

Zygmunt Mazur

Projektowanie logistycznych gniazd przedmiotowych

Uwagi wstępne

Logistyka obejmuje projektowanie struktury przepływu w procesie wytwarzania. Projektowanie dotyczy ustalania liczby, kształtu i konfiguracji kanałów przepływu w całym procesie wytwarzania, który przebiega w czasie i przestrzeni. Procesy logistyczne w procesie wytwarzania to takie, które prowadzą do:

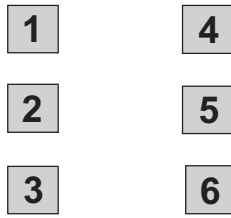
- minimalizacji zapasów produkcji w toku,
- terminowości realizacji zadań,
- skracania cykli produkcyjnych,
- równomiernego obciążenia komórek produkcyjnych.

Osiągnięcie wymienionych warunków jest możliwe, gdy proces formowania doprowadzi do zsynchronizowanych przepływów produkcyjnych.

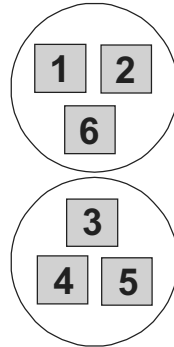
Procesy logistyczne związane są z procesami produkcyjnymi grupy wyrobów realizowanych w komórkach obróbki grupowej (wielopredmiotowych). Grupa wyrobów oznacza grupę technologicznie ze sobą spokrewnionych wyrobów wyłonioną według podobieństwa operacji technologicznych, przy zastosowaniu odpowiednich metod grupowania [Z. Mazur, G. Mazur, M. Dudek, J. Obrzud, 2001].

1. Koncepcja logistycznego gniazda przedmiotowego

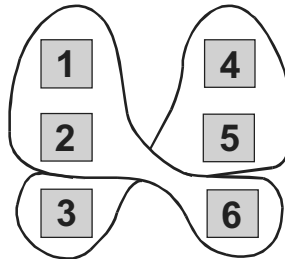
Grupę wyrobów technologicznie spokrewnionych realizuje się w gniazdach przedmiotowych o elastycznej strukturze zapewniającej elastyczność asortymentu i marszrut technologicznych. Procesy produkcyjne realizowane w takich gniazdach charakteryzują się tym, że każdy wyrób wymaga wykonania kolejnych operacji w ściśle określonym porządku a liczba operacji i kolejność ich wykonania są inne dla każdego wyrobu. Realizacja różnych marszrut technologicznych powoduje występowanie nawrotów jak i pomijań operacji. W celu osiągnięcia wysokiego stopnia elastyczności gniazda przedmiotowego powinno stosować się modułową lokalizację stanowisk w formie wydzielonych gniazd technologicznych. Najkorzystniej jest stosować logiczną strukturę, którą nazwać można logistycznym gniazdem przedmiotowym.



Rys. 1. Przykład wyjściowego ustawienia maszyn



Rys. 2. Przykład wydzielonej struktury fizycznej



Rys. 3. Przykład wydzielonej struktury logicznej

Logistyczne gniazdo przedmiotowe jest zbiorem stanowisk pracy realizujących procesy wytwarzania grupy wyrobów technologicznie spokrewnionych. Stanowiska tego samego typu (realizujące tę samą operację) skupione są w gniazdach technologicznych. Liczebność stanowisk w gnieździe technologicznym jak również liczba różnych gniazd technologicznych zostaje określona na etapie projektowania (wyznaczania) rozmiaru gniazda przedmiotowego [Z. Mazur, J. Obrzud, M. Dudek, 1998].

Strukturę logistycznego gniazda przedmiotowego dla realizacji konkretnych procesów wytwarzania wyznacza się w procesie formowania przepływów logistycznych. Struktura to rozmiar gniazda podający liczbę stanowisk danego typu oraz liczbę różnych stanowisk (liczbę operacji).

Tworzenie nowych form organizacji komórek produkcyjnych jest bardzo ważne, gdyż 80% produkcji realizowane będzie w małych i średnich seriach.

Logistyczne gniazdo przedmiotowe daje największe możliwości osiągnięcia najwyższej elastyczności wytwarzania.

2. Formowanie przepływów w gnieździe logistycznym

Odpowiednie formowanie dostosowuje przepływy do określonych wymagań występujących w procesach realizacji produkcji. Formowanie przepływów i ich optymalizacja w procesie produkcji jest obszarem zainteresowania logistyki, gdyż właśnie ona zajmuje się organizowaniem, planowaniem oraz realizacją i kontrolą tych przepływów.

Formowanie przepływów w gnieździe polega na ustalaniu w nim strumieni przepływów zgodnych z przyjętymi założeniami. Formowanie powinno prowadzić do polepszenia synchronizacji procesów i skrócenia cyklu realizacji zadań. Poprawa zsynchronizowania powoduje z kolei zmniejszenie zapasów obrotowych, zwiększenie wykorzystania stanowisk i poprawę ciągłości przepływu.

Działania polegające na określeniu czasowych przebiegów procesów produkcyjnych nazywa się formowaniem przebiegów czasowych. Formowanie ma na celu uzyskanie długości cyklu produkcyjnego zapewniającego wykonanie określonego zadania w założonym terminie. Formowanie procesów komórki polega więc na ustalaniu w niej strumieni przepływów zgodnych z przyjętymi założeniami i określeniu parametrów tego przepływu.

Najkorzystniejszym przepływem jest przepływ ciągły zsynchronizowany z ustalonymi terminami realizacji. Osiągnięcie tych efektów jest możliwe poprzez zaprojektowanie systemu formowania przepływu produkcji, który zapewni odpowiednią synchronizację zlecenia. W ramach realizacji procesu produkcyjnego wyrobów odbywa się przepływ materiałów. Przepływ ten powinien być celowo zaplanowany, kontrolowany i w miarę potrzeby korygowany, czyli mówiąc ogólnie, powinien być sterowany.

Sterować przepływem można poprzez zmianę parametrów wpływających na długość cyklu produkcyjnego. Sterowanie przepływem produkcji to zespół działań związanych z uruchamianiem procesu produkcji, śledzeniem jego realizacji i regulacją jego przepływu. Głównym celem sterowania jest wyprodukowanie wyrobów w ilościach i terminach określonych w planie przy zapewnieniu ciągłego przepływu. Sterowanie przepływem produkcji polega więc na takim zarządzaniu przepływem, aby uzyskać określoną ilość w określonym terminie. Sterowanie przepływem produkcji korzysta z podstawowych zasad logistyki. Podstawowa zasada logistyki to usprawnienie przepływu.

Formowanie przepływów może być prowadzone poprzez sterowanie takimi parametrami jak:

- Liczbą równoległych stanowisk wykonujących tę samą operację.
- Wielkością partii transportowej wyrobów.

Dla istniejącej komórki wymienione parametry można zmieniać w granicach elastyczności komórki. W istniejących granicach elastyczności reguluje się przepływy celem dopasowania długości cyklu danego zadania do terminu zamówienia.

W procesie formowania przepływów podejmować można następujące decyzje:

- Dane zadanie wykonywać można w tym samym czasie na więcej niż jednym stanowisku (dopuszcza się wprowadzenie wielostrumieniowości przepływu prowadzącej do synchronizacji procesu).
- Daną partię wyrobu można dzielić na partie transportowe (wprowadzenie równoległości przepływu).

Należy organizować takie przepływy i metody sterowania nimi, aby sprostać obecnie obowiązującej zasadzie, która stosowana jest w systemach wytwarzania — „znajdź nabywcę i wytwarzaj według jego życzeń”.

Procedury formowania przepływów są następujące:

a) sporządzić zapis macierzowy marszrut w gnieździe $|t_{ij}|$,

b) utworzyć macierz $|t_{ij}'| = |p_j \cdot t_{ij}|$ oraz wyznaczyć macierz wartości $|C_{ij}|$.

Wyznaczyć według formuły:

$$C_{ij} = \tau_{ij} + \max(C_{i,j-1}, C_{i-1,j}), \quad (1)$$

c) wprowadzić równoległe maszyny (wielostrumieniowy przepływ) dla każdego wyrobu.

Wyznaczyć wartości n_{ij} według formuły:

$$\max n_i = \frac{\max t_{ij}}{\min t_{ij}}, \quad (2)$$

Rzeczywistą n wybrać następująco:

— gdy $n_i > \max n_i$ to stosować $\max n_i$;

— gdy $n_i < \max n_i$ to stosować n_i ;

d) sporządzić macierz wartości $|t_{ij}''| = |p_j \cdot \frac{t_{ij}}{n_{ij}}|$ oraz wyznaczyć macierz wartości $|C_{ij}'|$;

e) wprowadzić przepływ w partiach transportowych.

Stosować formułę:

$$\bar{r} = \frac{C_M^T - P \cdot \max \bar{t}_{ij}}{\sum_j \bar{t}_{ij} - \max \bar{t}_{ij}}, \quad (3)$$

Rzeczywiste r musi spełniać warunek: $r \leq \bar{r}$ a konkretnie wielkość ta wynika z organizacji transportu gniazda;

gdzie:

\bar{r} — średnia liczba sztuk w partii transportowej,

\bar{t}_{ij} — średni czas realizacji i -tej operacji $\bar{t}_{ij} = \frac{\sum p_j \cdot t_{ij}}{P}$

Liczbę partii transportowych k wyznaczyć z zależności $k = \frac{P}{\bar{r}}$;

f) sporządzić macierz wartości $|t_{ij}^*| = |r \cdot \frac{t_{ij}}{n_{ij}}|$ oraz macierz wartości $|C_{ij}''|$;

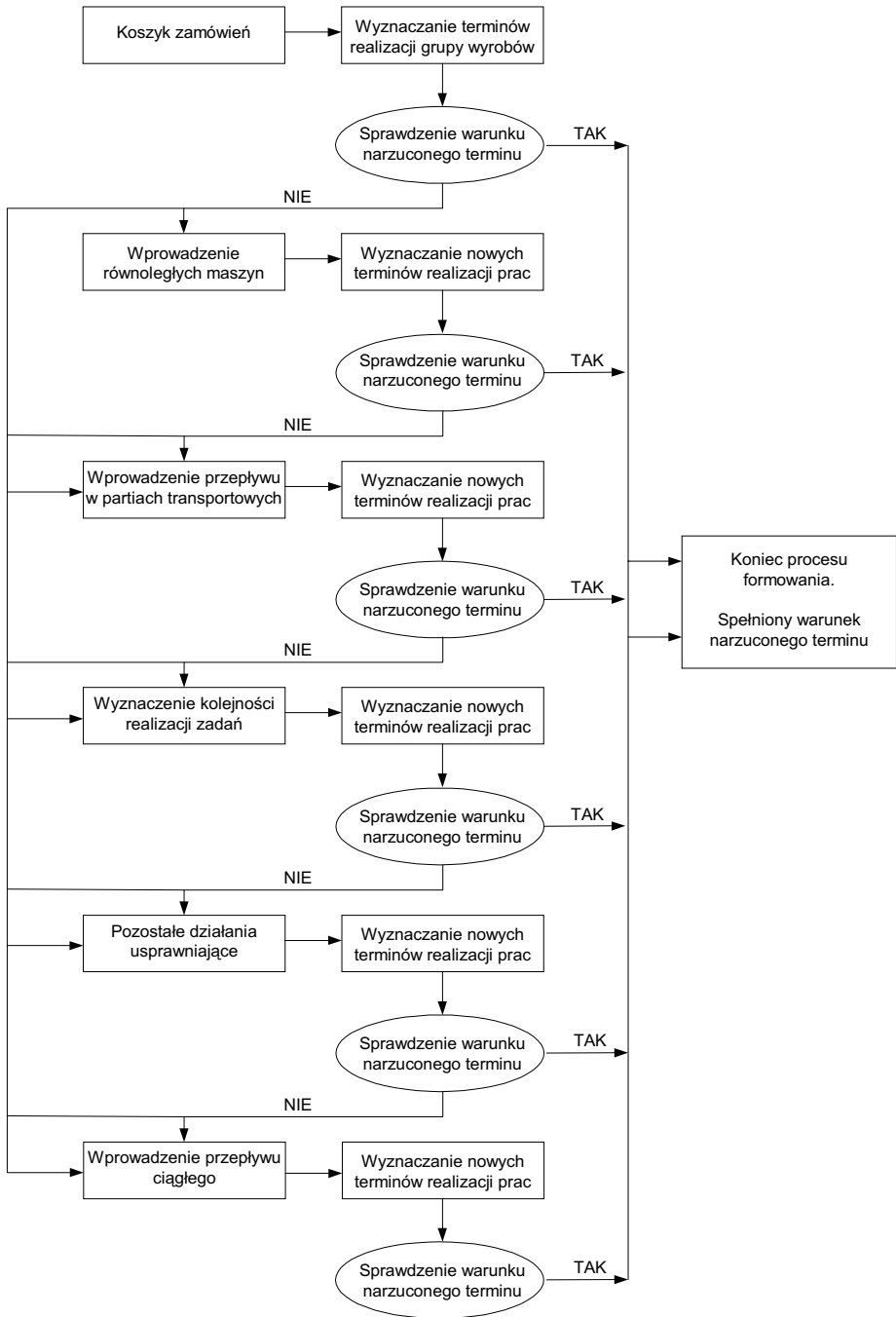
g) wyznaczyć kolejności realizacji zadań (szeregowanie zadań).

Stosować wybrane metody szeregowania;

h) uporządkować kolumny macierzy $|t_{ij}^*|$.

Stosować ustaloną wcześniej kolejność.

Utworzyć macierz $|t_{ij}^{**}|$ oraz utworzyć macierz wartości $|C_{ij}^*|$;



Rys. 4. Przykład procedury formowania dla narzuconego terminu wykonania zadania

i) wyznaczyć wcześniejsze terminy realizacji niektórych zadań (działania usprawniające długość cyklu).

Wyznaczyć dla przypadków:

— $t_{ij}=0$,

— $t_{ij}^*=0$;

j) utworzyć macierz $|t_{ij}|^{***}$ poprzez porządkowanie wyrazów w wierszach macierzy $|t_{ij}|^{**}$

Utworzyć według ustalonych wcześniejszych terminów.

Wyznaczyć macierz wartości $|C_{ij}|^{**}$;

k) wyznaczyć parametry ciągłego przepływu (układ czasowo-zwarty).

Stosować metodę węzłową;

l) utworzyć macierz $|t_{ij}|^{****}$.

Utworzyć poprzez zmianę wartości elementów pierwszej kolumny macierzy $|t_{ij}|^{***}$.

Wyznaczyć macierz wartości $|C_{ij}|^{***}$;

m) wyznaczyć termin realizacji grupy zadań T_M .

Wartość C_{NM} macierzy wartości $|C_{ij}|^{***}$ jest długością cyklu realizacji grupy wyrobów w gnieździe.

Przedstawioną procedurę formowania przepływów dla narzuconego terminu wykonania zadania można zobrazować na schemacie rys nr 4.

Podsumowanie

Przedstawiona koncepcja logistycznego gniazda przedmiotowego pozwoli na tworzenie uniwersalnych komórek produkcyjnych o największej elastyczności przepływów grupy wyrobów o zmiennej wielkości i asortymencie produkcji. Elastyczna struktura daje możliwość skutecznego formowania przepływów w celu dostosowania ich do aktualnie istniejącej sytuacji oraz pozwala na pełne wykorzystanie wszystkich możliwości gniazda.

Zaproponowana procedura formowania przepływów w logistycznym gnieździe stwarza możliwość realizacji danej produkcji w ustalonym terminie. Przedstawiona procedura umożliwia stworzenie nowego planu realizacji nowych przepływów dla zmiennych warunków początkowych lub powstałej zmiany w dowolnej fazie realizacji procesów komórki.

Przedstawiony algorytm formowania przepływów jest przydatny w konstruowaniu elastycznych harmonogramów realizacji procesów produkcyjnych w gnieździe oraz umożliwia zaprojektowanie nowego harmonogramu dla zmieniających się warunków w celu dostosowania terminów realizacji zadań, terminów zamówień oraz uzyskania ciągłych i zsynchronizowanych strumieni przepływu.

Literatura

- M a z u r Z., M a z u r G., D u d e k M., O b r z u d J.: Zarządzanie produkcją. Zagadnienia wybrane. Scriptorium TEXTURA, Kraków 2001.
- M a z u r Z., O b r z u d J., D u d e k M.: Symulacyjne projektowanie struktury komórki obróbki grupowej. Komputerowo zintegrowane zarządzanie. WNT, Warszawa, 1998.