

STUDIUL PRIVIND DIMENSIONAREA LOTURILOR DE FABRICAȚIE PRIN ANALIZA DE SENZITIVITATE A COSTULUI TOTAL DE PRODUCȚIE

Rajgă LAVINIA¹

Conducător științific : Conf. dr. ing. Sergiu TONOIU, Șl. dr. ing. Mădălin-Gabriel CATANĂ

REZUMAT: Lucrarea studiază posibilitatea de micșorare a mărimii lotului de fabricație la producția de serie față de valoarea optimă calculată, având în vedere atât efectul pozitiv al scăderii duratei ciclului de producție, cât și efectul negativ al creșterii costului de producție unitar al produsului. Sunt prezentate modele matematice care descriu influența micșorării mărimii lotului de fabricație asupra variației duratei ciclului de producție și a variației costului de producție, în cazul aplicării formelor de organizare succesivă, mixtă și paralelă pentru producția lotului. În final, se prezintă o procedură de alegere a mărimii lotului de fabricație pornind de la anumite cerințe privind scurtarea duratei ciclului de producție, în condițiile nedepășirii unui cost de producție maxim admis.

CUVINTE CHEIE: managementul producției de serie, mărimea lotului de fabricație, durata ciclului de producție, costul de producție.

1 INTRODUCERE

Tipul de producție în serie este de mai multe feluri, în funcție de mărimea lotului de fabricație, și aume: tipul de producție de serie mare, tipul de producție de serie mijlocie și tipul de producție de serie mică. Producția în serie este specifică întreprinderilor care fabrică o nomenclatură relativ largă de produse, în mod periodic și în loturi de fabricație mare, mijlocie sau mică. (Baker și Trietsch, 2009)

Locurile de muncă sunt amplasate după diferite criterii în funcție de mărimea seriilor de fabricație. Deplasarea de la un loc de muncă la altul se face cu mijloace de transport cu deplasare discontinuă (pentru seriile mici de fabricație) sau cu mijloace de deplasare continuă, pentru seriile mari de fabricație.

Pentru a putea organiza producția astfel încât să se asigure executarea simultană a cât mai multor operații ale procesului tehnologic se adoptă diferite forme de organizare a producției. În funcție de tipul producției, formele de organizare sunt: succesivă, paralelă și mixtă. (Emmons și Vairaktarakis, 2013)

Lotul de fabricație reprezintă cantitatea de piese identice lansate în fabricație, simultan sau succesiv, care consumă un singur timp de pregătire-încheiere. Determinarea lotului de fabricație optim constituie problema fundamentală a programării și conducerii operative a producției de serie.

Mărimea lotului de fabricație are o influență directă asupra celorlalți parametri ai conducerii

¹Anul IV, Specializarea Inginerie Economică Industrială, Facultatea IMST; E-mail: rajga.lavinia@yahoo.com;

operative: durata ciclului de producție, perioada de repetare a loturilor, mărimea stocurilor de producție neterminată etc.

Organizarea succesivă se caracterizează prin faptul că transmiterea și începerea prelucrării lotului de piese la fiecare operație k+1, are loc numai după terminarea prelucrării tuturor pieselor din lot, la operația precedentă k (Neagu s.a., 2006). În cazul producției a cărei formă de organizare este succesivă, durata ciclului de producție se calculează astfel (Catana, 2016):

$$T_{cs}(N) = N * \sum_{k=1}^n T_{uk} \text{ [min]} \quad (1)$$

unde:

N – mărimea lotului de fabricație;

n – este numărul de operații;

k – indexul operației din procesul tehnologic;

T_{uk} - timpul unitar necesar executării operației k;

T_c - durata ciclului de producție, în ore.

Organizarea paralelă este caracterizată prin faptul că transmiterea pieselor de la operația k, la operația k+1, se face bucată cu bucată și fără așteptări, în felul acesta durata ciclului de producție se micșorează (Neagu s.a., 2006).

În cazul producției cu organizare paralelă, durata ciclului de producție se calculează astfel (Catana, 2016):

$$T_{cp}(N) = \sum_{k=1}^n T_{uk} + (N - 1) * T_{umax} \text{ [min]} \quad (2)$$

unde:

T_{umax} – timpul unitar maxim al operației din procesul de fabricație.

Organizarea mixtă presupune că transmiterea obiectelor muncii de la operația k, la operația k+1, se

face pe fracțiuni de lot, numite loturi de transport. (Neagu s.a., 2006).

Pentru producția a cărei formă de organizare este mixtă, durata ciclului de producție se calculează astfel : (Catana, 2016)

$$T_{cm}(N) = N_t * \sum_{k=1}^n T_{uk} + (N - N_t) * \sum_{k=1}^n (T_{uk} - T_{uk+1})^+ \quad [min] \quad (3)$$

unde:

N_t – mărimea lotului de transport;

2 STADIUL ACTUAL

Calculul lotului de fabricație optim necesită determinarea funcției matematice, care exprimă costurile de producție raportate la unitatea de produs. Acest calcul prezintă anumite particularități, în funcție de modul în care este încărcat sistemul de producție cu loturile de fabricație . În cazul încărcării sistemului cu loturi de piese identice, care se succed unul pe altul, costul de producție raportat la mărimea lotului de fabricație se determină cu formula (Catana, 2016):

$$C_T(N) = C_1 + \frac{L}{N} + \frac{E}{2 * N_g} \left(Z + \frac{S}{N} \right) * [N * (C_m + C_1) + L] + \frac{1}{N_g} \sum \frac{V_k * T_{uk}}{A_k * R_g * k_{upk}} \quad [lei/buc] \quad (4)$$

unde:

C_1 - costuri curente;

L - costul total fix la nivel de lot;

E - coeficient ce cuantifică pierderea suportată de întreprindere, la o unitate monetară imobilizată în circuitul productiv pe durata fabricării volumului de producție N_g .

N_g - volumul de producție.

Z, S - coeficienți ce țin seama de forma de organizare a producției (Catana, 2016);

$$Z_s = \frac{\sum_{k=1}^n T_{uk}}{R_g}; \quad S_s = 0 \quad (5)$$

$$Z_p = \frac{T_{umax}}{R_g}; \quad S_p = \frac{\sum_{k=1}^n T_{uk} - T_{u max}}{R_g} \quad (6)$$

$$Z_m = \frac{\sum_{k=1}^n (T_{uk} - T_{uk+1})^+}{R_g};$$

$$S_m = \frac{N_t * [\sum_{k=1}^n T_{uk} - \sum_{k=1}^n T_{uk} - T_{uk+1})^+]}{R_g} \quad (7)$$

unde:

C_m - costul semifabricatului;

R_g - ritmul mediu de fabricare al reperului g , în min/buc;

V_k - valoarea medie actuală a resurselor de producție;

k_{upk} - coeficient de utilizare anuală a capacității de producție a mașinilor alocate;

A_k - numărul total de ani prevăzut pentru amortizarea totală a mașinii utilizate la operația k .

Lotul de fabricație reprezintă cantitatea de piese, lansată în fabricație, care minimizează funcția costului de producție $C_T(N)$. Anulând derivata funcției $C_T(N)$, se determină lotul de fabricație optim N_o , cu formula (Neagu s.a., 2006):

$$N_o = \sqrt{\frac{2 * N_g * L}{(C_m + C_1) * Z * E}} \quad [buc] \quad (8)$$

În multe din cazuri mărimea optimă a lotului de fabricație nu poate fi folosită pentru programarea producției de serie deoarece, de exemplu, nu este un submultiplu al volumului total de producție (N_g) sau conduce la durate ale ciclului de producție mai mari decât cele care sunt necesare în practică pentru satisfacerea livrărilor către clienți.

În consecință este necesară studierea posibilității de micșorare a mărimii lotului de fabricație față de valoarea optimă, astfel încat să se reducă durata ciclului de producție dacă acest lucru este necesar.

3 ANALIZA DE SENZITIVITATE A COSTULUI TOTAL DE PRODUCȚIE

Luând în cosiderare datele obținute în PCP, expresia $C_T(N)$, devine (Rajgă, 2017) :

$$C_T(N) = 8,46 + \frac{188,01}{N} + 0,04 * N \quad [lei/buc] \quad (9)$$

O reprezentare grafică a expresiei $C_T(N)$ se prezintă în figura 1.

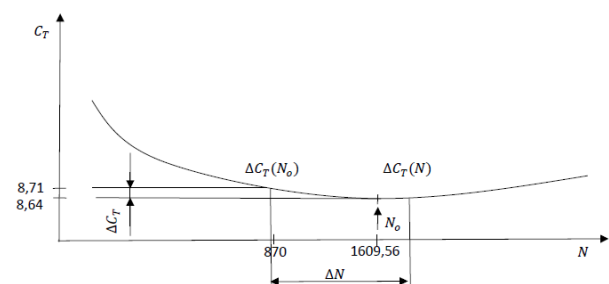


Fig.1. Variația costului de producție unitar în raport cu variația mărimii lotului de fabricație

Se observă că valoarea costului se modifică destul de puțin în intervalul [870;1609,56]

Micșorarea mărimii lotului de fabricație față de valoarea optimă ΔN conduce la o creștere a costului unitar ΔC_T .

Expresii ale acestor variații sunt prezentate în continuare:

$$\Delta N = N_o - N \quad [buc] \quad (10)$$

$$\Delta C_T = C_T(N) - C_T(N_o) \text{ [lei/buc]} \quad (11)$$

Variația mărimii lotului ΔN produce o scurtare a duratei ciclului de producție ΔT_c care se determină cu următoarele relații, în funcție de forma de organizare a producției:

$$\Delta T_c = T_c(N_o) - T_c(N) \text{ [min]} \quad (12)$$

$$\Delta T_{cs}(\Delta N) = \Delta N * \sum T_{uk} \text{ [min]} \quad (13)$$

$$\Delta T_{cp}(\Delta N) = \Delta N * T_{u \max} \text{ [min]} \quad (14)$$

$$\Delta T_{cm}(\Delta N) = \Delta N_t * \sum T_{uk} + (\Delta N - \Delta N_t) * \sum (T_{uk} - T_{uk+1})^+ \text{ [min]} \quad (15)$$

În relația (15) considerând ipoteza următoare:

$$n_{et} = \frac{N_o}{N_t} = \frac{N}{N_t} \Rightarrow \Delta N = n_{et} * \Delta N_t \quad (16)$$

va rezulta relația :

$$\Delta T_{cm}(\Delta N) = \Delta N_t * \sum T_{uk} + \Delta N_t * (n_{et} - 1) * \sum (T_{uk} - T_{uk+1})^+$$

$$\Delta T_{cm}(\Delta N) = \frac{\Delta N}{n_{et}} [\sum T_{uk} + (n_{et} - 1) * \sum (T_{uk} - T_{uk+1})^+] \text{ [min]} \quad (17)$$

$$C_T(N) = C_1 + \frac{L}{N} + \frac{E * T_c(N)}{2 * N_g * R_g} \left[C_m + C_1 + \frac{L}{N} \right] + \frac{1}{N_g} \sum \frac{V_k * T_{uk}}{A_k * R_g * k_{upk}} \text{ [lei/buc]} \quad (18)$$

Pe baza relațiilor : (11) și (18) rezultă următoarea expresie:

$$\Delta C_T(\Delta N) = \frac{L}{N} - \frac{L}{N_o} + \frac{E * (C_m + C_1)}{2 * N_g * R_g} * \Delta T_c(N) + \frac{E * L}{2 * N_g * R_g} * \left[\frac{T_c(N)}{N} - \frac{T_c(N_o)}{N_o} \right] \text{ [lei/buc]} \quad (19)$$

Considerând că :

$$\frac{L}{N} - \frac{L}{N_o} + \frac{E * L}{2 * N_g * R_g} * \left[\frac{T_c(N)}{N} - \frac{T_c(N_o)}{N_o} \right] \cong 0 \quad (20)$$

Relația (18) devine :

$$\Delta C_T(\Delta N) = \frac{E * (C_m + C_1)}{2 * N_g * R_g} * \Delta T_c(N) \text{ [lei/buc]} \quad (21)$$

Se observă că o micșorare a mărimii lotului de fabricație ΔN conduce la o scădere proporțională a duratei ciclului de producție ΔT_c și o creștere proporțională a costului unitar ΔC_T .

Aceste influențe sunt prezentate în figura 2.

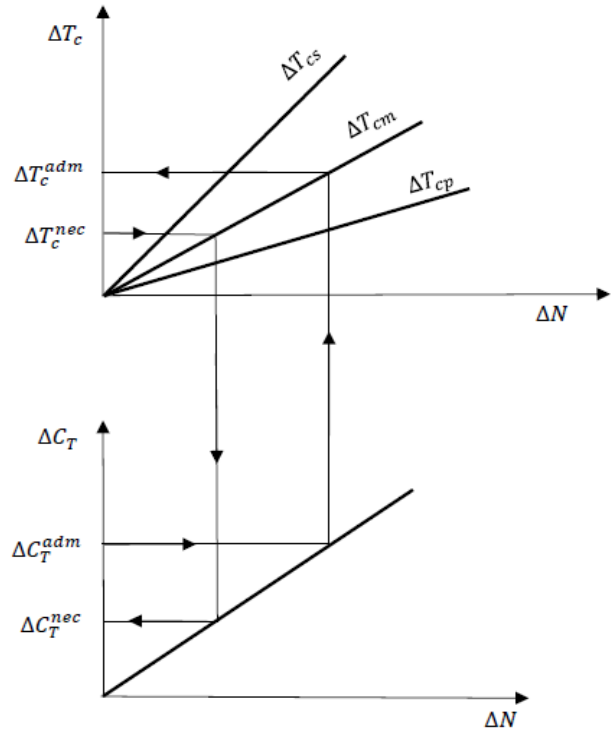


Fig. 2. Relația dintre ΔN , ΔT_c și ΔC_T

Conform reprezentării din figura 2 putem avea 2 situații:

Situația I: dacă se dorește micșorarea duratei ciclului de producție cu cantitatea ΔT_{cnec} , se poate determina creșterea corespunzătoare a costului de producție unitar.

Situația II: dacă se dorește determinarea scăderii mărimii admisibile a duratei ciclului de producție astfel încât să nu se depășească o creștere maximă admisibilă a costului de producție unitar ΔC_{Tadm} impusă de obținerea unui anumit beneficiu minim la vânzarea produsului, din figura 2 se poate determina durata maximă admisibilă.

4 CONCLUZII

Pornind de la observația că o variație destul de mare a mărimii lotului de fabricație față de valoarea optimă, poate să conducă la o creștere mică a costului de producție unitar, în lucrare se analizează sensibilitatea costului de producție ținând cont de dimensiunea lotului de fabricație.

S-au propus expresii de dependență între ΔN , ΔC_T , ΔT_c , pe baza acestor expresii s-a prezentat o procedură de determinare a posibilității de alegere a mărimii lotului de fabricație pornind de la anumite cerințe privind scurtarea duratei ciclului de

producție, în condițiile nedeșirii unui cost de producție maxim admis.

5 BIBLIOGRAFIE

- [1]. Baker, K. și Trietsch, D. (2009), *Principles of Sequencing and Scheduling*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey
- [2]. Catană, M. (2016), *Production and operations management: course notes*, POLITEHNICA PRESS, București
- [3]. Emmons, H. și Vairaktarakis, G. (2013), *Flow Shop Scheduling: Theoretical Results, Algorithms, and Applications*, Springer Science+Business Media, New York
- [4]. Neagu, C., Nițu, E., Melnic, L. și Catană, M. (2006), *Ingineria și managementul producției: Bazele teoretice*, E.D.P. R.A., București
- [5]. Rajgă, L. (2017), *Programarea și conducerea producție - proiect de an*, Anul IV, Programul de studii de licență IEL, Facultatea IMST, UPB (îndrumător Șl. dr. ing. Mădălin-Gabriel CATANĂ)
- [6]. Sarin, S.C. și Jaiprakash, P. (2007), *Flow Shop Lot Streaming*, Springer Science+Business Media, New York