

WYKORZYSTANIE WIEDZY TECHNOLOGICZNEJ W PROCESIE STEROWANIA PRZEPLYWEM PRODUKCJI

Elżbieta MILEWSKA

Streszczenie: Uwzględniając techniczno organizacyjne warunki realizacji prac oraz problem elastyczności procesu wytwarzania, w kontekście zarządzania strumieniem przepływu materiałowego i informacyjnego firmy, autor artykułu przedstawił sposoby wykorzystania wiedzy technologicznej w doborze metod sterowania procesem produkcji. Omówiono kilka klasycznych metod międzykomórkowego sterowania produkcją związanych z odmianami organizacji procesu wytwórczego. Opisane zostały również metody mieszane, obejmujące jednoczesną produkcję wyrobów na zamówienie oraz sterowanie wg stanów magazynowych półproduktów, dla których determinantem wydania i przydzielenia zadań jest wiedza technologiczna. W referacie opisane zostały źródła wiedzy technologicznej warunkujące wytyczne związane z:

- momentem uruchomienia zleceń produkcyjnych, biorąc pod uwagę aktualne i wymagane stany zapasów magazynowych oraz występującą wielkość braków produkcyjnych,
- zakresem powierzanych zadań uwzględniających specjalizację oraz zdolności produkcyjne komórek,
- oraz realizacją procedur kontroli i sposobem podejmowania decyzji w przypadku zaistnienia odchyleń od przyjętych norm sterowania.

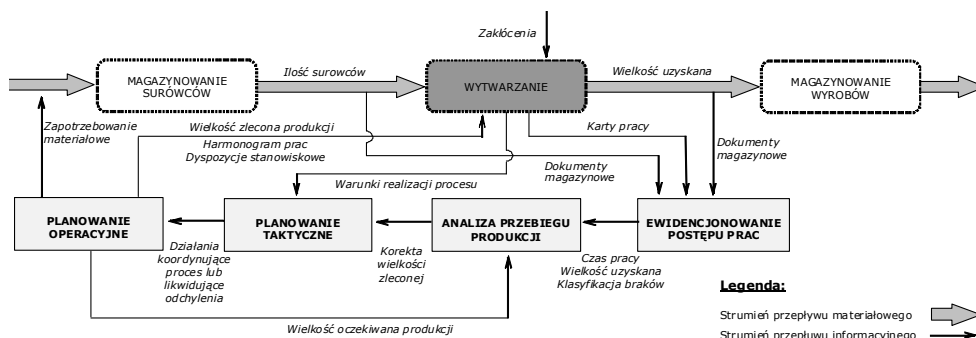
1. Wprowadzenie

W skomplikowanych procesach produkcji rzeczywisty przepływ wyrobów rzadko kiedy bywa zgodny z ustalonymi normami. Przyczyną odchyleń są zarówno zakłócenia wewnętrzne jak i zewnętrzne, do których zaliczamy między innymi: wahania wydajności, awarie, braki, nieterminowe dostawy materiałów, jak również nieterminowy odbiór wyrobów, pilne nowe zamówienia i inne. Z uwagi na złożoność czynników wywołujących zmiany stanów układu, w celu określenia wartości odchyleń od ustalonych norm niezbędne jest monitorowanie przepływu produkcji. Zestawienie wielkości produkcji uzyskanej z oczekiwaną jest podstawą sterowania strumieniem ilościowego i rodzajowego przepływu materiałów i stanowi podstawę podejmowania decyzji dotyczących: dyspozycji stanowiskowych i technologicznych, ilościowej korekty bieżącego planu jak również konstrukcji algorytmu operacyjnego planowania produkcji [7].

2. Sterowanie przepływem produkcji

2.1. Funkcje procesu sterowania

Realizacja procesu sterowania przepływem produkcji odbywa się poprzez wykorzystanie funkcji: planowania, wytwarzania, ewidencjonowania, i koordynowania działań [1]. Ogólny schemat układu sterowania przepływem produkcji przedstawiony został na rys. 1.



Rys. 1. Ogólny schemat układu sterowania procesem produkcji [7]

Plan stanowi normę układu sterowania, zawierającą: wykaz asortymentu, wielkość zlecaną i oczekiwaną produkcji, termin wykonania oraz parametry technologiczne, kontrolne i sterujące, do których zalicza się między innymi: wielkość partii, cykl produkcyjny oraz wielkość zapasów w toku.

Pomiar parametrów obrazujących realizację procesu produkcji jest podstawą decyzji koordynujących przepływ materiałowy firmy. Likwidacja odchyleń może być realizowana poprzez dyspozycje stanowiskowe, materiałowe lub parametry technologiczne operacji, bez zmiany wielkości planu. Innym wariantem działań regulującym przepływ i zmierzającym do wyrównania wielkości oczekiwanej z uzyskiwaną jest ilościowa korekta przyjętych norm. Korygowanie warunków realizacji procesu produkcji jest najbardziej radykalnym działaniem zmierzającym do zmiany algorytmu operacyjnego planowania produkcji [7].

Szczególnie ważnym zadaniem staje się wskazanie miejsc w procesie produkcyjnym (na linii technologicznej), w których można dokonać kontroli parametrów produkcyjnych zarówno linii technologicznej, jak i wyrobów na pośrednim etapie wytwarzania, gdyż końcowa kontrola wyrobu finalnego jest czynnością oczywistą.

2.2. Elementy układu sterowania

Elementami układu sterowania, wzajemnie ze sobą powiązanych, są: produkty, stanowiska przepływu, ilość wytwarzana i termin produkcji.

Złożoność produktu wiąże się ściśle z pojęciem: struktura części oraz marszruta technologiczna wyrobu. Struktura części przedstawia powiązania konstrukcyjno technologiczne występujące pomiędzy elementami składowymi wyrobu, natomiast marszruta technologiczna odzwierciedla sposób wykonania elementu. Poprzez określenie współzależności obu zagadnień oraz wyodrębnienie miejsc ewidencjonowania towarów możliwe jest wygenerowanie schematu planistyczno ewidencyjnego procesu produkcji. Zawiera on relacje składu, dziedziczone po strukturze części, oraz relacje sekwencji przejmowane z własności procesu technologicznego. Unifikacja oznaczeń towarowych oraz parametryzacja struktur części i marszrut pozwala na tworzenie ideowych schematów przepływu, w których elementy identyfikowane są poprzez cechy. Na tym etapie określane są pośrednie miejsca kontroli, w których dokonywany będzie pomiar parametrów wytwarzanego produktu na pośrednich etapach wytwarzania.

Stanowisko przepływu stanowi miejsce ewidencji towarów oraz punkt pomiaru parametrów strumienia przepływu. Wyróżnia się trójpoziomą strukturę stanowisk przepływu: stanowiska robocze, gniazda o specjalizacji technologicznej oraz zakłady

o specjalizacji przedmiotowej. Sterowanie pracą stanowiska roboczego odbywa się na poziomie operacji technologicznych. Sterowanie w komórkach specjalizowanych technologicznie wymaga wydzielenia ewidencyjnego i odbywa się na poziomie półproduktu, natomiast w zakładach specjalizowanych przedmiotowo sterowanie realizowane jest na poziomie wyrobów. Magazyny zawsze sterowane są na poziomie indeksów towarowych.

W sterowaniu przepływem materiałowym termin i ilość jest czynnikiem wiążącym wyżej wymienione elementy układu. Niniejsza para stanowi przede wszystkim podstawę parametryzacji zamówienia i zlecenia, wyznacza pracochłonność pracownika i maszyny, opisuje pomiar stanu zapasów oraz stanowi bazę obliczeń planistycznych.

2.3. Transfer wiedzy technologicznej

Wiedzę technologiczną stanowią wartości niematerialne oraz prawne umożliwiające wytwarzanie, projektowanie lub doskonalenie wyrobów i usług w celu osiągnięcia przewagi konkurencyjnej firmy [4]. Na wartość niematerialną składają się: wiedza inżynierska, wiedza naukowa związana z prowadzeniem prac rozwojowych i badań naukowych oraz standardy działalności opisane w instrukcjach i normach. Wartości prawne, określane inaczej proceduralnymi, przyjmującą formę umowy lub dokumentu uprawniającego do korzystania z własności przemysłowej. Zalicza się do nich między innymi: licencje, prawa do wynalazku, w tym patenty i znaki towarowe, umowy o przeniesienie praw autorskich, franczyzy, leasing czy dzierżawę. Źródłem wiedzy technologicznej są specjaliści posiadający doświadczenie w zakresie eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych oraz sposobów planowania i sterowania produkcją, szkolenia zapewniające poznanie zasad prowadzonej działalności wytwórczej oraz dokumentacja techniczna umożliwiająca powielanie i modyfikowanie stosowanych rozwiązań. Przekazywanie technologii odbywa się wieloetapowo. Jest procesem czasochłonnym i kosztownym, realizowanym poprzez wybór informacji, absorpcję i adaptację rozwiązania w przedsiębiorstwie. Niniejsze działania uwarunkowane są specyfiką prowadzonej działalności wytwórczej oraz potrzebami i możliwościami nabywcy.

Transfer technologii jest jednym z kluczowych czynników rozwoju przedsiębiorstwa. Pozyskanie technologii ze źródeł zewnętrznych umożliwia zazwyczaj krótkotrwałe uzyskanie przewagi konkurencyjnej z uwagi na dostępność przedmiotu zakupu. Prawdziwa przewaga technologiczna uzyskiwana jest przez przedsiębiorstwo poprzez samodzielne prowadzenie prac nad ciągłym ulepszeniem posiadanych technologii oraz reorganizowaniem prac wytwórczych. Zarządzanie wiedzą technologiczną jest umiejętnością efektywnego wykorzystywania dostępnych zasobów informacyjnych przedsiębiorstwa w obszarze planowania i sterowania procesami produkcyjnymi przedsiębiorstwa. Istotnym elementem niniejszego zarządzania jest zidentyfikowanie źródeł wiedzy konstrukcyjnej i technologicznej w przedsiębiorstwie oraz miejsca ich występowania. Forma transferu technologii określa natomiast obowiązki stron korzystających z praw wyłącznych stanowiących tajemnicę przedsiębiorcy.

2.4. Planowanie produkcji

Uzyskanie sprawnego systemu sterowania przepływem materiałowym i informacyjnym firmy związane jest nie tylko z czasem rejestracji danych czy celnym wyznaczeniem punktów kontrolno pomiarowych strumienia przepływu materiałowego, ale również

sposobem planowania działań wytwórczych. Adekwatność harmonogramu uzależniona jest od:

- kompletności danych podstawowych opisujących elementy układu sterowania,
- dynamiki zmian zachodzących w układzie sterowania i otoczeniu,
- stopnia parametryzacji strumienia przepływu materiałowego odwzorowanego w systemie informatycznym wspomagającym proces wytwórczy
- oraz przyjętych kryteriów oceny jakości uzyskanych rozwiązań.

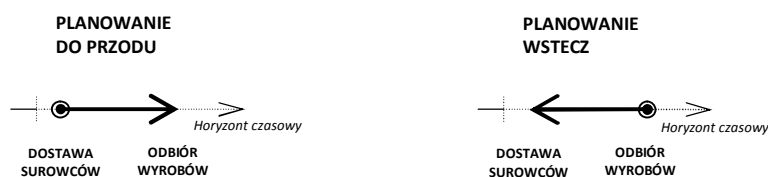
Budowa algorytmu umożliwiającego zaplanowanie działań wytwórczych oparta jest między innymi na wiedzy technologicznej wykorzystanej w celu określenia następujących determinantów [2, 3, 5, 6, 8]:

- kierunku planowania,
- algorytmu szeregowania zadań,
- reguł priorytetowych,
- konfiguracji przebrojeń maszyn,
- agregacji zleceń.

Kierunek planowania określa sposób tworzenia planu produkcyjnego. Posiadając informację o oczekiwanej konfiguracji i ilości wyrobu, realizowana jest rezerwacja zasobów produkcyjnych, które wykorzystane zostaną do działań wytwórczych. Oczywiście jest, że w procesie tworzenia planu uwzględniane są m.in.: technologia produkcji, dyspozycyjność kadry pracowniczej, dostępność zasobów parku maszynowego, ale również czas przebrojeń i dostawy surowców. Wyznaczają one ramy czasowe trwania procesu produkcji czyli definiują datę rozpoczęcia i zakończenia zadań. Kierunek planowania ma zasadnicze znaczenie w procesie tworzenia harmonogramu, którego elementem składowym jest czas. W zależności od wymagań biznesowych, planowanie może być realizowane: do przodu lub wstecz (rys.2).

Harmonogramowanie do przodu (ang. Shortest Processing Time - SPT) oznacza tworzenie planu produkcji rozpoczynając od daty jak najwcześniej. Obciążenia zasobów przydzielane są w sposób umożliwiający uzyskanie jak najkrótszego czasu wykonania zadań i jak najszybszego terminu przyjęcia wyrobu gotowego na magazyn.

Planowanie produkcji wstecz (ang. Just In Time - JIT) polega na wyznaczeniu jak najpóźniejszej daty rozpoczęcia działań wytwórczych przy jednoczesnym założeniu dotrzymania wymaganego terminu realizacji zamówienia.

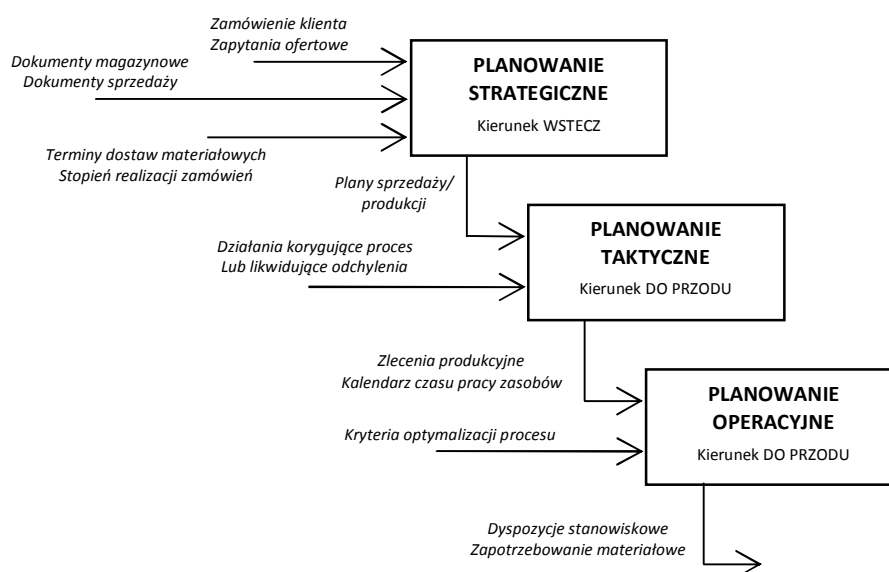


Rys. 2. Kierunek planowania

Opierając się na doświadczeniach autora uzyskanych z prac realizowanych dla przemysłu, najlepsze rezultaty organizacyjne i wymierne efekty finansowe dla przedsiębiorstwa, osiągnane są poprzez rozwiązania hybrydowe (rys.3). Oznacza to, że udzielenie szybkiej odpowiedzi na zapytanie ofertowe lub potwierdzenie wykonalności złożonego zamówienia, wymaga wskazania najpóźniejszego terminu rozpoczęcia prac

i powinno być zatem realizowane z wykorzystaniem planowania o kierunku wstecz. Uzyskiwane w wyniku obliczeń daty powinny jednocześnie zostać wykorzystane do zaktualizowania terminu uruchomienia nie rozpoczętych jeszcze zleceń produkcyjnych, wynikających ze przyjętych do realizacji zamówień klienta.

Z uwagi na efektywność wykorzystania czasu pracy posiadanych przez firmę zasobów, istotne jest, aby planowanie bieżącej dyspozycji stanowiskowych realizowane było z wykorzystaniem kierunku do przodu. Umożliwi to bowiem zachowanie ciągłości przebiegu procesów wytwórczych i zapewni maksymalne obciążenie stanowisk.



Rys. 3. Etapy procesu planowania

Zagadnienie szeregowania odwołuje się do pojęcia zadania oraz zasobu. Zadanie polega na wykonaniu operacji technologicznej przy zaangażowaniu określonych zasobów maszynowych, ludzkich lub surowcowych. Charakteryzuje je między innymi: termin zgłoszenia gotowości zasobów do realizacji zadania, żądany termin zakończenia, przerywalność i podzielność operacji. Zasoby klasyfikowane są natomiast z uwzględnieniem trzech podstawowych kategorii: odnawialności (zasoby maszynowe i ludzkie), nieodnawialności (surowce i materiały podlegające zużyciu) oraz ograniczoności (zasoby energetyczne i finansowe). Celem szeregowania jest minimalizacja: kosztów wytwarzania, kosztów przebrojeń, przestoi zasobów lub czasu trwania zleceń. Rozwiązanie uzyskiwane jest poprzez nadanie zadaniom, oczekującym na wykonanie, wartości priorytetu według wybranych reguł czasu realizacji. Zalicza się do nich m. in.:

- najdłuższy czas wykonania (ang. Longest Processing Time - LPT),
- najkrótszy czas wykonania (ang. Shortest Processing Time - SPT),
- pierwszy przybył – pierwszy obsłużony (ang. First In – First Out - FIFO),
- ostatni przybył – pierwszy obsłużony (ang. Last In – First Out - LIFO),
- kolejność wykonania operacji według wymaganego terminu zakończenia prac (ang. Earliest Due Time - EDD),

- najdłuższy czas pozostały do zakończenia zlecenia (ang. Least Work Remaining - LWR),
- największa pozostała pracochłonność (ang. Most Work Remaining - MWR).

W algorytmach szeregowania stosowane są również reguły priorytetowe (ang. Dispatching Rules - DR). Generują one permutację zadań na podstawie wartości parametrów opisujących zasoby odnawialne i nieodnawialne. Rozróżnia się reguły statyczne, których wartość jest niezmienna w czasie obsługi zlecenia, oraz dynamicznie, których wartość ulega aktualizacji. Reguły statyczne mogą posiadać odwołanie do rangi kontrahenta składającego zamówienie lub wartości materiału wykorzystywanego w produkcji, natomiast priorytety dynamiczne wykorzystywane są ocenie doboru kwalifikacji pracownika bezpośrednio produkcyjnego do wymagań stanowiskowych operacji technologicznej lub dyspozycyjności czasowej zasobów. Są powszechnie stosowaną techniką szybkiego wyznaczania rozwiązania. Ze względu na obciążenie stosunkowo dużym błędem obliczeniowym, traktuje się je jako punkt wyjścia dla algorytmów poszukiwań rozwiązań lokalnych.

Stopień skomplikowania problemu szeregowania silnie zależy od liczby zasobów, struktury zadań oraz od charakteru dodatkowych ograniczeń. Ze względu na specyfikę procesów produkcyjnych w większości przypadków budowa algorytmu jest zorientowana problemowo. Wachlarz uniwersalnych narzędzi informatycznych wspomagających proces obliczeniowy jest mocno ograniczony. Implementacja algorytmu wymaga bowiem dużego doświadczenia programistycznego a jego stosowanie wiarygodności i kompletności danych wejściowych.

Nietypowymi ograniczeniami występującymi w algorytmach szeregowania są m.in.:

- żądanie natychmiastowego rozpoczęcia kolejnego zadania np. ze względu na zmiany fizykochemiczne półproduktów lub specyfikę przeprowadzania operacji technologicznej,
- ograniczona przestrzeń składowania półproduktów,
- cykliczne przestoje maszyn związane z konserwacją parku maszynowego,
- oraz przebrojenia.

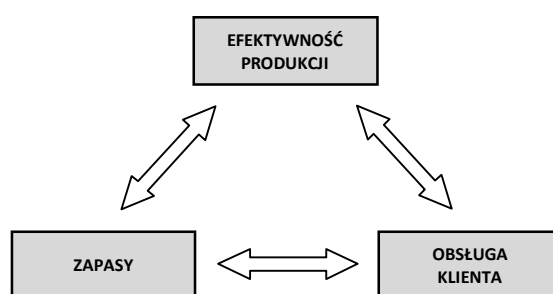
Obsługa przebrojeń oprzyrządowania na stanowisku roboczym, realizowana pomiędzy wykonywanymi zadaniami, stanowi oddzielną grupę problemową. Występowanie przebrojeń w procesie wytwórczym elementów identycznych lub podobnych zmusza do grupowania lub rozdzielania zadań. Przebrojenia realizowane pomiędzy operacjami technologicznymi wykonywanymi dla różnych elementów pociągają za sobą konsekwencje w postaci oczekiwania na realizację zadania lub ponoszenia dodatkowych kosztów związanych z uzbrojeniem stanowiska w nowe oprzyrządowanie. Istnieją co najmniej dwie odmienne techniki modelowania przebrojeń: problem komiwojażera lub jawne zamodelowanie ograniczeń z czasem oczekiwania.

Agregacja (inaczej zlepianie) zadań/ zleceń nie jest autonomiczną metodą poszukiwania rozwiązań, lecz pewnym dodatkowym narzędziem wspierającym skuteczność algorytmów szeregowania. Oznacza ono grupowanie podstawowych informacji w celu redukcji wielkości zbioru rozwiązań.

3. Metody sterowania

Z uwagi na uwarunkowania ekonomiczne, organizacyjne i techniczne działalności przedsiębiorstwa produkcyjnego wymagane jest uzyskanie kompromisu pomiędzy trzema sprzecznymi celami, do których należy:

- minimalizacja zapasów magazynowych (obniżenie wartości zamrożonego kapitału finansowego firmy),
- maksymalizacja poziomu obsługi klienta (skrócenie czasu oczekiwania odbiorcy na wydanie wyrobu gotowego),
- maksymalizacja efektywności wykorzystania zasobów produkcyjnych (zapewnienie ciągłości przebiegu procesów i równomierności obciążenia posiadanych zasobów).



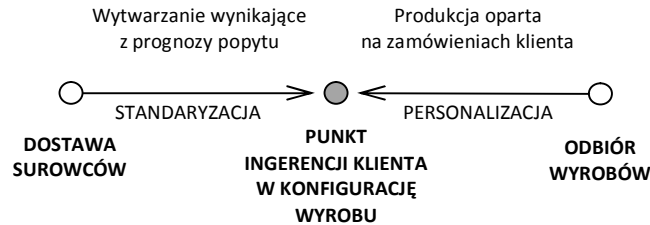
Rys. 4. Równowaga uwarunkowań działalności przedsiębiorstwa

Obecne uwarunkowania gospodarcze spowodowały, że nieliczne z firm decydują się prowadzić działalność wytwórczą wyłącznie w oparciu o prognozy rynkowe sprzedaży. Ryzyko zmian upodobań produktowych jest bowiem duże. Ograniczone jest również grono przedsiębiorstw produkcyjnych realizujących procesy wytwórcze wyłącznie na podstawie złożonych przez klientów zamówień. Długość cyklu produkcyjnego lub czas dostawy surowców jest niejednokrotnie przyczyną braku akceptacji przez klienta czasu oczekiwania na odbiór wyrobu końcowego. Najliczniejszą grupę producentów stanowią przedsiębiorstwa utrzymujące pewien kompromis w indywidualizacji produkcji. Elastyczność ich systemów produkcyjnych uzyskiwana jest poprzez zastosowanie wariantu mieszanego. Biorąc pod uwagę wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe wyrobów (ang. Customer Order Decoupling Point - CODP), proces wytwarzania można podzielić na dwa przedziały (rys. 5):

- wytwarzanie wynikające z prognozy popytu
- oraz produkcję opartą na zamówieniach klienta.

Czynnikami determinującymi wybór metody sterowania produkcją są między innymi:

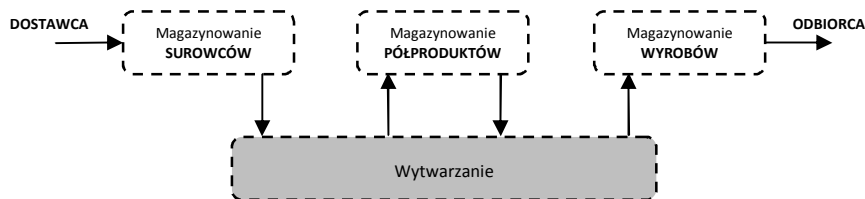
- przewidywalność popytu na produkt,
- wartość wyrobu w odniesieniu do oczekiwanej jego jakości i standaryzacji konstrukcji,
- długość cyklu produkcyjnego i czas dostawy surowców w stosunku do okresu oczekiwania klienta na odbiór finalny wyrobu.



Rys. 5. Wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe produkcji

Ponieważ powyżej wymienione czynniki wykazują zależność produktową dlatego też działanie układu sterowania może zostać zróżnicowane na podstawie grupy asortymentowej wytwarzanego wyrobu. Należy jednak pamiętać, że sterowanie przepływem powinno zapewniać ciągłość przepływu w całym układzie. Skoncentrowanie się bowiem na organizacji działania pojedynczego stanowiska roboczego nie zapewnia skuteczności uzyskanych przez firmę rozwiązań.

Planowanie przepływu materiałów jest jednym z głównych obszarów wspierających proces wytwarzania. Na rys. 6 przedstawiony został ogólny schemat przepływu materiałowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym.



Rys. 6. Schemat przepływu materiałowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym

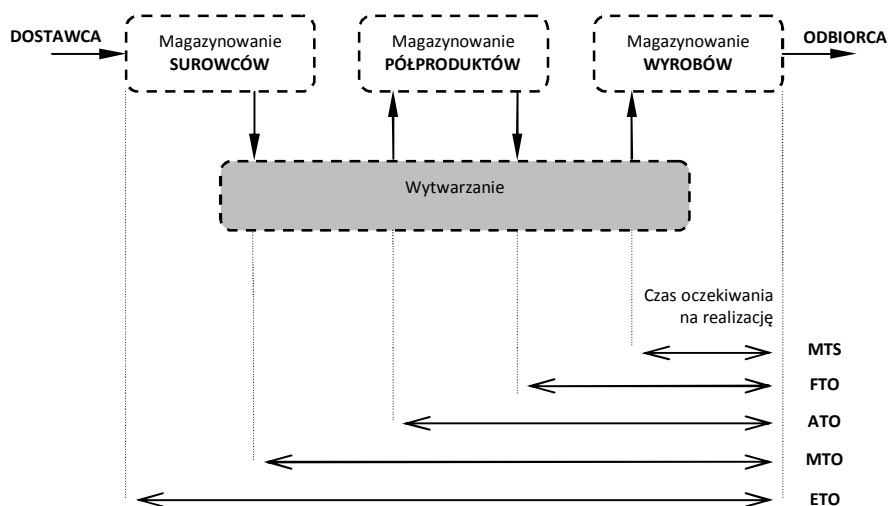
Uwzględniając wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe, rozróżnia się następujące metody sterowania produkcją (rys. 7):

- wg stanów magazynowych (ang. Make to Stock - MTS),
- wg powtarzalności (ang. Finish To Order - FTO),
- wg wyprzedzeń (ang. Assemble To Order - ATO),
- wg wielkości zamówień (ang. Make To Order – MTO),
- wg projektu (ang. Engineering To Order – ETO).

Sterowanie wg stanów magazynowych (MTS) sprowadza się do ustalenia normatywów minimalnego i maksymalnego stanu magazynowego produktu lub surowca oraz regularnej kontroli zużycia materiałowego, reagującej dostawą na zmianę poziomu zapasów. Wartość minimalnego normatywu określana jest na podstawie wielkości zużycia materiałowego w okresie planistycznym przy założeniu maksymalnego opóźnienia dostawy, natomiast wartość maksymalnego normatywu definiowana jest jako wielkość zużycia materiałowego pomiędzy kolejnymi dostawami plus stan minimalny [1]. Cechą charakterystyczną tej metody jest przeprowadzanie kontroli stanu magazynowego w stałych odstępach czasowych oraz zmienność liczby zamawianych surowców. Niniejsza metoda stosowana

jest głównie w produkcji masowej umożliwiając skuteczne obniżenie kosztów wytwarzania.

Istotą metody sterowania wg powtarzalności (FTO) jest dostępność ustandaryzowanych podzespołów lub komponentów wykorzystywanych do wykończenia wyrobu zgodnie z oczekiwaniami klienta. Niniejsze czynności mogą być wykonywane w fazie dystrybucji.



Rys. 7. Metody sterowania produkcją

Metoda sterowania wg wyprzedzeń (ang. Assemble To Order - ATO), zwana inaczej montażem na zamówienie, zakłada produkcję realizowaną z wykorzystaniem komponentów lub podzespołów wyrobu finalnego pobieranych z zapasów magazynowych zgromadzonych w poprzednich okresach planistycznych produkcji. Wymagane jest, aby cykl produkcyjny technologii podzespołu nie był dłuższy od okresu planistycznego. Negatywną cechą metody są stosunkowo duże zapasy magazynowe. Metoda stosowana jest głównie w odniesieniu do produkcji małoseryjnej.

Metoda sterowania wg wielkości zamówień (ang. Make To Order – MTO) wykorzystywana jest w przypadku procesów produkcyjnych uruchamianych poprzez indywidualne zamówienie klienta. Zamówieniom podlegają produkty o ustalonym szablonie technologii wywodzące się z szerokiego wachlarza asortymentu firmy. Niniejsza metoda stosowana jest w produkcji jednostkowej lub małoseryjnej w odniesieniu do wyrobów złożonych o wyższym koszcie własnym.

Metoda sterowania wg projektu (ang. Engineering To Order – ETO) wykorzystywana jest w warunkach dużej zmienności potrzeb rynkowych, które wymuszają konieczność indywidualnego projektowania wyrobu lub konstrukcji wykonywanej zgodnie z przekazaną przez klienta specyfikacją prac. Z uwagi na proces projektowania, oparty niejednokrotnie na badaniach i analizach umożliwiających wybór optymalnego rozwiązania spośród alternatywnych propozycji oraz tworzeniu nowych technologii, należy pamiętać o trudnościach związanych z oszacowaniem czasu realizacji zamówienia. Czynnikiem warunkującym stosowanie niniejszej metody są najczęściej: oczekiwana jakość produktu

finalnego, wymogi bezpieczeństwa lub certyfikacji wyrobu oraz koszt zastosowanych materiałów.

4. Wnioski

Planowanie, bieżąca ewidencja postępu prac i zużycia materiałowego, analiza przebiegu produkcji oraz regulacja procesu poprzez działania koordynujące i likwidujące odchylenia składają się na pojęcie systemu sterowania produkcją. Sprawne sterowanie wymaga nie tylko aktualnych informacji o postępie przebiegu prac i stanie zasobów produkcyjnych, ale również odpowiednio dobranych metod przetwarzania danych. Różnorodność typów i form zorganizowania produkcji jak również wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe decyduje o wyborze właściwej dla przedsiębiorstwa metody sterowania produkcją. Opisanie metody mieszanej, obejmujące jednoczesną produkcję wyrobów na zamówienie oraz sterowanie wg stanów magazynowych półproduktów, wskazują stopień ingerencji klienta w konfigurację wytwarzanego wyrobu.

Niniejszy artykuł powstał w ramach pracy statutowej BK-203/ROZ3/2013 pt. Transfer wiedzy w cyklu życia produktu, realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

Literatura

1. Brzeziński M. (red.): Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją. A.W. PLACET, Warszawa 2002.
2. Carlier J., Pinson E.: An Algorithm for Solving the Job-Shop problem, *Management Science*, 1989, 35, 164–176.
3. Cheng R., Ge M., Tsujimura Y.: A tutorial survey of job-shop scheduling problems using genetic algorithms, part II: hybrid genetic search strategies. *Computers Industrial Engineering* 36, 1999, 343-364.
4. Gołądek P., Gołębiowski M.: *Vademecum innowacyjnego przedsiębiorcy*. Tom I, Warszawa 2006.
5. Grabowski J., Pempera J.: New block properties for the flow shop problem with application in TS. *Journal of Operational Research Society*, 2001, 52, 210–220.
6. Lee I., Shaw M.J.: A neural-net approach to real-time flow shop sequencing. *Computers Industrial Engineering*, 2000, 38, 125–147.
7. Milewska E.: Wykorzystanie narzędzi informatycznych w procesie sterowania strumieniem przepływu materiałowego. *Miesięcznik Naukowo-Techniczny Mechanik* nr 7/2011, R. 84; CD s. 575-582.
8. Smutnicki C.: Some results of the worst-case analysis for flow shop scheduling. *European Journal of Operational Research*, 1998, 109, 66– 87.

Dr inż. Elżbieta MILEWSKA
Instytut Inżynierii Produkcji
Wydział Organizacji i Zarządzania
Politechnika Śląska
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28
tel./fax.: (0-32) 27 77 364
e-mail: Elzbieta.Milewska@polsl.pl