko ima i radnih mesta

Pošto su nam komadna vremena za radnike ista kao i za mašine, onda je i potreban kapacitet mašina jednak potrebnom kapacitetu radnika

$$Kp_m = Kp_r$$

b) izračunati broj potrebnih radnika na ekstruziji, radnika na sečenju i radnika na ojačavanju, utvrditi njihov raspored po smenama i odrediti broj potrebnih radnih mesta po vrstama

$$BR_i = \frac{Kp_i}{Krr_i}$$

$$Krr_i = dg \cdot 1 \cdot \check{c}s - Gst_i$$

$$Krr_1 = 266 \cdot 1 \cdot 8 - 80$$

$$Krr_1 = 2048 \left[\frac{\check{c}as}{god} \right]$$

$$Krr_1 = Krr_2 = Krr_3 = 2048 \left[\frac{\check{c}as}{god} \right]$$

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj	I	II	III	RM
Radnici na ekstruziji	$\frac{6800}{2048} = 3.23$	4	2	2	/	RM ₁ , RM ₂
Radnici na sečenju	$\frac{4710}{2048} = 2.3$	3	1	1	1	RM ₃
Radnici na ojačavanju	$\frac{11295}{2048} = 5.51$	6	2	2	2	RM ₄ , RM ₅

Usvojen broj mašina
2
1
2

Kada je tk_{ij} jednako za mašine i radnike – na jednu mašinu ide jedan radnik

Zadatak 2

Predmet razmatranja je proizvodni proces obradnog tipa. Na proizvodima P1, P3, P4, P5, P7 izvode se dve vrste obrade: O1, O2, od strane radnika struke R1, R2 na mašinama M1, M2. Komadno vreme, u časovima, je: za mašine M1: 1, 1, 2.5, 3, 2; za mašine M2: 4, 2, 6, 2, 3; za radnike struke R1: 2, 2, 5, 6, 4; za radnike struke R2: 2, 1, 3, 1, 1.5; po proizvodima P1, P3, P4, P5, P7, respektivno.

Na proizvodu P2 izvodi se samo obrada O2 od strane radnika struke R2 na mašinama M2, dok se na proizvodu P6 izvodi samo obrada O1 od strane radnika R1 na mašinama M1. Komadno vreme proizvoda P2, u časovima, za mašine M2 je 4.2 a za radnike R2 je 2.1. Vreme po jedinici proizvoda P6, u časovima, za mašine M1 je 1.5 a za radnike R1 je 3.

Za proizvode P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 je: ukupno pripremno - završno vreme jedne serije, u časovima: 8, 10, 6, 4, 7, 5, 3; optimalni broj serija: 24.85, 12.063, 26.104, 43.16, 27.44, 14.68, 14.61; veličina jedne serije, u komadima: 48, 44, 48, 51, 50, 50, 49; respektivno.

U toku godine radi se 266 dana po dve smene od 8 časova. Ukupni godišnji standardni gubici iznose 100 časova. Obrada O1 ima prebačaj 5 % a obrada O2 ispunjenje norme.

Potrebno je:

- odrediti broj potrebnih mašina po vrstama;
- izračunati broj potrebnih radnika po strukama i smenama;
- utvrditi broj potrebnih radnih mesta po vrstama.

Zadatak 2

Vrste obrade	Vrste mašine	INRst _i [%]	tk _{ij} [čas/kom]													
			Mašine							Radnici						
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
O ₁	M ₁	Prebačaj 5%	1	-	1	2,5	3	1,5	2	2	-	2	5	6	3	4
O ₂	M ₂	Ispunjenje norme	4	4,2	2	6	2	-	3	2	2,1	1	3	1	-	1,5
Tpz _j [čas/ser]			8	10	6	4	7	5	3							
n _j [ser/god]			24,85	12,06	26,10	43,16	27,44	14,68	14,61							
q _j [kom/ser]			48	44	48	51	50	50	49							

Potrebno je:

a) odrediti broj potrebnih mašina po vrstama

$$BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i}$$

Zadatak 2

Vrste obrade	Vrste mašine	INRst _i [%]	tk _{ij} [čas/kom]													
			Mašine							Radnici						
			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
O ₁	M ₁	Prebačaj 5%	1	-	1	2,5	3	1,5	2	2	-	2	5	6	3	4
O ₂	M ₂	Ispunjenje norme	4	4,2	2	6	2	-	3	2	2,1	1	3	1	-	1,5
Tpz _j [čas/ser]			8	10	6	4	7	5	3	8	10	6	4	7	5	3
n _j [ser/god]			24,85	12,06	26,10	43,16	27,44	14,68	14,61	24,85	12,06	26,10	43,16	27,44	14,68	14,61
q _j [kom/ser]			48	44	48	51	50	50	49	48	44	48	51	50	50	49

- komadno vreme tk_{ij} nije jednako za mašine i radnike
- to znači da moramo da računamo potreban kapacitet Kp odvojeno za radnike i mašine
- broj RM neće biti jednak broju mašina

Prvo računamo potreban kapacitet za mašine po formuli:

$$Kp_i = \sum_{j=1}^p n_j \cdot (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j) \pm INRst_i$$

$$Kpm_1 = 24.85 \cdot (8 + 1 \cdot 48) + \cancel{12.06 \cdot (10 + 0 \cdot 44)} + \dots$$

Primer 1.9 str 45

U procesu izrade proizvoda P1, P2 i P3 na njima se izvode četiri vrste obrade. Njihov redosled i osnovni podaci za određivanje potrebnog broja radnih mesta dati su u tabeli:

Vrsta obra- de	Vrsta maši- ne	Stru. radni- ka	INRst _i [%]	tk _{ij} [min/kom]					
				Mašine			Radnici		
				P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
O ₁	M ₁	S ₁	Podb. 15 %	15	20	10	32	40	25
O ₂	M ₂	S ₂	Isp. norme	10	12	18	10	12	18
O ₃	M ₃	S ₃	Preb. 25 %	25	20	30	5	4	6
O ₄	M ₄	S ₄	Isp. norme	10	5	15	10	5	15
Tpz _i [čas/ser]				8	12	10	8	12	10
Qpl _i [kom/god]				20000	15000	10000	20000	15000	10000
n _j [ser/god]				4	5	10	4	5	10

$dg = 266$ [dan/god]; $bs = 3$ [sm/dan]; $cs = 8$ [čas/sm]; $Gst = 100$ [čas/god].

Potrebno je:

- odrediti broj potrebnih mašina za svaku vrstu obrade;
- izračunati broj potrebnih radnika;
- utvrditi broj potrebnih radnih mesta.

Primer 1.9 str 45

Vrsta obrade	Vrsta mašine	Struka radnika	INRst _i [%]	tk _{ij} [min/kom]					
				Mašine			Radnici		
				P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
O ₁	M ₁	S ₁	Podb. 15 %	15	20	10	32	40	25
O ₂	M ₂	S ₂	Isp. norme	10	12	18	10	12	18
O ₃	M ₃	S ₃	Preb. 25 %	25	20	30	5	4	6
O ₄	M ₄	S ₄	Isp. norme	10	5	15	10	5	15
Tpz _i [čas/ser]				8	12	10	8	12	10
Qpl _i [kom/god]				20000	15000	10000	20000	15000	10000
n _j [ser/god]				4	5	10	4	5	10
q _j [kom/ser]				5000	3000	1000	5000	3000	1000

$$q_j = \frac{Qpl_j}{n_j} \Rightarrow q_{p1} = \frac{20000}{4} = 5000 \quad q_{p2} = \frac{15000}{5} = 3000 \quad q_{p3} = \frac{10000}{10} = 1000$$

a) odrediti broj potrebnih mašina za svaku vrstu obrade $BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i}$

- ✓ komadno vreme tk_{ij} nije jednako za mašine i radnike
- ✓ računamo odvojeno potreban kapacitet Kp za mašine i Kp za radnike

Primer 1.9 str 45

Vrsta obrade	Vrsta mašine	Struka radnika	INRst _i [%]	tk _{ij} [min/kom]					
				Mašine			Radnici		
				P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
O ₁	M ₁	S ₁	Podb. 15 %	15	20	10	32	40	25
O ₂	M ₂	S ₂	Isp. norme	10	12	18	10	12	18
O ₃	M ₃	S ₃	Preb. 25 %	25	20	30	5	4	6
O ₄	M ₄	S ₄	Isp. norme	10	5	15	10	5	15
Tpz _i [čas/ser]				8	12	10	8	12	10
Qpl _i [kom/god]				20000	15000	10000	20000	15000	10000
n _j [ser/god]				4	5	10	4	5	10
q _j [kom/ser]				5000	3000	1000	5000	3000	1000

Prvo računamo potreban kapacitet za mašinu M1 po formuli:

$$Kp_i = \sum_{j=1}^p n_j \cdot (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j) \pm INRst_i$$

$$Kpm_1 = [4 \cdot (8 + \frac{15}{60} \cdot 5000) + 5 \cdot (12 + \frac{20}{60} \cdot 3000) + 10 \cdot (10 + \frac{10}{60} \cdot 1000)] \cdot 1.15$$

•
•
•

Primer 1.9 str 45

Vrsta obrade	Vrsta mašine	Struka radnika	INRst _i [%]	tk _{ij} [min/kom]					
				Mašine			Radnici		
				P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
O ₁	M ₁	S ₁	Podb. 15 %	15	20	10	32	40	25
O ₂	M ₂	S ₂	Isp. norme	10	12	18	10	12	18
O ₃	M ₃	S ₃	Preb. 25 %	25	20	30	5	4	6
O ₄	M ₄	S ₄	Isp. norme	10	5	15	10	5	15
Tpz _i [čas/ser]				8	12	10	8	12	10
Qpl _i [kom/god]				20000	15000	10000	20000	15000	10000
n _j [ser/god]				4	5	10	4	5	10
q _j [kom/ser]				5000	3000	1000	5000	3000	1000

Broj potrebnih mašina se prikazuje tabelarno:

$$BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i}$$

tk_{ij} je jednako
za mašine i radnike

broj mašina = broj RM

Vrsta mašina	Potreban broj	Usvojen broj	Broj radnih mesta
M ₁	13638/6284 = 2.2	3	
M ₂	9525.3/6284 = 1.5	2	
M ₃	13894/6284 = 2.2	3	
M ₄	7275.3/6284 = 1.16	2	
UKUPNO:		10	

Primer 1.9 str 45

b) izračunati broj potrebnih radnika

$$BR_i = \frac{Kp_i}{Krr_i}$$

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj
S_1	$28780/2028 = 14.2$	15
S_2	$9525.3/2028 = 4.7$	5
S_3	$2894/2028 = 1.4$	2
S_4	$72753/2028 = 3.6$	4
UKUPNO:		26

c) utvrditi broj potrebnih radnih mesta

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj	I	II	III	Broj RM
S_1	$28780/2028 = 14.2$	15				
S_2	$9525.3/2028 = 4.7$	5	2	2	1	2
S_3	$2894/2028 = 1.4$	2				
S_4	$72753/2028 = 3.6$	4	2	2	/	2
UKUPNO:		26				

Usvojen br. maš.
3
2
3
2

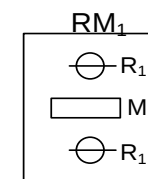
Kada je tk_{ij} jednako za mašine i radnike – na jednu mašinu ide jedan radnik

broj mašina = broj RM

Primer 1.9 str 45

Vrsta mašine	Struka radnika	tk _{ij} [min/kom]					
		Mašine			Radnici		
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
M ₁	S ₁	15	20	10	32	40	25
M ₂	S ₂	10	12	18	10	12	18
M ₃	S ₃	25	20	30	5	4	6
M ₄	S ₄	10	5	15	10	5	15

Za 1.obradu tk_{ij} je duplo veće da radnike –
na jednu mašinu idu dva radnika



Za 3.obradu tk_{ij} je oko pet puta veće da mašine –
jedan radnik može da radi za pet mašina

Struka radnika	Potreban broj	Usvojen broj	I	II	III	Broj RM
S ₁	28780/2028 = 14.2	15	6	6	3	3
S ₂	9525.3/2028 = 4.7	5	2	2	1	2
S ₃	2894/2028 = 1.4	2	1	1	/	1
S ₄	72753/2028 = 3.6	4	2	2	/	2
UKUPNO:		26				

broj mašina = broj RM

Kada imamo više radnika na jednoj mašini – broj RM će biti jednak broju radnika

Usvojen br. maš.
3
2
3
2

Ali mi nemamo na raspolaganju pet, nego imamo tri mašine - jedan radnik će raditi za tri mašine

