

Proizvodne linije sa prekidnim kretanjem predmeta rada

Vreme potrebno za proizvodnju jednog komada proizvoda na svim linijama

$$t = \frac{t_{\max} \cdot \alpha + t_0}{m} \left[\frac{\text{vr.jed.}}{\text{jed.pr.}} \right]$$

Brzina proizvodnje

$$q = \frac{m}{t_{\max} \cdot \alpha + t_0} \left[\frac{\text{jed.pr.}}{\text{vr.jed.}} \right]$$

Obim proizvodnje

$$Q = q \cdot T \left[\frac{\text{jed.pr.}}{\text{int.}} \right]$$

Ukupni gubici u vremenu

$$\Delta T = \frac{m \cdot T}{t_{\max} \cdot \alpha + t_0} \sum_{j=1}^n (t_{\max} - t_j) \left[\frac{\text{vr.jed.}}{\text{int.}} \right]$$

Proizvodne linije sa neprekidnim kretanjem predmeta rada

Takt jedne proizvodne trake

$$t = \frac{1}{v} \left[\frac{\text{sec}}{\text{kom}} \right]$$

Brzine predmeta rada za svako radno mesto

$$v_j = \frac{l_j}{t_j}; \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Brzina kretanja predmeta rada

$$v = v_{\max} = \min_j \frac{l_j}{t_j}; \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Rastojanje između dva uzastopna komada na traci

$$l \geq \max_j (v \cdot t_j)$$

Stepen uravnoteženosti linije s obzirom na takt

$$\eta_u = \frac{v}{n \cdot l} \sum_{j=1}^n t_j \cdot 100[\%]$$

Stepen uravnoteženosti radnih mesta linije

$$\eta_u' = \frac{t_{\min}}{t_{\max}} 100[\%]$$

Vreme potrebno za proizvodnju jedne jedinice proizvoda

$$t_m = \frac{1}{v \cdot m} \left[\frac{\text{sec}}{\text{kom}} \right]$$

Brzina proizvodnje

$$q = \frac{1}{t_m} = \frac{v \cdot m}{1} \left[\frac{\text{kom}}{\text{sec}} \right]$$

Obim proizvodnje

$$Q = \frac{T}{1} v \cdot m \left[\frac{\text{kom}}{\text{int}} \right]$$

Ukupni vremenski gubici linije

$$\Delta T = \frac{T}{t} \sum_{j=1}^n (t - t_j) \left[\frac{\text{vr. jed.}}{\text{int.}} \right]$$

Analiza gubitaka po vrstama materijala

Stvarno utrošena količina materijala

$$Q_{su} = UM + ZM_p - ZM_k \left[\frac{\text{kol.jed.}}{\text{int}} \right]$$

Količina materijala koju je objektivno trebalo utrošiti

$$Q_{ou} = (IP + ZP_k - ZP_p) \cdot nm \left[\frac{\text{kol.jed.}}{\text{int}} \right]$$

Gubitak u materijalu u posmatranom intervalu

$$G = Q_{su} - Q_{ou} \left[\frac{\text{kol.jed.}}{\text{int}} \right]$$

Serijska proizvodnja više vrsta proizvoda na istim sredstvima za rad

Model 1

Troškovi pripreme

$$TR_1 = N \cdot \sum_{i=1}^m \text{trp}_i$$

Ukupni troškovi skladištenja za sve proizvode

$$TR_2 = \frac{T}{2N} \sum_{i=1}^m Q_i \left(1 - \frac{Q_i}{pd_i \cdot T} \right) \text{trs}_i \left[\frac{\text{n.j.}}{\text{int.}} \right]$$

Broj složenih ciklusa

$$N^* = \sqrt{\frac{T \cdot \sum_{i=1}^m Q_i \cdot \left(1 - \frac{Q_i}{pd_i \cdot T} \right) \cdot \text{trs}_i}{2 \cdot \sum_{i=1}^m \text{trp}_i}} \left[\frac{\text{cikl.}}{\text{int.}} \right]$$

Veličina serije

$$q_i^* = \frac{Q_i}{N^*}$$

Vreme proizvodnje jedne serije

$$t_i^* = \frac{q_i^*}{pd_i} \left[\frac{\text{dan}}{\text{ser.}} \right]$$

Najmanji ukupni troškovi

$$(\min)TR = \sqrt{2 \cdot T \cdot \sum_{i=1}^m Q_i \cdot \left(1 - \frac{Q_i}{pd_i \cdot T}\right) \cdot trs_i \cdot \sum_{i=1}^m trp_i} \left[\frac{n.j.}{int.} \right]$$

Model 2

Ukupni troškovi skladištenja za sve proizvode

$$TR_2 = \frac{T}{2N} \sum_{i=1}^m Q_i \cdot trs_i$$

Broj složenih ciklusa

$$N^* = \sqrt{\frac{T \cdot \sum_{i=1}^m Q_i \cdot trs_i}{2 \cdot \sum_{i=1}^m trp_i}} \left[\frac{\text{cikl.}}{\text{int.}} \right]$$

Najmanji ukupni troškovi

$$(\min)TR = \sqrt{2 \cdot T \cdot \sum_{i=1}^m Q_i \cdot trs_i \cdot \sum_{i=1}^m trp_i} \left[\frac{n.j.}{int.} \right]$$

Model 3

Ukupni troškovi skladištenja za sve proizvode

$$TR_2 = \frac{T}{2N} \sum_{i=1}^m Q_i \left(1 - \frac{Q_i}{pd_i \cdot T}\right)^2 trs_i$$

Broj složenih ciklusa

$$N^* = \sqrt{\frac{T \cdot \sum_{i=1}^m Q_i \cdot \left(1 - \frac{Q_i}{pd_i \cdot T}\right)^2 \cdot trs_i}{2 \cdot \sum_{i=1}^m trp_i}} \left[\frac{\text{cikl.}}{\text{int.}} \right]$$

Najmanji ukupni troškovi

$$TR(N^*) = \sqrt{2 \cdot T \cdot \sum_{i=1}^m Q_i \cdot \left(1 - \frac{Q_i}{pd_i \cdot T}\right)^2 \cdot trs_i \cdot \sum_{i=1}^m trp_i} \left[\frac{\text{n.j.}}{\text{int.}} \right]$$

Model 4

Identično kao prvi model

Analiza procesa

Kapacitet izražen u jedinicama toka po jedinici vremena

$$K^* = \frac{n}{\sum_{i=1}^m t_{ij}} \left[\frac{\text{jed.toka}}{\text{jed.vremena}} \right]; \text{ gde je } n \text{ broj radnika, a } m \text{ broj operacija koje se izvode na } j\text{-tom}$$

random mestu

Brzina toka (ritam)

$$R = \min\{Tražnja, K^*\} \left[\frac{\text{jed.toka}}{\text{jed.vremena}} \right]$$

Litlov zakon

Zalihe (**Z**) = Brzina toka (ritam) (**R**) * Protočno vreme (**Tp**)