



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - COMMITTEE OF MATERIALS SCIENCE
SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference
Proceedings

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

Wspomaganie podejmowania decyzji planistycznych w małych i średnich przedsiębiorstwach

A. Dobrzańska, B. Skołod

Katedra Automatyzacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania,
Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland

W artykule przedstawiono autorską metodę i opracowane na jej podstawie oprogramowanie komputerowe służące wspomaganie podejmowania decyzji planistycznych w małych i średnich przedsiębiorstwach. Proponowane podejście umożliwia sporządzenie planu produkcji i wygenerowanie procedur sterujących pracą zasobów w systemach wytwórczo-montażowych w warunkach deterministycznych ograniczeń zasobowych.

1. WPROWADZENIE

Współczesny świat cechuje bardzo szybkie tempo postępujących zmian. Lawinowy rozwój techniki, technologii i informatyki, spowodował usunięcie barier czasowych i przestrzennych przyczyniając się do postępującego procesu globalizacji. Otoczenie podlegające ciągłym, często nieprzewidywalnym zmianom, w oczywisty sposób determinuje działalność przedsiębiorstw. Inny silny trend wskazuje na rozwój małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych, które charakteryzuje możliwość szybkiego dostosowania się do zmian, łatwość wykorzystania lokalnych niszy rynkowych i bezpośredni kontakt z klientem. Większość z nich to przedsiębiorstwa zajmujące się wytwarzaniem i montażem lub wyłącznie montażem produktów finalnych.

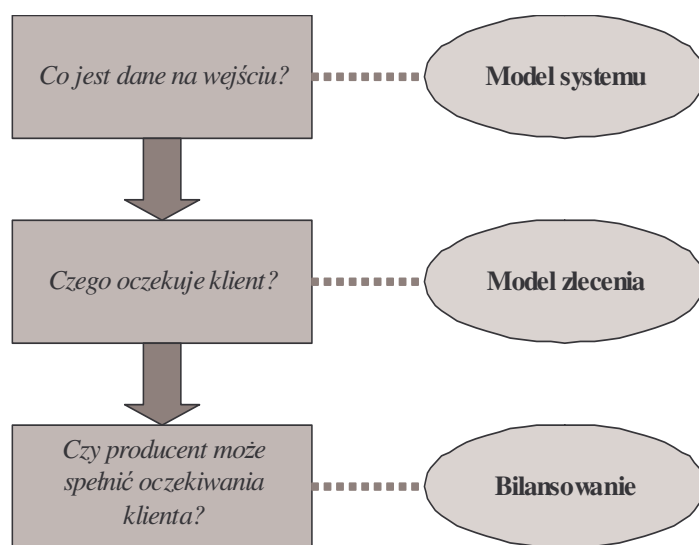
Małe i średnie przedsiębiorstwa funkcjonujące w trudnych zmiennych, a często nieprzewidywalnych warunkach powinny dysponować prostym i uniwersalnym narzędziem, wspomagającym podejmowanie decyzji w punktach obsługi klienta, umożliwiającym udzielenie szybkiej odpowiedzi na zapytania ofertowe klientów. Czołowe i kapitałochłonność znanych metod optymalizacyjnych decyduje o ich bardzo ograniczonym zastosowaniu w niewielkich przedsiębiorstwach. Wdrożenie i eksploatacja nowoczesnych systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa klasy ERP, przy ich bezdyskusyjnych zaletach, wiąże się z pokonaniem wielu barier, spośród których najistotniejsza jest bariera finansowa. Systemy ssące klasy Kanban, wykorzystujące podejście *dokładnie na czas*, sprawdzają się natomiast w produkcji ustabilizowanej o wąskim asortymencie, która praktycznie nie ma miejsca w niewielkich firmach. Korzystną alternatywą staje się, więc dla kierownictwa małych i średnich przedsiębiorstw, zastosowanie podejścia opartego na teorii ograniczeń i pokrewnych: zsynchronizowanego wytwarzania oraz aplikacji bęben-bufor-lina, bazujących na synchronizującej roli wąskiego gardła systemu, do którego sposobu funkcjonowania dostosowuje się cały system produkcyjny.

Prezentowana w niniejszym artykule autorska metoda rozwiązania zadania satysfakcji i pakiet komputerowy powstały na jej podstawie wyróżnia przyjęty typ produkcji, dopuszczający realizację zadań nie tylko w znanym i analizowanym wcześniej trybie wzajemnego wykluczania, ale również w trybie spotkaniowym charakterystycznym dla procesów montażu. Przedsiębiorstwa zajmujące się takim rodzajem działalności, zwane wytwórczo-montażowymi, wytwarzają w ramach relatywnie standardowych procesów obróbczych podstawowe części i komponenty które są następnie łączone w procesach montażu w celu wyprodukowania szerokiego asortymentu produktów finalnych.

2. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU

Dany jest system produkcyjny, w którym są realizowane procesy wytwórcze w trybie wzajemnego wykluczania oraz procesy montażowe w trybie spotkaniowym. Produkcja, realizowana w tym systemie, jest rytmiczna, współbieżna i wieloasortymentowa. System znajduje się w stanie ustalonym; fazy rozbiegu i wybiegu oraz fazy przejściowe zostały pominięte. W systemie może być już realizowany określony zbiór zleceń produkcyjnych, dla którego okres systemu został zdeterminowany przez zasoby krytyczne

Do systemu zgłasza się klient, który chce zlecić realizację pakietu zleceń lub pojedynczego



nowego zlecenia w oczekiwanym terminie. Przyjmuje się założenie, że termin wykonania zleceń wcześniej przyjętych do realizacji w systemie nie może ulec zmianie. System produkcyjny i zlecenie produkcyjne są opisane z wykorzystaniem dwudzielnego algebraicznego modelu przepływu produkcji. Kierownictwo małego/średniego przedsiębiorstwa, walczące w warunkach silnej konkurencji o klienta, musi szybko i rzetelnie odpowiedzieć na pytanie

Rys.1. Etapy rozwiązywania problemu badawczego

Czy nowe zlecenie produkcyjne może być zrealizowane w terminie określonym przez klienta w dysponowanym systemie produkcyjnym zdeterminowanym przez jego ograniczenia?

Rozważany problem sprowadza się do określenia czy możliwe jest przyjęcie nowego zlecenia produkcyjnego do realizacji w systemie i wykonanie go w terminie oczekiwanym przez klienta (rys.1). Reakcja producenta, chcącego odnaleźć rozwiązanie zadowalające obie strony, polega na zbilansowaniu możliwości systemu produkcyjnego z wymaganiami klienta i terminem jego realizacji.

3. METODA ROZWIĄZANIA ZADANIA SATYSFAKCJI

Metoda rozwiązania zadania satysfakcji sprowadza się do sprawdzenia sekwencji warunków wystarczających, z których każdy coraz bardziej ogranicza zbiór rozwiązań dopuszczalnych. Określenie czy dane zlecenia mogą być zrealizowane w systemie, przy określonych wymaganiach ilościowych musi być jednak poprzedzone analizą jakościową prowadzącą do ustalenia czy możliwy jest przepływ produkcji w systemie. Analiza jakościowa wymaga sprawdzenia warunków wystarczających jakościowo dopuszczalnego przepływu produkcji, których spełnienie gwarantuje wolną od blokad i zagłódzeń pracę systemu w stanie ustalonym. Warunki te są różne dla systemów o poszczególnych znanych strukturach i obejmują: warunek braku blokad w systemie, warunek wstępnego zapełniania magazynów międzypasobowych mieszanych i montażowych oraz warunek bilansu systemu.

Warunek braku blokad w systemie zapewnia wstępne zapełnienie magazynu międzypasobowego wytwórczego taką liczbą elementów, która uniemożliwia pojawienie się blokady w systemie. Warunek wstępnego zapełnienia magazynów międzypasobowych mieszanych i montażowych, gwarantuje wstępne zapełnienie tych magazynów, taką liczbą elementów, która zapewnia osiągnięcie pożądanego przepływu ustalonego poprzez ujawnienie się wąskiego gardła, a tym samym efektywne wykorzystanie zasobów systemu. Trzyetapowy warunek bilansu systemu gwarantuje natomiast, że liczba elementów wprowadzanych do systemu jest równa liczbie elementów składowych produktów opuszczających system [2]. Warunek bilansu systemu ma dwojaki zastosowanie w procesie planowania i sterowania produkcją odbywającego się z wykorzystaniem lokalnych reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych zapewniających ustalony przepływ produkcji, a co za tym idzie cykliczną pracę systemu będącego w stanie ustalonym. Po pierwsze pozwala określić, czy w systemie, w którym produkcja już została zaplanowana, bilans systemu jest zachowany, tzn. czy procedury sterowania zostały przyjęte poprawnie. Po drugie umożliwia wygenerowanie procedur sterowania pracą zasobów w systemie tak, aby bilans systemu był zachowany, a tym samym pozwala określić czy możliwe jest przyjęcie do pustego systemu pakietu zleceń.

Stan systemu, w którym ma miejsce jakościowo dopuszczalny przepływ produkcji, może zostać zaburzony, gdy zgłosi się do niego klient, chcący zlecić realizację pojedynczego nowego zlecenia produkcyjnego, stąd konieczne jest sprawdzenie sekwencji pięciu warunków wystarczających, których spełnienie gwarantuje odnalezienie rozwiązania dopuszczalnego satysfakcjonującego klienta i możliwego do wykonania w systemie zdeterminowanym przez jego ograniczenia. Warunek braku zasobów krytycznych dla nowego zlecenia zapewnia, że wśród zasobów, na których mają być wykonane operacje procesów wytwórczych lub jednostki montażowe procesu montażowego nowego zlecenia, nie znajdują się zasoby krytyczne. Warunek długości czasu przestoju gwarantuje, że długość przestoju zasobów wykorzystywanych do realizacji nowego zlecenia jest wystarczająca do wykonania co najmniej partii jednostkowej nowego zlecenia. Warunek obciążenia zasobów wyłącznych daje możliwość przyjęcia nowego zlecenia, gdy planowany czas jego realizacji, na dowolnym z zasobów, jest dłuższy od dotychczasowego okresu systemu. Spełnienie warunku dostatecznej pojemności magazynów daje pewność, że dostępne pojemności magazynów międzypasobowych wytwórczych, mieszanych i montażowych są wystarczające do zrealizowania wyznaczonej wielkości partii nowego zlecenia. Warunek terminowej realizacji zlecenia gwarantuje, że nowe zlecenie produkcyjne zostanie wykonane w terminie, który został sprecyzowany przez klienta.

4. KOMPUTEROWY SYSTEM WERYFIKACJI ZLECEŃ

Na podstawie autorskiej metody opracowano i zweryfikowano poprawność działania oryginalnego oprogramowania komputerowego o nazwie *System Weryfikacji Zleceń-Montaż* (*SWZ Montaż*). Opracowany system komputerowy jest narzędziem wspomagającym procesy decyzyjne dotyczące planowania produkcji i generującym procedury sterujące zapewniające efektywne wykorzystanie zasobów produkcyjnych. Pakiet *SWZ Montaż* został zaprojektowany głównie pod kątem zastosowania w punkcie obsługi klienta do szybkiego szacowania możliwej terminowej realizacji zleceń. Specyfika oprogramowania powoduje jednak, że może być ono także zastosowane do określania, przy danej strukturze zleceń produkcyjnych, adekwatnej struktury systemu produkcyjnego, stąd jego przydatność do rozwiązywania zadań o charakterze badawczym i symulacyjnym.

Możliwość satysfakcjonującej aplikacji programu *SWZ Montaż*, w praktyce przemysłowej, została potwierdzona eksperymentalnie poprzez wprowadzenie danych, pochodzących z typowej firmy krajowej o charakterze wytwórczo- montażowym należącej do sektora małych i średnich przedsiębiorstw, do programu komputerowego [1]. Otrzymane wyniki pozwalają stwierdzić, że oprogramowanie *SZW Montaż* jest użytecznym narzędziem możliwym do zastosowania w rzeczywistym przedsiębiorstwie produkcyjnym, umożliwiającym udzielenie szybkiej odpowiedzi na zapytania ofertowe klientów i określenie planowanego terminu realizacji zleceń. Procedury sterowania przepływem produkcji wygenerowane przez *SWZ Montaż* odpowiadają oczekiwaniom planistów i pozwalają efektywnie wykorzystać zasoby przedsiębiorstwa. Istotnym atutem opracowanego systemu komputerowego jest również szybkie uzyskanie wyników w postaci raportu końcowego, których otrzymanie drogą obliczeń matematycznych jest skomplikowane i bardzo czasochłonne.

5. PODSUMOWANIE

Opracowana metoda i oprogramowanie utworzone na jej podstawie, zaimplementowane w małym/średnim przedsiębiorstwie produkcyjnym, w znaczącym stopniu ułatwiają podejmowanie decyzji planistycznych związanych z przyjęciem do systemu nowego zlecenia produkcyjnego. W porównaniu do znanych metod poszukiwania rozwiązania optymalnego i quasi-optymalnego oraz rozwiązań stosowanych w systemach klasy ERP i Kanban, zaproponowane podejście charakteryzuje się: prostotą przyjętego modelu algebraicznego, nieporównywalnie szybszym czasem uzyskania rozwiązania oraz niskimi kosztami praktycznej aplikacji.

BIBLIOGRAFIA

1. A. Dobrzańska, Planowanie produkcji w systemach wytwórczo- montażowych w warunkach ograniczeń zasobowych, Praca doktorska, Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Gliwice 2003.
2. D. Krenczyk, A. Dobrzańska, Balancing of production flow in the assembly system, in Computer Integrated Manufacturing. Advanced Design and Management (eds B. Skołod, D. Krenczyk), WNT, Warszawa 2003, pp.306-311.