

STUDIUL INFLUENȚEI STRATEGIEI DE PROGRAMARE A PREGĂTIRII OPERAȚIILOR ASUPRA DURATELOR CICLURILOR PROCESELOR DE PRODUCȚIE

GRECU Cristian, VOICU Dana - Monica

Conducător științific: Șl. Dr. Ing. Mădălin CATANĂ, Conf. Dr. Ing. Sergiu TONOIU

REZUMAT: Lucrarea studiază consecințele aplicării a două strategii de programare a activităților de pregătire a execuției operațiilor dintr-un proces de producție multioperațional asupra duratei ciclului de producție al procesului. Sunt luate în considerare cazul pregătirii reactive a operațiilor, în care pregătirea unei operații este programată să înceapă odată cu sosirea lotului de la operația anterioară, și cazul pregătirii anticipative a operațiilor, în care pregătirea unei operații este programată să se încheie odată cu sosirea lotului de la operația anterioară. Pentru cele două cazuri, sunt prezentate modele matematice de calcul al decalajelor minime dintre începuturile operațiilor succesive și al duratei ciclului de producție al lotului de fabricație, specifice aplicării formelor de organizare succesivă și mixtă a producției lotului. Sunt evidențiate de asemenea avantajele și dezavantajele utilizării celor două strategii de programare.

CUVINTE CHEIE: Managementul producției de serie, Programarea pregătirii operațiilor, Durata ciclului de producție.

1 INTRODUCERE

În producția de serie se poate fabrica o gamă mare de produse, în mod periodic și în loturi de fabricație de mărime mică, mijlocie sau mare.

Deplasarea produselor de la un post la altul se face cu mijloace de transport putând fi deplasate după caz, întreg lotul de fabricație în cazul seriilor mici sau loturilor de transport de diferite mărimi în cazul seriilor mijlocii și mari.

Formele de organizare uzuale care se utilizează în cazul producțiilor de serie mică și mijlocie sunt organizarea succesivă și organizarea mixtă.

Organizarea succesivă este forma de organizare care se caracterizează prin faptul că transmiterea și începerea prelucrării lotului de fabricație la fiecare operație $k+1$ are loc numai după terminarea prelucrării tuturor pieselor din lot la operația precedentă k . (Baker&Trietsch, 2009).

Organizarea mixtă este forma de organizare care se caracterizează prin aceea că transmiterea obiectelor muncii de la operația k la cea următoare, $k+1$, se face pe fracțiuni

Mărimea lotului de transport N_t este mai mare decât 1 și mai mică decât mărimea lotului de fabricație N ($1 < N_t < N$) (Neagu s.a., 2006).

Această formă de organizare permite desfășurarea succesivă și parțial paralelă a procesului de producție. Rezultatul este reducerea ciclului de producție, în comparație cu organizarea succesivă.

Completarea lotului de transport este necesară ori de câte ori duratele operațiilor vecine se găsesc în relația $T_{uk} < T_{uk+1}$. Pentru aplicarea organizării mixte sunt necesare niște decalaje dintre începutul operației succesive ale căror mărimi se calculează cu relația: (Catană, 2016) (1)

$$D_{k,k+1} = \begin{cases} N_t * T_{uk} & , \text{dacă } T_{uk} \leq T_{uk+1} \\ N * T_{uk} - (N - N_t) * T_{uk+1} & , \text{dacă } T_{uk} \geq T_{uk+1} \end{cases} \quad [\text{min}] \quad (1)$$

unde:

- ⇒ T_{uk} , T_{uk+1} - reprezintă timpii unitari ai operațiilor k respectiv $k+1$;
- ⇒ N_t - reprezintă mărimea lotului de transport dintre operațiile k și $k+1$;
- ⇒ N - reprezintă mărimea lotului de producție.

Pentru organizarea mixtă, durata ciclului de producție se calculează cu relația (2):

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

unde:

- ⇒ n - reprezintă numărul total de operații din procesul de fabricație.

¹ Specializarea Inginerie Economică Industrială, Facultatea IMST;

E-mail: grecucristian15@yahoo.com;

de lot, numite loturi de transport (Emmons și Vairaktarakis, 2013), (Sarin&Jaiprakash, 2006).

STUDIUL INFLUENȚEI STRATEGIEI DE PROGRAMARE A PREGĂTIRII OPERAȚIILOR ASUPRA DURATELOR CICLURILOR PROCESELOR DE PREODUCȚIE

Pentru organizarea succesivă, durata ciclului de producție se calculează cu relația (3):

$$T_{cs} = N * \sum_{k=1}^n T_{uk} \text{ [min]} \quad (3)$$

2 STUDIUL STRATEGIILOR DE PROGRAMARE A PREGĂTIRII OPERAȚIILOR

Având în vedere faptul că relațiile (1), (2) și (3) nu țin cont de timpii de pregătire-încheiere în cadrul duratei ciclului de producție, se vor propune în cele ce urmează niște relații de calcul pentru durata ciclului de producție care i-au în considerare două strategii posibile de programare a pregătirii operațiilor.

- a. Pregătirea anticipativă a operațiilor, în care pregătirea unei operații este programată să se încheie odată cu sosirea lotului de la operația anterioară.
- b. Pregătirea reactivă a operațiilor, în care pregătirea unei operații este programată să înceapă odată cu sosirea lotului de la operația anterioară.

2.1 Cazul pregătirii anticipative a operațiilor

2.1.1. Strategii de programare pentru organizarea mixtă

În cazul aplicării formei de organizare mixtă, pot rezulta mai multe strategii de programare a pregătirii operațiilor în funcție de combinația dintre parametrii T_k , T_{k+1} , T_{pik} și T_{pik+1} care caracterizează două operații de fabricare succesive. Se precizează că:

- ⇒ T_k - durata operației k pentru întreg lotul de producție;
- ⇒ T_{pik} - timpul de pregătire-încheiere pentru operația k.

Se consideră că, în toate situațiile, valoarea decalajului $D_{k,k+1}$ este mai mare sau egală cu zero ($D_{k,k+1} \geq 0$).

Cele patru strategii de programare sunt descrise grafic în figurile 1, 2, 3 și 4.

- a. Strategia PA-OM1 pentru organizarea mixtă se aplică în condițiile indicate de relațiile (4) și (5) și se prezintă grafic în figura 1.

$$T_{uk} \leq T_{uk+1} \quad (4)$$

$$T_{pik+1} < T_{pik} + N_t * T_{uk} \quad (5)$$

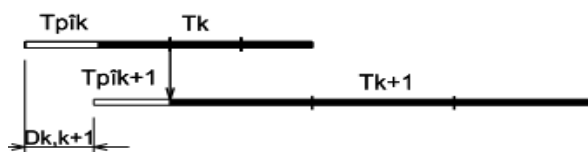


Fig. 1. Strategia PA-OM1

- b. Strategia PA-OM2 pentru organizarea mixtă se aplică în condițiile indicate de relațiile (4) și (6) și se prezintă grafic în figura 2.

$$T_{pik+1} > T_{pik} + N_t * T_{uk} \quad (6)$$

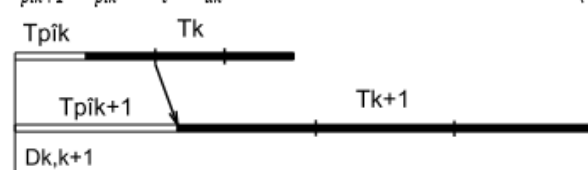


Fig. 2. Strategia PA-OM2

- c. Strategia PA-OM3 pentru organizarea mixtă se aplică în condițiile indicate de relațiile (7) și (8) și se prezintă grafic în figura 3.

$$T_{uk} > T_{uk+1} \quad (7)$$

$$T_{pik+1} < T_{pik} + T_k + N_t * T_{uk+1} - T_{k+1} \quad (8)$$

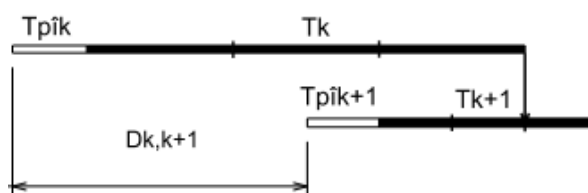


Fig. 3. Strategia PA-OM3

- d. Strategia PA-OM4 pentru organizarea mixtă se aplică în condițiile indicate de relațiile (7) și (9) și se prezintă grafic în figura 4.

$$T_{pik+1} > T_{pik} + T_k + N_t * T_{uk+1} - T_{k+1} \quad (9)$$

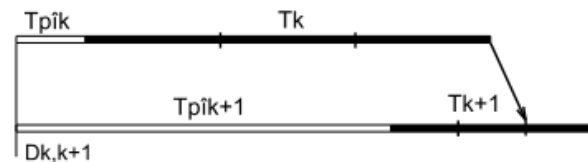


Fig. 4. Strategia PA-OM4

Se observă că în cazul strategiei PA-OM1, procesarea primului lot de transport la operația succesoare k + 1 se face imediat după finalizarea sa la operația k, iar în cazul strategiei PA-OM2, procesarea primului lot de transport la operația k + 1 se face după o scurtă perioadă de timp.

Se observă că în cazul strategiei PA-OM3, procesarea ultimului lot de transport la operația succesoare k + 1 se face imediat după sosirea

lotului de la operația k, iar în cazul strategiei PA-OM4, procesarea ultimului lot de transport la operația k + 1 se face după o mică întârziere de timp.

Relația generală de calcul a decalajelor care i-a în considerare cele patru strategii de programare a pregătirii operațiilor este:

$$D_{k,k+1} = \max\{0, T_{pik} + N_t * T_{uk} - T_{pik+1}, TT_k - TT_{k+1} + N_t * T_{uk+1}\} \text{ [min]} \quad (10)$$

Relația generală de calcul a duratei ciclului de producție care ține cont de timpii de pregătire-încheiere este:

$$T_c = \sum_{k=1}^{n-1} D_{k,k+1} + TT_n \text{ [min]} \quad (11)$$

unde:

⇒ TT_n – timpul total pe lotul de fabricație al ultimei operații din proces (n).

2.1.2. Strategii de programare pentru organizarea succesivă

În cazul organizării succesive, pot fi aplicate doar două strategii, față de organizarea mixtă. Aceste strategii sunt descrise grafic în figurile 5 și 6.

a. Strategia PA-OS1 pentru organizarea succesivă, în cazul în care timpul de pregătire-încheiere de la operația k+1 este mai mic decât suma timpului de pregătire-încheiere și durata de fabricare lotului la operația k, se aplică în condițiile prezentate grafic în figura 5.

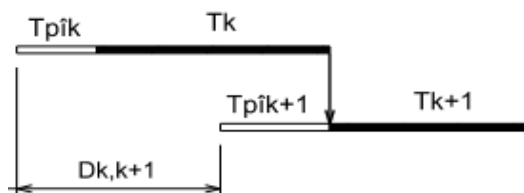


Fig. 5. Strategia PA-OS1

b. Strategia PA-OS2 pentru organizarea succesivă, unde timpul de pregătire încheiere de la operația k+1 este mai mare decât suma timpului de pregătire încheiere și durata de fabricare a lotului de la operația k, se aplică în condițiile indicate grafic în figura 6.

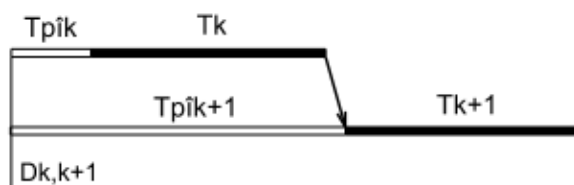


Fig. 6. Strategia PA-OS2

Se observă că în cazul strategiei PA-OS1, procesarea lotului la operația succesoră k + 1 se face imediat după finalizarea sa la operația k, iar în cazul strategiei PA-OS2, procesarea lotului la operația k + 1 se face după o scurtă perioadă de timp.

Relația generală de calcul a decalajelor, care i-a în considerare cele două strategii de programare a pregătirii operațiilor, este:

$$D_{k,k+1} = \{0, T_{pik} + T_k - T_{pik+1}\} \text{ [min]} \quad (12)$$

Relația generală de calcul a duratei ciclului de producție, care ține cont de timpii de pregătire-încheiere, este indicată în relația (11).

2.2 Cazul pregătirii reactive a operațiilor

2.2.1 Strategii de programare pentru organizarea mixtă

În cazul acesta întâlnim trei strategii:

a. Strategia PR-OM1 se aplică în condițiile indicate de relația (4) și este prezentată grafic în figura 7.

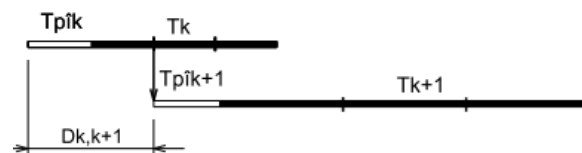


Fig. 7. Strategia PR-OM1

b. Strategia PR-OM2 se aplică în condițiile indicate de relațiile (7) și (13), este prezentată grafic în figura 8.

$$D_{k,k+1} > 0$$

$$T_{pik} + T_k + N_t * T_{uk+1} - T_{k+1} - T_{pik+1} - T_{pik} - N_t * T_{uk} > 0 \quad (13)$$

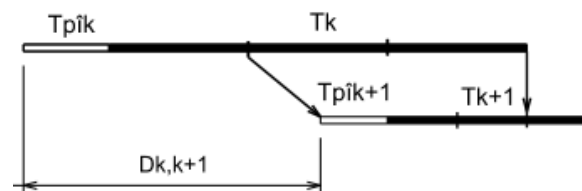


Fig. 8. Strategia PR-OM2

c. Strategia PR-OM3 se aplică în condițiile indicate de relațiile (7) și (14), este prezentată grafic în figura 9.

$$T_{pik} + T_k + N_t * T_{uk+1} - T_{k+1} - T_{pik+1} - T_{pik} - N_t * T_{uk} < 0 \quad (14)$$

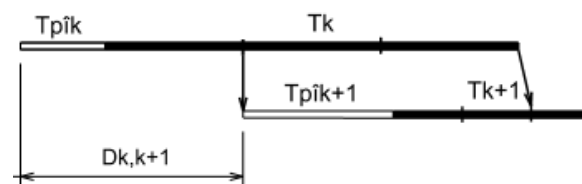


Fig. 9. Strategia PR-OM3

Se observă că în cazul strategiei PR-OM1 și PR-OM3 pregătirea operației se face odată cu sosirea primului lot de transport, iar în strategia PR-OM2, pregătirea operației se face mai târziu.

Relația generală de calcul a decalajelor care ia în considerare cele trei strategii de programare a pregătirii operațiilor este:

STUDIUL INFLUENȚEI STRATEGIEI DE PROGRAMARE A PREGĂTIRII OPERAȚIILOR ASUPRA DURATELOR CICLURILOR PROCESELOR DE PREODUCȚIE

$$D_{k,k+1} = \max\{T_{pik} + N_t * T_{uk}, TT_k - TT_{k+1} + N_t * T_{uk+1}\} [\text{min}] \quad (15)$$

Ținând cont de cele trei strategii, relația generală de calcul a duratei ciclului de producție, care ține cont de timpii de pregătire-încheiere, este indicată în relația (11).

2.2.2 Strategii de programare pentru organizarea succesivă

În acest caz se aplică strategia PR-OS1 prezentată grafic în figura 10.



Fig. 10. Strategia PR-OS1

În acest caz, relația de calcul a decalajelor este:

$$D_{k,k+1} = T_{pik} + T_k \quad (16)$$

3 CONCLUZII

Deoarece lucrările de specialitate se indică relații ale decalajelor dintre operații și ale duratelor ciclului de producție care nu evidențiază nici timpii de pregătire-încheiere a operațiilor și nici strategiile de programare a acestor activități de pregătire-încheiere a operațiilor, lucrarea studiază mai multe strategii posibile de programare a pregătirii operațiilor în cazurile formelor de organizare succesivă și mixtă a producției.

Aceste strategii sunt descrise grafic și prin condiții matematice de aplicare.

Se propun de asemenea și relații matematice de calcul al decalajelor dintre operații și al duratei ciclului de producție în cazul acestor strategii.

Se observă faptul că duratele ciclurilor de producție obținute prin aplicarea strategiilor anticipative de pregătire a operațiilor sunt mai mici decât în cazul celor reactive (din cauza decalajelor mai mici dintre operații).

Totuși aplicarea strategiilor anticipative prezintă un risc mai mare de neîndeplinire a programului în cazul apariției de întârzieri la operațiile anterioare.

4. 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]. Sarin, S.C. și Jaiprakash, P. (2007), *Flow Shop Lot Streaming*, Springer Science+Business Media, New York