

Krzysztof Żywicki

Informatyczny system wspomagający zarządzanie produkcją dla małych firm produkcyjnych

Ekonomiczne Problemy Usług nr 51, 533-541

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

KRZYSZTOF ŻYWICKI

Politechnika Poznańska

INFORMATYCZNY SYSTEM WSPOMAGAJĄCY ZARZĄDZANIE PRODUKCJĄ DLA MAŁYCH FIRM PRODUKCYJNYCH

Wprowadzenie

Charakterystyczną cechą małych przedsiębiorstw produkcyjnych jest możliwość spełniania zmiennych i zróżnicowanych wymagań klientów. Dostarczanie wyrobów w terminie uzgodnionym z klientem, zgodnych pod względem wymagań jakościowych oraz w akceptowalnej cenie jest dziś standardem. Realizacja produkcji powinna zatem zagwarantować osiągnięcie założonych parametrów efektywności produkcji (np. stopień wykorzystania zasobów produkcyjnych). Obszarami zarządzania produkcją, które głównie za to odpowiadają, są między innymi planowanie i sterowanie produkcją. Z planu produkcji powinno wynikać, czy możliwe jest zrealizowanie zamówień klientów przy akceptowalnych poziomach opłacalności dla firmy. Wynik ten w dużym stopniu jest uzależniony od uwarunkowań wewnętrznych systemu wytwórczego (jego ograniczeń). Charakterystyczną cechą systemu wytwórczego jest zmienność wewnętrznych warunków produkcyjnych, będąca wynikiem pojawiania się różnego rodzaju nieprzewidzianych sytuacji, np. awarii maszyny, koniecznych regulacji urządzeń, zużycia narzędzi, braki materiału, wyrobów wadliwych. Bardzo ważnym aspektem jest więc dokonywanie pomiaru parametrów związanych z realizacją produkcji oraz ewentualna korekta planów w celu dostosowania ich do bieżącej sytuacji produkcyjnej. Za ten obszar odpowiada sterowanie produkcją. Nabiera to szczególnego znaczenia w przypadku realizacji produkcji małoseryjnej co jest domeną małych przedsiębiorstw. W produkcji małoseryjnej występują dwie tendencje:

- produkcja małej liczby wyrobów w wielu odmianach,
- produkcja niewielu odmian wyrobów o różnej liczbie.

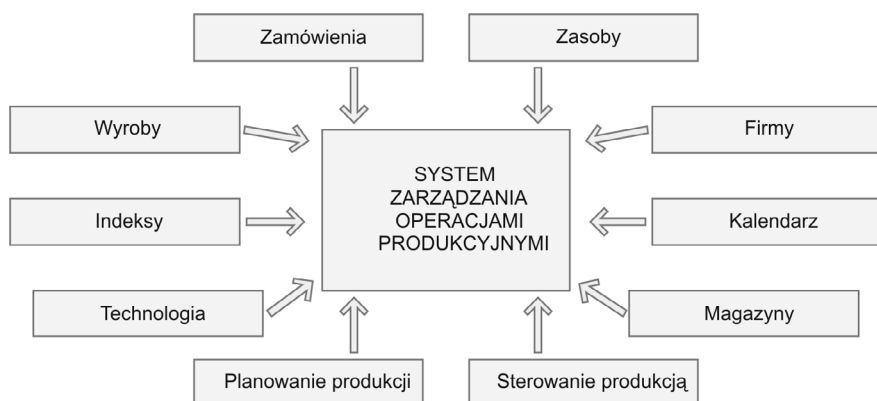
Charakteryzują się one krótkimi seriami produkcyjnymi o różnej częstotliwości realizacji, co pociąga za sobą konieczność skracania czasu opracowywania planów produkcji i szybkość reakcji w ramach sterowania przebiegiem produkcji.

Rozwiązanie problemu sterowania produkcją związane jest głównie z komputerowym wspomaganie zadań planistycznych i kontrolnych. Niestety rozwiązania te nie wyjaśniają w pełni problemów produkcji małoseryjnej. Systemy te najczęściej należą do klasy MRP (Manufacturing Resource Planning). Pełnią one funkcje planistyczne i kontrolne w całym ciągu działań produkcyjnych (zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji). Pozwalają na zautomatyzowanie procesu planowania produkcji i planowania zaopatrzenia materiałowego oraz umożliwiają bilansowanie zasobów. Jednak podstawową ich wadą jest brak uwzględnienia specyfiki poszczególnych przedsiębiorstw. Kolejną wadą jest duży koszt i trudność wdrożenia, dlatego najczęściej wdrażają go duże przedsiębiorstwa, które charakteryzują się produkcją masową lub seryjną o względnie stałym asortymencie. Mało jest natomiast rozwiązań wspomagających produkcję małoseryjną. W produkcji na zlecenie lepsze rezultaty daje opracowywanie planów produkcji dla poszczególnych stanowisk produkcyjnych wraz z ustaleniem bilansu pracochłonności i zdolności produkcyjnych danego stanowiska.

W artykule przedstawiono budowę systemu zarządzania operacjami produkcyjnymi (SZOP). W systemie zawarto metody projektowania procesów technologicznych, planowania i sterowania produkcją oraz jakością dla produkcji jednostkowej i małoseryjnej.

Struktura systemu

System zarządzania operacjami produkcyjnymi zbudowany jest z wielu modułów, które umożliwiają tworzenie i obsługiwanie baz danych oraz zawierają konieczne algorytmy. Należą do nich: grupa modułów dane podstawowe (firmy, zamówienia, wyroby, indeksy, zasoby, kalendarz) oraz technologia, planowanie produkcji, sterowanie produkcją, magazyny (rysunek 1).



Rys. 1. Struktura systemu zarządzania operacjami produkcyjnymi

Źródło: opracowanie własne.

Dane podstawowe

Dane podstawowe to grupa modułów systemu zawierających informacje pochodzące bezpośrednio od klientów oraz związane z wewnętrznymi warunkami systemu wytwórczego. Dane związane z zamówieniami dotyczą zamawianego wyrobu (pozycja zamówienia), liczby sztuk, wymaganych terminów dostawy oraz klienta. Zamówienie może mieć określony status: wprowadzone, przyjęte do realizacji, w realizacji, zakończone, wstrzymane. Moduł wyroby zawiera informacje o indeksach tworzących określoną strukturę (elementy składowe wyrobu gotowego: podzespoły, części, materiały) oraz o ich powiązaniach strukturalnych i ilościowych. W module tym możliwe jest określenie, czy dana część lub materiał stanowi pozycję zakupową, czy jest wytwarzana we własnym zakresie.

Moduł zasoby zawiera podstawowe (dostępność, lokalizacja) informacje o:

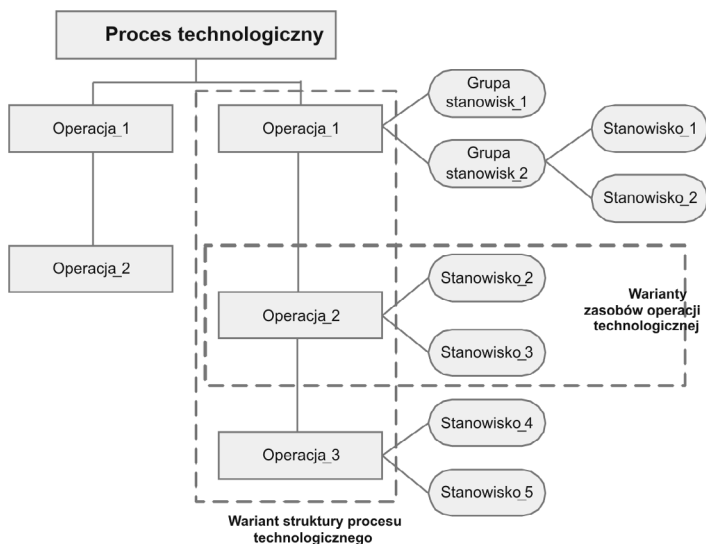
- maszynach i urządzeniach produkcyjnych (typ, rodzaj) stanowiących konkretne stanowisko produkcyjne, gniazdo lub linię produkcyjną,
- pracownikach, ich kompetencjach zawodowych, przynależności do stanowiska pracy,
- oprzyrządowaniu,
- narzędziach.

Moduł indeksy obejmuje informacje o komponentach (elementach) będących składnikami wyrobów gotowych oraz materiałach: indeks, jednostka miary, wymiary. Firmy to moduł zawierający podstawowe informacje o partnerach biznesowych: klientach, dostawcach oraz kooperantach. Kalendarz określa sys-

tem pracy w danym systemie wytwórczym (liczba zmian produkcyjnych, liczba godzin pracy, przerwy produkcyjne) oraz dostępność zasobów (maszyn na stanowiskach produkcyjnych), uwzględniając czasowe przerwy i wyłączenia ich z eksploatacji.

Technologia – projektowanie procesów technologicznych

W systemie założono możliwość opracowania wariantów procesu technologicznego wykonania danego wyrobu, stwarzając tym samym warunki do racjonalnych decyzji dotyczących harmonogramowania produkcji i sterowania przebiegiem procesów wytwarzania. Danymi wejściowymi do opracowania wariantów procesu technologicznego są informacje konstrukcyjne związane z wyrobem określonym w zamówieniu. Przewidziano wariantowanie w dwóch obszarach (rysunek 2): struktury procesu technologicznego oraz zasobów związanych z realizacją operacji technologicznych. Warianty struktury procesu technologicznego wyrażają alternatywne przebiegi związane z marszrutą operacji technologicznych. Pozwala to na dowolne definiowanie operacji z uwzględnieniem możliwości technicznych oraz koncentracji zadań produkcyjnych. Warianty zasobów określają potencjalne zasoby produkcyjne, na których możliwe jest zrealizowanie danej operacji technologicznej, przy czym możliwe jest zaplanowanie wykonania danej operacji dla grupy zasobów (stanowisk) lub dla konkretnego zasobu.



Rys. 2. Obszary wariantowania procesu technologicznego

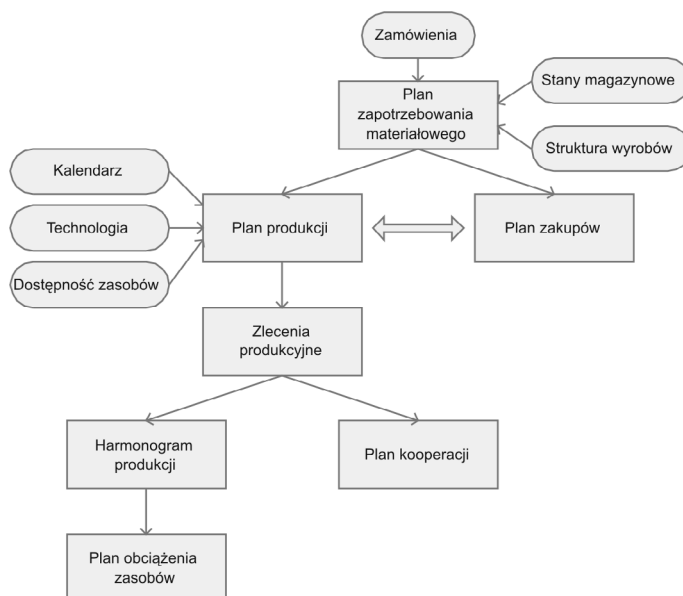
Źródło: opracowanie własne.

Planowanie produkcji

Planowanie produkcji rozpoczyna się od określenia zapotrzebowania materiałowego (planowanie potrzeb materiałowych) do produkcji wyrobów na podstawie zamówień o statusie: przyjęte do realizacji. Na podstawie tego zbioru zamówień jest tworzony wykaz wszystkich komponentów i materiałów i ich ilości, które należy wytworzyć (plan produkcji własnej), zakupić (plan zakupów), oraz pozyskanych w drodze kooperacji (plan kooperacji), aby je zrealizować (rysunek 3).

Plan produkcji (produkcji własnej) jest podstawą do opracowania zleceń produkcyjnych, które są głównym elementem modułu planowania produkcji. Na podstawie tego planu są określone wymagane terminy dostaw materiałów zakupowych i kooperacyjnych.

Zlecenia produkcyjne na wyroby finalne są tworzone na podstawie zamówień (pozycji zamówień). Dane zlecenie produkcyjne może składać się z pozycji od wielu zamówień (łączenie zamówień dla tego samego wyrobu) i charakteryzuje się liczbą sztuk wyrobu oraz wymaganą datą realizacji (jeżeli istnieje taki wymóg w zamówieniach). Opracowane zlecenie produkcyjne dla wyrobu finalnego powoduje automatyczne generowanie zleceń dla poszczególnych komponentów składowych.



Rys. 3. Struktura planowania produkcji

Źródło: opracowanie własne.

Planowanie procesów wytwarzania dotyczy wszystkich zleceń produkcyjnych i pozwala na określenie, czy realizacja zleceń ma być rozpatrywana z uwzględnieniem wariantów procesów technologicznych (warianty struktury, zasobów) oraz czy i jakie procesy/operacje będą realizowane poprzez kooperację (pod warunkiem uwzględnienia tego w module technologia). W tym celu można wykorzystać dane o już zrealizowanych zleceniach produkcyjnych dotyczące poziomu braków, terminowości realizacji zleceń, terminowości dostaw itp.

Planowaniu produkcji podlegają wszystkie zlecenia produkcyjne na pozycje realizowane we własnym zakresie i obejmuje ono opracowanie kolejki zleceń oraz harmonogramu produkcji. W tym celu w systemie wykorzystywane są reguły priorytetów. Priorytety dotyczą klienta, terminu dostawy, priorytet specjalny oraz parametrów zleceń produkcyjnych. Reguły oparte na tych parametrach to najpierw najkrótsze zadania, najdłuższe zadania, pierwsze przyszło, pierwsze zrobione. Opracowując plan produkcji, możliwe jest wybranie reguł priorytetów, które mają zostać wykorzystane w tym celu.

Kolejka zleceń określa, w jakiej kolejności mają być planowane w harmonogramie produkcyjnym. W harmonogramie tym planuje się obciążenie zasobów z uwzględnieniem bieżącej dostępności wynikającej z realizowanej już produkcji oraz dostępności wynikającej z systemu pracy i planowanych wyłączeń z eksploatacji (np. przeglądy konserwacyjne). Uwzględniając czynniki oraz plan procesów wytwarzania, możliwe jest opracowanie wielu wariantów harmonogramu produkcyjnego. Należy podkreślić, że ten etap harmonogramowania jest symulowany, a więc przeprowadzane czynności nie mają wpływu na bieżącą produkcję w toku. Tylko zaakceptowanie planowanego harmonogramu do realizacji skutkuje rezerwacją zasobów i materiałów do produkcji.

Plan materiałów zakupowych obejmuje pozycje materiałowe podlegające pozyskaniu poprzez zakup zewnętrzny. Jest on opracowywany na podstawie planu produkcji i określa wymagane ilości i terminy dostaw materiałów koniecznych do realizacji produkcji. W planie uwzględniane są także aktualne stany magazynowe oraz rezerwacje materiałów.

Plan zdolności produkcyjnych jest obrazem obciążenia zasobów, będącego wynikiem przyjętego harmonogramu produkcji, i jest powiązany z modułem kalendarz. Na podstawie tego planu możliwe jest regulowanie zdolności produkcyjnych np. poprzez wydłużanie zmian produkcyjnych, pracę w nadgodzinach.

Sterowanie produkcją

Sterowanie produkcją obejmuje następujące obszary decyzyjne w zakresie przebiegu produkcji oraz analizy jakości wyrobów i procesów. Podstawą działań jest harmonogram produkcji oraz ewidencja zdarzeń podczas realizacji produkcji. Na tej podstawie zostaje przeprowadzona analiza parametrów planowanych z uzyskanymi i na tej podstawie dokonywane jest ewentualna korekta założeń produkcyjnych.

Pozyskanie informacji produkcyjnych przewidziano poprzez wykorzystanie dokumentacji produkcyjnej wypełnianej przez pracowników na produkcji i wprowadzanej do systemu komputerowego lub wykorzystując urządzenia do automatycznej identyfikacji danych: skanery kodów kreskowych, przenośne terminale, dotykowe panele produkcyjne.

Zrealizowane zlecenia produkcyjne według danego procesu technologicznego podlegają ocenie i charakteryzują się określonymi wskaźnikami przebiegu produkcji oraz jakości procesu. Informacje te mogą być brane pod uwagę podczas projektowania procesów technologicznych oraz planowania procesów wytwarzania.

Sterowanie przebiegiem produkcji obejmuje emisję dokumentacji produkcyjnej (zleceń produkcyjnych, przewodników produkcyjnych), zbieranie danych z realizacji produkcji, analizę danych produkcyjnych, korektę harmonogramu produkcji.

Pozyskane dane produkcyjne (stanowisko produkcyjne, wyrób, zlecenie produkcyjne, rozpoczęcie operacji technologicznej, wytworzona liczba sztuk wyrobów, zakończenie operacji technologicznej, przestoje na stanowisku) podlegają analizie w wyniku porównania ich z danymi ujętymi w planie i harmonogramie produkcyjnym. W przypadku stwierdzenia odchyleń w harmonogramie produkcyjnym wynikających z opóźnień w realizacji operacji technologicznych przestojów w pracy maszyn i urządzeń, analizowane są ewentualne konsekwencje tych zdarzeń dla terminowości zrealizowania zleceń produkcyjnych. Analiza przebiegu produkcji może być prowadzona za pomocą wielu wskaźników, np. odchylenia terminów realizacji zleceń, operacji; czasu oczekiwania zadań produkcyjnych w kolejce, długości cyklu wytwarzania, wykorzystania zdolności produkcyjnych.

W systemie ocena jakości wyrobów, półwyrobów (produkcja w toku) uzyskiwanych na danym stanowisku produkcyjnym w trakcie wykonywania

operacji technologicznej lub po jej zakończeniu oraz ocena zdolności jakościowej procesu (danego stanowiska produkcyjnego) została ujęta w module sterowanie produkcją – analiza jakości. System zawiera algorytmy pozwalające wyznaczyć tradycyjne statystyczne wskaźniki zdolności jakościowej procesu (np. c_p , c_{pk}) oraz metodę oceny jakości procesu wytwarzania uwzględniającą wiele cech jakościowych wyrobu (nie tylko krytyczną) i charakterystyk procesu.

Ocena jakości wyrobu/procesu pozwala na stworzenie oceny bezpieczeństwa procesu, jaką można uzyskać, stosując odpowiedni wariant produkcji. Jest ona jednym z kryteriów branych pod uwagę przy reharmonogramowaniu produkcji.

Obsługa stanów magazynowych

Moduł magazyny jest odpowiedzialny za zarządzanie wszystkimi pozycjami materiałowymi zdefiniowanymi w systemie i koniecznymi do realizacji produkcji. Przewidziano możliwość tworzenia dowolnej liczby magazynów wydzielonych fizycznie w bazie danych, np. surowców, robót w toku, wyrobów gotowych, ale także środków produkcji: narzędzi, oprzyrządowania. Ujęte w magazynie pozycje podlegają kontroli stanów ilościowych, rezerwacji, wydań, przyjęć. Rozchód materiałów może odbywać według zasad: FIFO (*first in first out*), LIFO (*last in first out*) lub poprzez bezpośrednie wskazanie danych pozycji materiałowych.

Podsumowanie

Zaproponowany system zarządzania operacjami produkcyjnymi, głównie ze względu na przyjęte rozwiązania w zakresie metody planowania produkcji, może być wykorzystywany w systemach wytwórczych realizujących produkcję jednostkową i małoseryjną. Zaproponowane rozwiązanie łączy trzy podstawowe aspekty związane z realizacją procesów wytwarzania: opracowywania procesów technologicznych, harmonogramowania produkcji, sterowanie przebiegiem i jakością produkcji. W zakresie projektowania procesów technologicznych przewidziano możliwość wariantowania w dwóch obszarach: struktury procesu oraz wykorzystywanych stanowiskach produkcyjnych. Do planowania produkcji wykorzystuje się reguły priorytetów, które określają kolejność realizowanych zleceń produkcyjnych na podstawie przyjętych kryteriów. W sterowaniu produkcją

zawarto możliwość nadzorowania przebiegu produkcji pod względem realizowanych operacji produkcyjnych oraz jakości wytwarzanych wyrobów i przebiegu procesów wytwarzania.

COMPUTER AIDED PRODUCTION MANAGEMENT FOR SMALL ENTERPRISES

Summary

In this article there was presented the management of production operations system dedicated to make-to-order production. The system consists of three basic modules: products, resources, orders, materials, calendar, firms and technology, production planning, production control, warehouse. Designed process variants for ordered products, information about resources' quality potential and realized production tasks, as well as data concerning production process status are the basis for developing and updating production schedule. The system makes it possible to determine optimal production flow and decide upon optimal conditions for realizing scheduled tasks.

Translated by Krzysztof Żywicki