

PLAN RADA:

18.03.2020. – 1. kolokvijum (odlaže se)

20.03.2020. – Plan poluproizvoda (proračun količina pripadajućih proizvodnih faza složenog proizvoda. Četiri modela)

25.03.2020. – Komponentni planovi

27.03.2020. – Vežba 15 (tabele 16 i 17)

01.04.2020. - Vežba 15 (tabele 18 i 19)

03.04.2020. - Vežba 15 (tabela 20)

3.9 PLANIRANJE PROIZVODNJE

Planiranje je dinamičan proces pomoću koga vršimo usklađivanje željenog (optimalnog) i stvarnog stanja. Kartkoročni planovi se baziraju na činjenicama, a dugoročni na pretpostavkama i prognozama.

Srednjoročni planovi obuhvataju period: $2 \leq t < 5$

Utvrđuju se na osnovu:

- ostvarene proizvodnje u prethodnom periodu,
- ugovorene proizvodnje,
- na osnovu najava,
- analize potreba potrošača i kupovne moći.

Srednjoročni plan proizvodnje osnova je za definisanje:

- planova razvoja
- investicija
- zapošljavanje
- ekonomskih rezultata
- godišnji planovi

3.9.1 Plan proizvodnje proizvoda

Podrazumeva vrste i količine artikala koje treba uraditi u određenom vremenskom intervalu.

$$T = \sum Q_i \cdot m_i \quad (N\check{C}/t) \dots \dots \dots (56)$$

t-(vremenski period)

T-obim zaposlenosti

Q_i -količina pojedinih artikala

tn_i -ukupno vreme po artiklu.

Obim zaposlenosti možemo analizirati po svim organizacionim nivoima.

Na osnovu godišnjeg plana proizvodnje proizvoda definišu se svi ostali komponentni planovi: plan poluproizvoda, plan radne snage, plan mašinskih kapaciteta, plan materijala i delova iz kooperacije, plan alata, plan održavanja opreme, finansijski plan.

3.9.2 Plan poluproizvoda

Plan poluproizvoda je najznačajniji operativni plan proizvodnje. Za njegovu izradu neophodno je znati sledeće: plan artikala, strukturnu sastavnicu, zalihe u nedovršenoj proizvodnji (magacini i radni nalozi), planiran škart, planirane zalihe na kraju godine (radi kontinuiteta u proizvodnji).

Ako sa x_{ijk} označimo poluproizvode, a sa q_{ijk} planirane količine poluproizvoda tada imamo nekoliko bitnih formula:

$$x_{ijk} \cdot q_{ijk}^{(1)} = m_{ijk} \cdot Q_i = n_{ijk} \cdot q_{ij} \quad \dots\dots\dots(57)$$

$$x_{ijk} \cdot q_{ijk}^{(2)} = \frac{n_{ijk} \cdot q_{ij}}{1 - \check{S}_{ijk}} = \frac{m_{ijk} \cdot Q_i}{\Pi(1 - \check{S}_{ijk})} \quad \dots\dots\dots(58)$$

$$x_{ijk} \cdot q_{ijk}^{(3)} = \frac{n_{ijk} \cdot q_{ij} - q_{ijk}^M}{1 - \check{S}_{ijk}} - q_{ijk}^{RN} \quad \dots\dots\dots(59)$$

$$x_{ijk} \cdot q_{ijk}^{(4)} = \frac{n_{ijk} \cdot q_{ij} - q_{ijk}^M}{1 - \check{S}_{ijk}} - k q_{ijk}^{RN} \quad \dots\dots\dots(60)$$

\check{S}_{ijk} -ukupan škart poluproizvoda,

q_{ijk}^M -količine poluproizvoda koje se nalaze u magacinu poluproizvoda,

q_{ijk} -količina poluproizvoda,

q_{ijk}^{RN} -količina poluproizvoda koja se nalazi u radnim nalogima.

k – ($0 \leq k \leq 1$) Koeficijent koji uzima u obzir stepen (procenat) realizacije radnog naloga.

Ukoliko je realizovano 70% obima posla po radnom nalogu (pri čemu se za kriterijum uzima broj operacija i vremenska norma svake operacije) tada koeficijent uzima vrednost $k = 0,7$. Ako se radni nalog nalazi na početnim operacijama tada je k bliži nuli, a ako se nalazi na završnim operacijama tada je k bliži jedinici.

Po obrascu (57) vršimo idealno planiranje poluproizvoda. Obrazac (58) uzima u obzir gubitke po osnovu kvaliteta u proizvodnji (škart). Obrazac (59) uzima u obzir i zalihe u nedovršenoj proizvodnji (magacin poluproizvoda i radni nalozi u toku).

Obrazac (59) koristimo za proračun količina poluproizvoda koje se koriste za otvaranje radnih naloga (RN) i planiranje materijala.

Obrazac (60) koristimo za proračun količina poluproizvoda koje se koriste za planiranje alata i angažovanje direktne (proizvodne) radne snage i mašinskih kapaciteta.

Obim zaposlenosti (nivo poluproizvoda) računa se po sledećem obrascu:

$$T = \sum q_{ijk} \cdot t_{ijk} \quad (N\check{C}/t) \quad \dots\dots\dots(61)$$

t_{ijk} -vremenska norma poluproizvoda

Obim proizvodnje koji angažuje nedovršena proizvodnja računa se po sledećim obrascima:

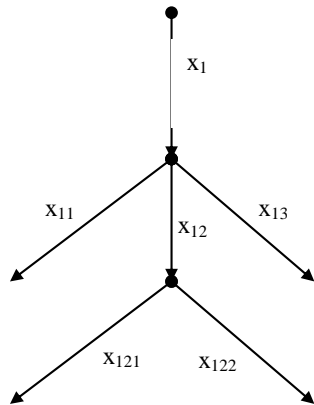
$$T_N = \sum (q_{ijk}^{(2)} - q_{ijk}^{(4)}) \cdot t_{ijk} \quad (N\check{C}) \quad , ili \quad \dots\dots\dots(62)$$

$$T_N = 100 - \frac{\sum q_{ijk}^{(4)} \cdot t_{ijk}}{\sum q_{ijk}^{(2)} \cdot t_{ijk}} \cdot 100(\%) \quad \dots\dots\dots(63)$$

PRIMER:

Comment [J1]: Zadatak koji je na 2. kolokvijumu i obavezno na ispitu

Ako je ugovorena isporuka proizvoda X_1 : $Q_1 = 10.000$ kom/god, koristeći podatke iz tabele 1, izračunati potrebnu količinu svih poluproizvoda (proizvodnih faza) koje ulaze u sastav složenog proizvoda X_1 uzimajući u obzir formule 57, 58 i 59.



IDEALAN MODEL (formula 57):

$$q_{ijk}^{(1)} = m_{ijk} \cdot Q_i$$

- $q_1^{(1)} = m_1 \cdot Q_1 = 1 \cdot 10000 = 10000 \text{ kom/god}$
- $q_{11}^{(1)} = m_{11} \cdot Q_1 = 2 \cdot 10000 = 20000 \text{ kom/god}$
- $q_{12}^{(1)} = m_{12} \cdot Q_1 = 2 \cdot 10000 = 20000 \text{ kom/god}$
- $q_{13}^{(1)} = m_{13} \cdot Q_1 = 1 \cdot 10000 = 10000 \text{ kom/god}$
- $q_{121}^{(1)} = m_{121} \cdot Q_1 = 6 \cdot 10000 = 60000 \text{ kom/god}$
- $q_{122}^{(1)} = m_{122} \cdot Q_1 = 6 \cdot 10000 = 60000 \text{ kom/god}$

REALAN MODEL (formula 58, uzima u obzir gubitke po osnovu kvaliteta u proizvodnji (škart)):

$$q_{ijk}^{(2)} = \frac{m_{ijk} \cdot Q_i}{\prod (1 - \check{s}_{ijk})}$$

- $q_1^{(2)} = \frac{m_1 \cdot Q_1}{1 - \check{s}_1} = \frac{1 \cdot 10000}{1 - 0} = 10000 \text{ kom/god}$
- $q_{11}^{(2)} = \frac{m_{11} \cdot Q_1}{(1 - \check{s}_1) \cdot (1 - \check{s}_{11})} = \frac{2 \cdot 10000}{(1 - 0) \cdot (1 - 0)} = 20000 \text{ kom/god}$
- $q_{12}^{(2)} = \frac{m_{12} \cdot Q_1}{(1 - \check{s}_1) \cdot (1 - \check{s}_{12})} = \frac{2 \cdot 10000}{(1 - 0) \cdot (1 - 0,05)} = 20052,6 \text{ kom/god} = 20053 \text{ kom/god}$
- $q_{13}^{(2)} = \frac{m_{13} \cdot Q_1}{(1 - \check{s}_1) \cdot (1 - \check{s}_{13})} = \frac{1 \cdot 10000}{(1 - 0) \cdot (1 - 0)} = 10000 \text{ kom/god}$
- $q_{121}^{(2)} = \frac{m_{121} \cdot Q_1}{(1 - \check{s}_1) \cdot (1 - \check{s}_{12}) \cdot (1 - \check{s}_{121})} = \frac{6 \cdot 10000}{(1 - 0) \cdot (1 - 0,05) \cdot (1 - 0,1)} = 70176 \text{ kom/god}$

Comment [J2]: količine obavezno zaokružiti na prvi veći ceo broj

$$q_{122}^{(2)} = \frac{m_{122} \cdot Q_1}{(1 - \xi_1) \cdot (1 - \xi_{12}) \cdot (1 - \xi_{122})} = \frac{6 \cdot 10000}{(1 - 0) \cdot (1 - 0,05) \cdot (1 - 0)} = 63158 \text{kom/god}$$

REALAN MODEL (formula 59, uzima u obzir gubitke po osnovu kvaliteta u proizvodnji (škarti)):

$$q_{ijk}^{(3)} = \frac{n_{ijk} \cdot q_{ij} - q_{ijk}^m}{1 - \xi_{ijk}} - q_{ijk}^{rn}$$

$$q_1^{(3)} = \frac{n_1 \cdot Q_1 - Q_1^m}{1 - \xi_1} - Q_1^{rn} = \frac{1 \cdot 10000 - 0}{1 - 0} - 0 = 10000 \text{kom/god}$$

$$q_{11}^{(3)} = \frac{n_{11} \cdot q_1 - q_{11}^m}{1 - \xi_{11}} - q_{11}^{rn} = \frac{2 \cdot 10000 - 0}{1 - 0} - 0 = 20000 \text{kom/god}$$

$$q_{12}^{(3)} = \frac{n_{12} \cdot q_1 - q_{12}^m}{1 - \xi_{12}} - q_{12}^{rn} = \frac{2 \cdot 10000 - 1000}{1 - 0,05} - 0 = 20000 \text{kom/god}$$

$$q_{13}^{(3)} = \frac{n_{13} \cdot q_1 - q_{13}^m}{1 - \xi_{13}} - q_{13}^{rn} = \frac{1 \cdot 10000 - 0}{1 - 0} - 0 = 10000 \text{kom/god}$$

$$q_{121}^{(3)} = \frac{n_{121} \cdot q_{12} - q_{121}^m}{1 - \xi_{121}} - q_{121}^{rn} = \frac{3 \cdot 20000 - 500}{1 - 0,1} - 3000 = 63112 \text{kom/god}$$

$$q_{122}^{(3)} = \frac{n_{122} \cdot q_{12} - q_{122}^m}{1 - \xi_{122}} - q_{122}^{rn} = \frac{3 \cdot 20000 - 500}{1 - 0} - 1000 = 58500 \text{kom/god}$$

Comment [J3]: napomena: q_1 u formuli je izračunata vrednost a ne Q_1 koje je dato u tekstu zadatka. U ovom slučaju je to ista vrednost, međutim obično nije tj. ima škarta i zaliha u nedovršenoj proizvodnji.

Comment [J4]: q_{12} je količina sa prethodnog nivoa

Tabela 1: Podaci o strukturi proizvoda, škartu, nedovršenoj proizvodnji, normativima i raspoloživim kapacitetima-zalihama.

X _i	POLUPROIZVOD					PROIZVODNJA				MAŠINE			MATERIJAL			ALAT			JEDINIČNA CENA [din/kom]	
	X _{ijk}	n _{ijk} - m _{ijk}	S _i %	ZALIHE		POGON 1		POGON 2		t _{mijk,j}			S _{ijk,j}			a _{ijk,j}			W _{cpi}	W _{cki}
				Q _{ijk} ^M	Q _{ijk} ^{RN}	RJ-1.1	RJ-1.2	RJ-2.1	RJ-2.2	M ₁	M ₂	M ₃	S ₁	S ₂	S ₃	A ₁	A ₂	A ₃		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
X ₁	X ₁	1-1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	10 ⁻⁴	60	40
	X ₁₁	2-2	-	-	-	0,1	-	-	-	0,05	-	-	-	0,2	-	-	10 ⁻³	-		
	X ₁₂	2-2	5	1000	-	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-		
	X ₁₃	1-1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,05	-	-	-	0,2	10 ⁻²	-	-		
	X ₁₂₁	3-6	10	500	3000	0,1	0,1	-	-	0,05	-	-	0,2	-	-	10 ⁻²	10 ⁻³	-		
	X ₁₂₂	3-6	-	500	1000	-	0,1	-	-	-	0,05	-	-	0,2	-	10 ⁻²	-	-		
X ₂	X ₂	1-1	5	1000	-	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	10 ⁻⁴	110	70
	X ₂₁	3-3	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-		
	X ₂₂	3-3	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-		
	X ₂₃	2-2	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2	10 ⁻²	-	-	-		
	X ₂₁₁	2-6	5	500	2000	0,1	-	-	-	0,05	-	-	0,2	-	-	10 ⁻³	-	-		
	X ₂₁₂	1-3	-	-	-	0,1	0,1	-	-	0,05	0,05	-	-	0,2	-	10 ⁻²	-	-		
	X ₂₂₁	2-6	-	-	-	0,1	0,1	-	-	0,05	0,05	-	-	0,2	-	10 ⁻²	10 ⁻³	-		
X ₂₂₂	2-6	10	3000	4000	-	0,1	-	-	-	0,05	-	-	0,2	-	10 ⁻²	10 ⁻³	-			
X ₃	X ₃	1-1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	10 ⁻⁴	160	130
	X ₃₁	2-2	5	1000	2000	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-		
	X ₃₂	2-2	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-		
	X ₃₁₁	3-6	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-		
	X ₃₁₂	1-2	-	-	-	0,1	-	-	-	0,05	-	-	0,2	-	-	10 ⁻³	-	-		
	X ₃₁₃	3-6	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,05	-	-	0,2	-	10 ⁻²	-	-		
	X ₃₁₃₁	2-12	10	1500	4000	0,1	0,1	-	-	0,05	0,05	-	-	0,2	-	10 ⁻²	10 ⁻³	-		
X ₃₁₁₂	2-12	5	-	-	0,1	0,1	-	-	0,05	0,05	-	-	0,2	-	10 ⁻²	10 ⁻³	-			
X ₄	X ₄	1-1	5	500	1000	-	-	-	0,1	-	-	0,05	-	-	-	-	-	10 ⁻⁴	50	35
	X ₄₁	2-2	5	500	500	-	-	0,1	-	-	-	0,05	-	-	0,2	-	-	-		
	X ₄₂	2-2	10	500	2000	0,2	-	-	-	0,05	0,05	-	0,2	-	-	10 ⁻²	-	-		
	X ₄₃	2-2	5	1500	2000	-	0,2	-	-	0,05	0,05	-	-	0,2	-	-	10 ⁻³	-		
Raspoloživo: NČ/god, MČ/god, kg/god, kom/god.						60000	70000	30000	60000	25000	35000	20000	27000	35000	12000	2000	250	45		

3.10 KOMPONENTNI PLANOVI

3.10.1 Plan angažovanja proizvodne radne snage

Ovaj plan je u direktnoj vezi sa obimom zaposlenosti. Grubo planiranje radne snage zasniva se na planu proizvoda (Q_i), a fino planiranje na plan u poluproizvoda (q_i). Poredeći planirani obim zaposlenosti T sa raspoloživim potencijalom radne snage T_r , $T:T_r$, moguća su dva slučaja:

- 1) $T_r \geq T$ –plan proizvodnje može da se realizuje sa raspoloživom radnom snagom,
- 2) $T_r < T$ –plan proizvodnje ne može da se realizuje sa raspoloživom radnom snagom, u tom slučaju potrebno je dodatno angažovanje zaposlenih radnika u prekovremenom radu ili neradnim danima, odnosno prijem radnika.

Plan angažovanja radne snage moguće je sprovesti po svim organizacionim nivoima.

Raspoloživi kapacitet radne snage računamo po sledećoj formuli:

$$Tr = Z \cdot \eta_r \cdot D_r \cdot \check{C}_s \cdot p_n \dots\dots\dots(64)$$

Gde je:

- Tr –raspoloživi kapacitet radne snage,
- Z –broj radnika,
- η_r -stepen iskorišćenja radne snage,
- D_r -broj radnih dana,
- \check{C}_s -časova po smeni,
- p_n -prosečno izvršenje norme.

3.10.2 Plan angažovanja mašinskih kapaciteta

Kao i kod prethodnog i kod ovog plana postoji fino i grubo planiranje.

Grubo planiranje:

$$Tp_j = \sum Q_i \cdot tm_{ij} \dots\dots\dots(65)$$

Tp_j -planirano angažovanje komponentnih kapaciteta,

tm_{ij} -ukupno mašinsko vreme na nivou i -tog proizvoda i j -tog komponentnog kapaciteta

Fino planiranje:

$$Tp_j = \sum q_i \cdot tm_{ij} \dots\dots\dots(66)$$

- 1) $T_{p_j} \leq T_{r_j}$ –plan proizvodnje može da se realizuje sa raspoloživim mašinama,
- 2) $T_{p_j} > T_{r_j}$ –ukoliko je ispunjen ovaj uslov kod nekog komponentnog kapaciteta onda ta mašina ili grupa mašina predstavlja „usko grlo“ u procesu proizvodnje.

T_{r_j} -potencijal planirane mašine ili grupe mašina.

Raspoložive mašinske kapacitete računamo po sledećoj formuli:

$$Tr_j = m \cdot D_r \cdot \check{C}_s \cdot S_n \cdot p_m \cdot \eta_m \dots\dots\dots(67)$$

Gde je:

- Tr_j -raspoloživi mašinski kapacitet grupe mašina,
- m -broj mašina u komponentnom kapacitetu,
- D_r -broj radnih dana u godini ili drugom vremenskom periodu,
- \check{C}_s -časova po smeni,
- S_n -broj smena u danu,
- p_m -prosečno izvršenje norme grupe mašina,
- η_m -stepen iskorišćenja kapaciteta grupe mašina.

3.10.3 Plan materijal,alata i kooperacije

Pored planova proizvodnje potrebno je poznavati još:

- strukturu proizvoda,
- normative materijala i alata,
- vrste,dimenzije i količine materijala i alata koje se nalaze na zalihama

3.10.3.1 Plan materijala

$$S_j = \sum Q_i \cdot S_j \dots\dots\dots(68)$$

$$s_j = \sum q_i \cdot S_{ij} \dots\dots\dots(69)$$

- S_j -planirane količine j -tog materijala,
- s_j -normativ materijala na nivou proizvoda,
- Q_i -planirane količine proizvoda,
- S_{ij} -normativ j -tog materijala na nivou i -tog poluproizvoda,
- q_i -planiranje količine poluproizvoda.

3.10.3.2 Plan alata

$$A_j = \sum Q_i \cdot a_j \dots\dots\dots(70)$$

$$A_j = \sum q_i \cdot a_{ij} \dots\dots\dots(71)$$

- A_j -planirane količine j -tog alata,
 - a_j - normativ alata na nivou proizvoda,
 - a_{ij} - normativ j -tog alata na nivou i -tog poluproizvoda.
- Plan materijala i alata treba da sadrži: naziv i vrstu, zahtevani kvalitet, količinu, dinamiku nabavke.

3.10.3.3 Plan kooperacije

Definisanje proizvodnog programa pretpostavlja,prema konkretno utvrđenoj potrebi,saradnju sa drugim preduzećima.Preduzeća,nosilac saradnje i učesnici u saradnji,iako različito zainteresovani,kroz ovaj odnos preuzimaju određene obaveze.S

obzirom na prirodu obaveza u okviru kooperacije, potrebno je da zadaci proistekli iz ove saradnje budu posebno specificirani, što se čini kroz komponentni plan kooperacije.

Prilikom razrade plana kooperacije koristi se sledeća dokumentacija:

- proizvodni program,
- ugovori sa dosadašnjim kooperantima,
- specifikacija delova, sklopova.

Veliki broj delova datih na izradu kooperantima, kao i postojanje većeg broja preduzeća učesnika, uslovljava razradu plana kooperacije u detalje kako bi se jasno precizirali zadaci:

- po kooperantima sa odgovarajućim rokovima,
- po delovima, sa odgovarajućom dinamikom, kako bi se obezbedio kontinuitet proizvodnih procesa.

Komponentni plan kooperacije omogućava da se efikasno uoče karakteristični problemi na području kooperantskih odnosa.

3. 11 TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA

Za definisanje normativa koristimo tehnološke postupke. Tehnološki postupci sadrže:

- podatke o proizvodu-poluproizvodu,
- podatke o materijalu i alatu,
- podatke o mašinama,
- podatke o učesnicima u poslu,
- redni broj i naziv operacije,
- opis operacije,
- dozvoljeni tehnološki škart,
- osnovno, dopunsko i pripremno-završno vreme,
- vremensku normu, normu izrade i kapacitet u smeni,
- broj radnika i grupe složenosti posla,
- podatke o količini poluproizvoda u prvom nadređenom nivou u konstruktivnoj sastavnici.

U okviru rešenog projektnog zadatka prikazana je sledeća tehnološka dokumentacija (obraci):

1. operacijski postupak – spisak operacija i normativ rada,
2. operacijski postupak – normative alata, kontrolnika i pribora,
3. spisak materijala, pozicija i sklopova.