

STEROWANIE STRUMIENIEM PRZEPIYWU ZASOBÓW WYBRANEJ LINII TECHNOLOGICZNEJ

Elżbieta MILEWSKA

Streszczenie: Referat przedstawia problem wzorcowego modelu sterowania przepływem materiałowym. Autor artykułu opisał funkcje systemu, elementy układu oraz zasady i normatywy sterowania procesem produkcji. Na przykładzie fabryki naczyń kamionkowych omówiona została struktura planistyczno ewidencyjna produkcji oraz opisane zostały strumienie przepływu.

Słowa kluczowe: sterowanie, przepływy materiałowe.

1. Wprowadzenie

Filozofia zintegrowanego zarządzania przedsiębiorstwem bazuje na logistyce rozumianej jako koncepcja planowania, sterowania, organizowania i kontrolowania fizycznego obiegu towarów i jego informacyjnych uwarunkowań. Owe kompleksowe podejście warunkuje nie tylko efektywne przetwarzanie i transformacje funkcji oraz procesów logistycznych, ale również umożliwia wykorzystanie potencjalnych efektów operacyjnej, taktycznej i strategicznej działalności firmy realizowanej w sposób celowy i etapowy.

2. Istota sterowania przepływem produkcji

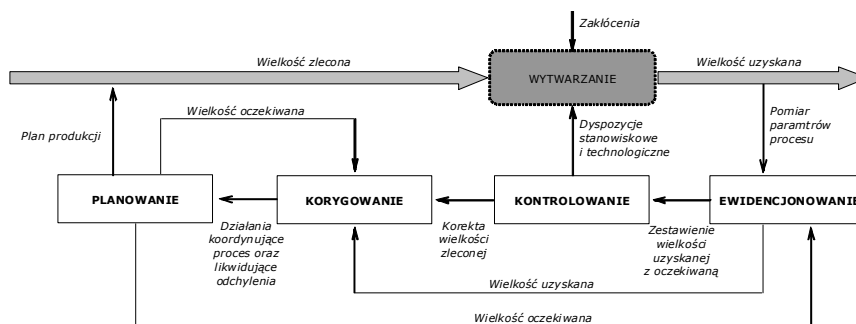
Przedsiębiorstwo jest układem względnie odosobnionym, który zasilany informacją, energią i przepływem materiałowym, poprzez transformację i translację, daje rezultaty w postaci towarów. Ograniczając rozważania do produkcji wyrobów gotowych, przeznaczonych na sprzedaż, wydzielony zostaje układ, którego celem jest sterowanie przepływem produkcji.

W skomplikowanych procesach produkcji rzeczywisty przepływ wyrobów rzadko kiedy bywa zgodny z ustalonymi normami. Przyczyną odchyień 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 odchyień 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.

Z reguły proces regulacji przepływu materiałowego nie odbywa się w sposób automatyczny.

2.1. Funkcje systemu sterowania

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



Rys. 1. Ogólny schemat układu sterowania przepływem produkcji

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 odchylenia 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.

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.

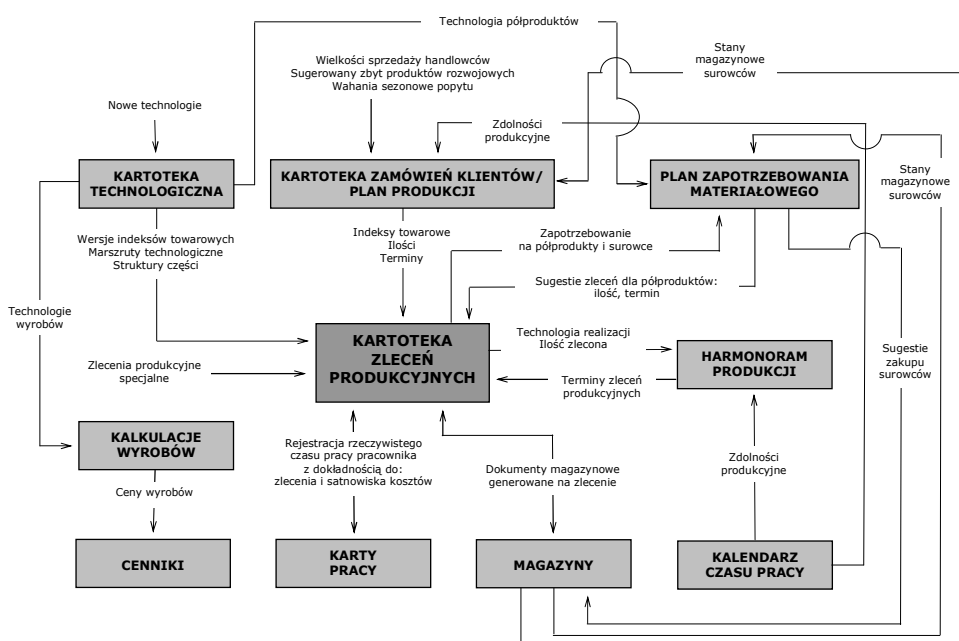
W większości firm układ sterowania przepływem produkcji ma charakter hierarchiczny.

2.2. Elementy układu sterowania

Elementami układu sterowania, wzajemnie ze sobą powiązanymi, są: produkty, stanowiska przepływu, ilość wytwarzana i termin produkcji (rys. 2).

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 określone są pośrednie miejsca kontroli, w których dokonywany będzie pomiar parametrów wytwarzanego produktu na pośrednich etapach wytwarzania.



Rys. 2. Ogólny schemat zarządzania procesem produkcji

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. Zasady i normatywy sterowania przepływem

Koncepcja podstawowych zasad sterowania przepływem produkcji przedstawiona została w publikacji [2]. Zakłada, że ustalony dopływ towarów do stanowiska przepływu reprezentuje potrzeby komórki i stanowi warunek konieczny, ilościowo terminowy realizacji wyznaczonego odpływu.

Zorganizowanie sprawnie funkcjonującego procesu sterowania przepływem produkcji warunkowane jest dostępem i aktualnością danych źródłowych, do których zalicza się:

- Wykaz towarów,
- Marszruty technologiczne wyrobów,
- Struktury części produktów,
- Wykazy maszyn i urządzeń technicznych,
- Parametry techniczne parku maszynowego,
- Wykazy pracowników bezpośrednio produkcyjnych,
- Wykaz kwalifikacji i uprawnień pracowniczych,
- Inne.

Powiązanie wymienionej powyżej dokumentacji z planem zbytu lub zestawem zamówień klientów pozwala na opracowanie systemu sterowania procesem produkcji.

Normatywami przepływu produkcji nazywamy wielkości umożliwiające budowę planu produkcji oraz wyznaczające i sterujące parametrami strumienia przyływu materiałowego firmy. Zaliczamy do nich:

- Ilość braków produkcyjnych,
- Wielkość serii wytwarzania,
- Ilość partii produkcyjnej,
- Współczynniki przekraczania norm,
- Pracochłonność operacji technologicznych (pracownika i maszyny),
- Długość przerwy międzyoperacyjnych,
- Czas początkowo zakończeniowy operacji
- Powtarzalność cykli produkcyjnych,
- Stopień zakładki operacji technologicznych,
- Współczynnik podziału pracy pracownika (równoczesna obsługa maszyn),
- Takt wytwarzania,
- Struktura obciążania stanowisk roboczych,
- Terminarz czasu pracy pracowników i maszyn,
- Wielkość zapasów w toku,
- Stan magazynowy towarów,
- Harmonogramy obciążeń,
- Wielkość dysponowanych środków pieniężnych,
- Inne.

3. Przykład scenariusza implementacji – fabryka naczyń kamionkowych

Możliwości sterowania procesem produkcji dokonano na przykładzie linii technologicznej w fabryce naczyń kamionkowych. Produkcja w analizowanej fabryce

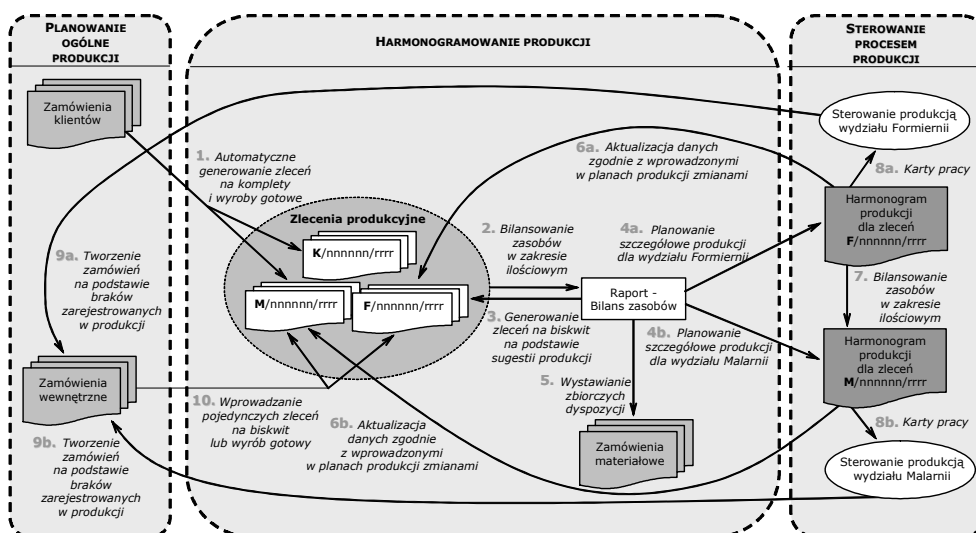
charakteryzuje się dużą różnorodnością wytwarzanych produktów (437 kształtów produkowanych w 250 wzorach zdobień posiadających niejednokrotnie elementy składowe - rys. 3). Jednolite nazewnictwo oraz jednoznaczne oznaczenie wyrobów gotowych i produktów biskwitowych uzyskano w firmie poprzez wykorzystanie generatora [3] pozwalającego na tworzenie i aktualizację wszystkich danych systemowych, takich m.in. jak: grupy i podgrupy towarowe, własności poszczególnych indeksów towarowych, indeksy towarowe jednostkowo sparametryzowane, cenniki walutowe, różnowalutowa wycena wszystkich indeksów towarowych z uwzględnieniem gatunku i grupy zdobienia dla wyrobów gotowych, operacje technologiczne, struktury części wszystkich wyrobów gotowych, marszruty technologiczne wszystkich wyrobów gotowych, itp.



Rys. 3. Ceramika będąca produktem finalnym omawianego procesu

Szeroka oferta sprzedawanych produktów (licząca ponad 150 tys. wyrobów) jak również koszty transportu ponoszone przez dystrybutorów zagranicznych, którzy stanowią zdecydowaną większość odbiorców opisywanego przedsiębiorstwa, związane są z przyjmowaniem zamówień o znaczącej liczbie pozycji (jedno zamówienie to średnio kilka tysięcy pozycji po kilka sztuk na wyrób). Monitorowanie w systemie stopnia obsługi klienta wiąże się z utworzeniem dla każdej z pozycji zamówienia zlecenia produkcyjnego.

Proces planowania i sterowania produkcją w opisywanej fabryce naczyń kamionkowych jest zgodny z procesem przedstawionym na rys. 4.



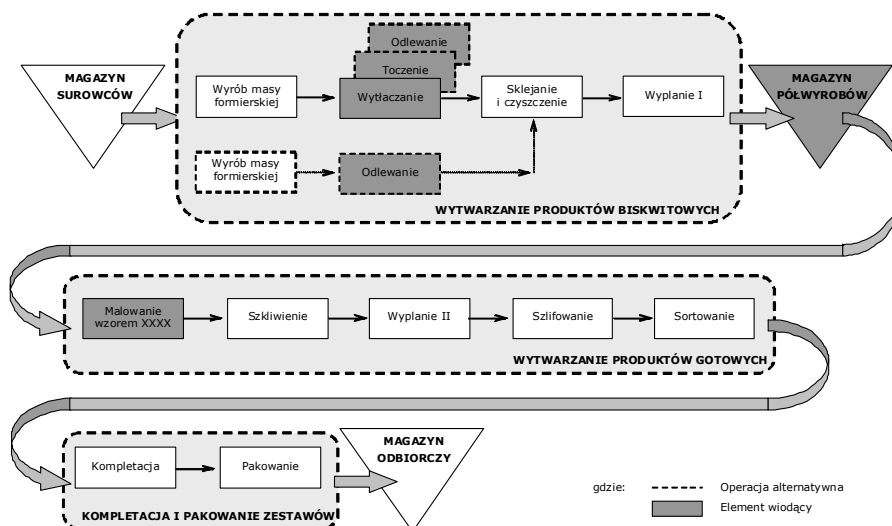
Rys. 4. Proces planowania i sterowania produkcją w fabryce naczyń kamionkowych

W omawianym rozwiązaniu zastosowano trzy typy zleceń produkcyjnych parametryzowanych poprzez produkcję: półproduktów tzw. biskwitu, oznaczone symbolem F; wyrobów gotowych – M oraz kompletów – K.

Ze względu na odrębną realizację zadań w odniesieniu do parku maszynowego, zasobów osobowych i przestrzeni pracy oraz diametralnie różny rząd ilości możliwych zleceń produkcyjnych występujących w okresie planistycznym, harmonogramowanie produkcji realizowane jest oddzielnie dla wydziału Formiarni i Malarni. Ilość równocześnie obsługiwanych zleceń produkcyjnych na Formiarni związana jest z ilością kształtów produktów biskwitowych i nie powinna przekraczać liczby 437 w wybranym okresie planistycznym, natomiast liczebność zleceń produkcyjnych dla wydziału Malarni jest dużo większa i może wynosić ponad 180 tys. Pomimo oddzielnego harmonogramowania zleceń oznaczonych różnym wzorcem numeracji, planowanie procesu produkcji musi uwzględniać przepływy materiałowe a zatem wymusza kolejność i zależność w realizacji poszczególnych grup zleceń produkcyjnych. Podstawą niniejszej relacji jest dyskretna aktualizacja danych opisujących bieżący stan realizacji zamówienia klienta. Omawiane rozwiązanie zapewnia minimalizację stanów magazynowych biskwitu oraz terminowość dostaw zamówień klientów.

3.1. Struktura planistyczno ewidencyjna produkcji

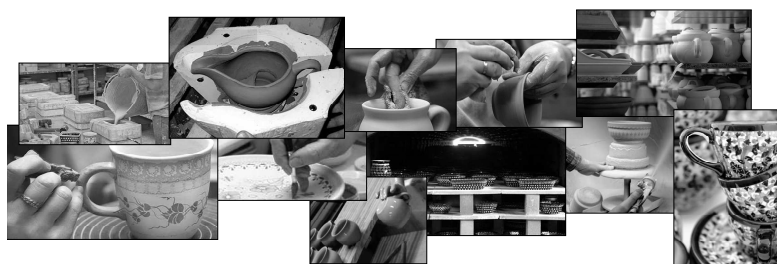
Proces produkcji wyrobów gotowych i produktów biskwitowych odbywa się wg schematu przedstawionego na rys. 5.



Rys. 5. Schemat technologiczny wytwarzania wyrobów ceramiki szlachetnej

Rejestracja strumieni materiałowych w opisywanym przedsiębiorstwie odbywa się w dwóch miejscach: na magazynie biskwitu czyli po pierwszym wypale, oraz w ramach

operacji technologicznej Kompletacja, gdzie następuje grupowanie części składowych w zestawy z uwzględnieniem gatunku produktu końcowego (rys. 6).

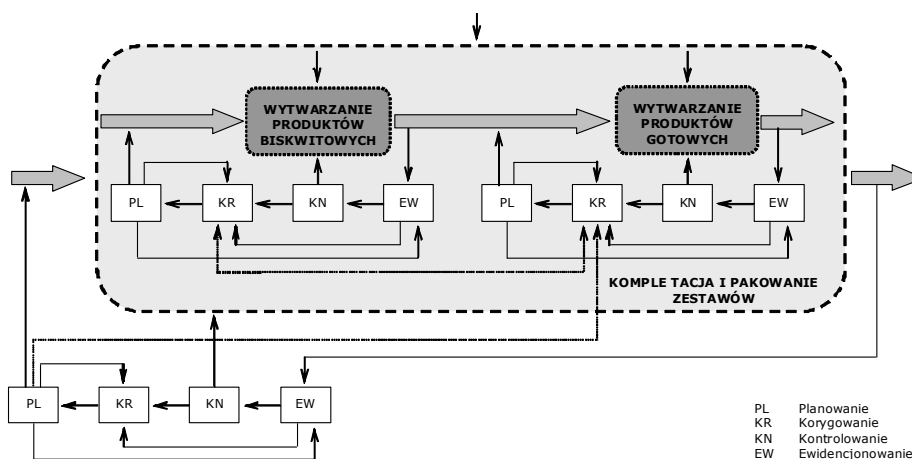


Rys. 6. Etapy procesu produkcji naczyń kamionkowych

3.2. Układ strumieni przepływu

Z uwagi na specyfikę firmy głównym źródłem odchyleń przepływu są braki produkcyjne. Rejestracja miejsca powstawania braku, rozumianego jako operacja technologiczna, podczas realizacji której materiał został zdyskwalifikowany do dalszej przeróbki, umożliwia klasyfikację złomowanych produktów. Główny podział odpadów produkcyjnych wynika z plastyczności materiału. Po pierwszym wypale produkty biskwitowe stają się kruche, a tłuczeń z nich uzyskiwany tylko w niewielkim procencie może stanowić składnik wyrobów ceramicznych (rys. 7).

Ze względu na sekwencyjny charakter poniższego układu, likwidacja odchyleń realizowana poprzez zmianę wielkości planu produkcji jest zdeterminowana czasowo i parametryzowana jakościowo.



Rys. 7. Schemat układu sterowania przepływem produkcji naczyń kamionkowych

4. Uwagi końcowe

Prezentowany materiał w sposób uproszczony charakteryzuje zjawisko analizy sterowania produkcją naczyń kamionkowych. Specyfika omawianego procesu pozwala na przeniesienie zastosowanych rozwiązań w inne branże przemysłu.

Literatura

1. Brzeziński M. (red.): Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją. A.W. PLACET, Warszawa, 2002.
2. Bursche J.: Podstawy metodyczne projektowania systemów sterowania produkcją. ORGMASZ, Warszawa, 1981.
3. Milewska E.: Zastosowanie integracji danych systemowych w procesie planowania i sterowania produkcją na przykładzie fabryki naczyń kamionkowych. *Ekonomika I Organizacja Przedsiębiorstwa. Konferencja: Systemy Wspomagania w Zarządzaniu Środowiskiem*. Słowacja, Terchova, 2007.

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