

Sebastian Saniuk
Uniwersytet Zielonogórski

Planowanie przepływu materiału w systemach outsourcingu (cz. 1)

Artykuł stanowi ilustrację problemu planowania przepływów materiałowych geograficznie rozproszonych przedsiębiorstw, realizujących wspólnie zlecenie produkcyjne w ramach posiadanych zdolności produkcyjnych.

Problem planowania sprowadza się do wyznaczenia dopuszczalnych przepływów, tak w poszczególnych systemach firm, jak i pomiędzy poszczególnymi uczestnikami procesu produkcji wyrobu. Poszukiwana jest odpowiedź na pytanie, czy możliwa jest taka organizacja przepływu produkcji w sieci przedsiębiorstw – kooperantów, gwarantująca terminową realizację przy założonych kosztach w warunkach występowania ograniczeń zasobowych? Ograniczeniami tymi są zdolności produkcyjne geograficznie rozproszonych kooperantów, struktura tras, liczba i pojemność środków transportu, dostępne zasoby finansowe.

Znaczne skrócenie cykli dostaw, wysoka specjalizacja produkcji, duża zmienność asortymentowa produktów wymuszona postępowaniem technicznym, ciągłą poprawą jakości oraz zmiennością popytu stoją u podstaw zlecenia części procesu produkcyjnego na zewnątrz (outsourcing), co skutkuje aktywizacją sektora małych i średnich przedsiębiorstw. Oznacza to potrzebę współpracy z wieloma podmiotami gospodarczymi, realizującymi zlecenia na potrzeby procesu produkcyjnego produktu finalnego. Idea produkcji sprowadza się do wspólnego wytwarzania, w ramach udostępniania będących w dyspozycji przedsiębiorstw zdolności produkcyjnych lub wykorzystania zasobów, oferowanych przez różne przedsiębior-

stwa. Zasobów niezbędnych do produkcji danego typu wyrobu. Rozwiązanie takie daje możliwość wykonania zleceń przez grupę wyspecjalizowanych przedsiębiorstw w sytuacji, gdy realizacja danego zlecenia znacznie przekracza możliwości każdego z nich z osobna [4].

Rozważany problem sprowadza się do planowania organizacji przepływów materiałowych, tak w poszczególnych przedsiębiorstwach, jak i pomiędzy poszczególnymi tworzącymi sieć kooperacji firmami. W ujęciu logistycznym sprowadza się on do dostarczania właściwemu odbiorcy właściwych usług i/lub produktów, w oczekiwanej ilości i odpowiedniej jakości, we właściwym miejscu i o właściwym czasie, przy jak najmniejszych kosztach.

Rozwiązanie tego problemu sprowadza się do opracowania metodyki projektowania organizacji przepływów pracy tzn. doboru firm partnerskich (dostawca, producent, dystrybutor), których zdolności produkcyjne, harmonogramy spływu produkcji, pozwalają na zrealizowanie wspólnych przedsięwzięć (zleceń produkcyjnych). Jej realizacja wymaga umiejętności szybkiej specyfikacji oraz oceny stopnia integracji wymagań narzucanych na realizację zlecenia produkcyjnego (np. wielkość dostaw surowców, wielkość partii produkcyjnych i transportowych, terminy realizacji, marszruta produkcyjna, koszty realizacji) z dysponowanym potencjałem firm partnerskich. Oznacza to, że mając z jednej strony zbiór przedsiębiorstw współpracujących o znanych zdolnościach produkcyjnych, ofertę usług i wyrobów, posiadane know-how, certyfikaty, itp., z drugiej zaś strony znając potrzeby

rynku (zlecenie produkcyjne) w zakresie wielkości i asortymentu oczekiwanej produkcji i/lub usług, poszukiwana jest odpowiedź na pytanie: czy istnieje taka organizacja przepływu produkcji w sieci przedsiębiorstw – kooperantów, która gwarantuje terminową realizację nowego zlecenia przy założonych kosztach, przy istniejących ograniczeniach zasobowych?

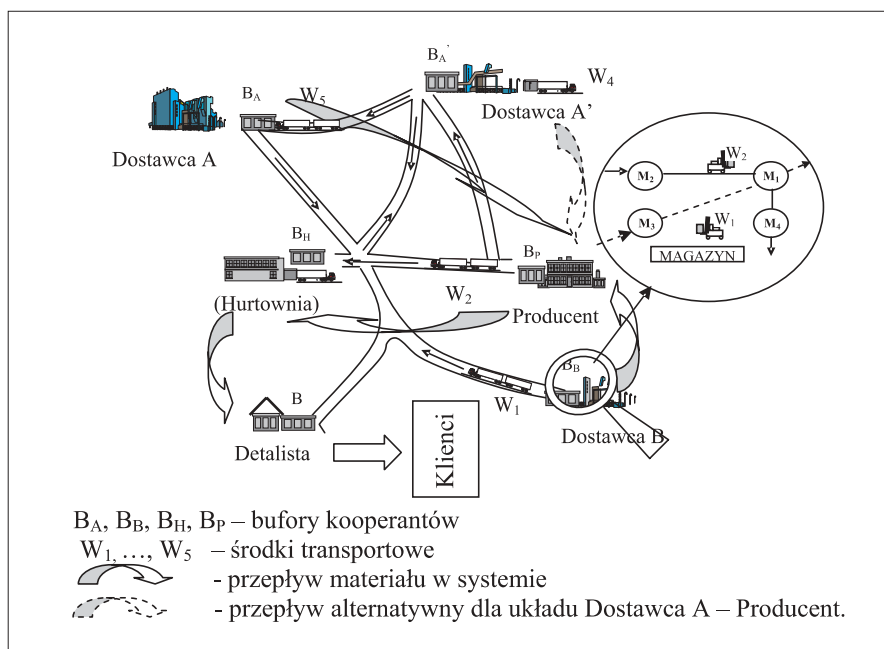
Prowadzone badania koncentrują się nad opracowaniem szeregu procedur zmierzających do tworzenia „idealnej” sieci kooperujących przedsiębiorstw, usprawnienia przepływu pracy w tej sieci w celu zwiększenia płynności i wydajności sieci, skrócenia cykli dostaw oraz zmniejszenia stanów zapasów w całym systemie, dzięki czemu do końcowego odbiorcy trafiają tańsze produkty. Tworzenie idealnej sieci wymaga propozycji mechanizmów zależności pomiędzy firmami składającymi do wchodzenia w skład łańcucha zależności kooperacyjnych, określanego w literaturze przedmiotu zintegrowanym łańcuchem dostaw [6]. Wymaga to podporządkowania swoich harmonogramów obciążeń, poziomu zapasów, cykli dostaw do wymagań łańcucha zależności. Przynajmniej w teorii możliwe jest tworzenie ogromnej sieci dostawców, producentów, dystrybutorów i klientów, dzięki której wszyscy jej uczestnicy zoptymalizowaliby swoją działalność pod kątem poziomu kosztów, zapasów i obciążenia swoich systemów, podobnie jak ma to miejsce w japońskich systemach Keiretsu [6].

Z uwagi na trudności w zarządzaniu takimi organizacjami zaproponowano rozwiązania zmierzające do usprawnienia procesu projektowania sieci oraz planowania przepływów

pracy w sieci. W pracy zwraca się szczególną uwagę na ograniczenia systemu w miejscu, gdzie osiągany jest maksymalny efekt (zasób krytyczny). Ograniczeniem tym może być, np. system transportu bądź jeden z kooperantów (np. montownia). Zgodnie z teorią ograniczeń (TOC – *theory of constraints*) wszystkie inne zasoby winny podporządkować swoje programy produkcji dla wspólnej realizacji przedsięwzięcia [2], [3]. Sprawne zarządzanie systemami wymaga również opracowania narzędzi pozwalających na szybkie, sprawne podejmowanie decyzji w obrębie działania całego łańcucha dostaw. Oznacza to konieczność sprawnego planowania operacyjnego zarówno na poziomie poszczególnych przedsiębiorstw, jak i całej sieci.

Model systemu dystrybucji

Możliwość projektowania organizacji oraz sposób zarządzania przepływem materiału w systemie, przy uwzględnieniu kluczowej roli wąskich gardeł, ilustruje poniższy przykład. W rozpatrywanym przypadku mamy do czynienia z dwupoziomową strukturą systemu. Pierwszy poziom stanowią systemy przedsiębiorstw partnerskich, na które składają się odpowiednio zbiory maszyn i urządzeń, zbiory magazynów przy stanowiskowych o określonych pojemnościach oraz systemy transportu wewnątrzzakładowego (zbiór wózków samojezdnych, struktura tras, itd.). Drugi poziom oznacza system składający się ze zbioru kooperujących przedsiębiorstw, wchodzących w skład kanału dystrybucji, połączonych podsystemem transportowym i informacyjnym (EDI – Electronic Data Interchange) (rys.1). Znane są jej ograniczenia zadane: topologią tras (lądowych, morskich, lotniczych), środkami transportu (ilość, pojemność, czas i koszt przejazdu), pojemnościami magazynów przedsiębiorstw, zdolnościami produkcyjnymi przedsiębiorstw.



Rys. 1. Struktura systemu dystrybucji

Realizowane w sieci zlecenia produkcyjne specyfikowane są wielkością planowanej produkcji, zadaniem terminem jej ukończenia oraz kosztami wykonania. Sposób realizacji zlecenia specyfikuje wektor, którego elementy określają cząstkowe procesy technologiczne procesu produkcyjnego, determinujące przepływy materiału w poszczególnych przedsiębiorstwach. Elementem integrującym zadania transportu w sieci jest podsystem transportowy (firma dystrybucyjna).

Sformułowanie problemu

W ogólnym przypadku problem sprowadza się do poszukiwania odpowiedzi na pytanie: czy istnieje taka organizacja przepływu materiału w systemie przedsiębiorstw realizujących zadania cząstkowe procesu produkcji, która gwarantuje terminową realizację zleceń przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń systemu (zdolności produkcyjnych, logistycznych, kosztowych, finansowych)? Wymaga to odpowiedzi na szereg szczegółowych pytań:

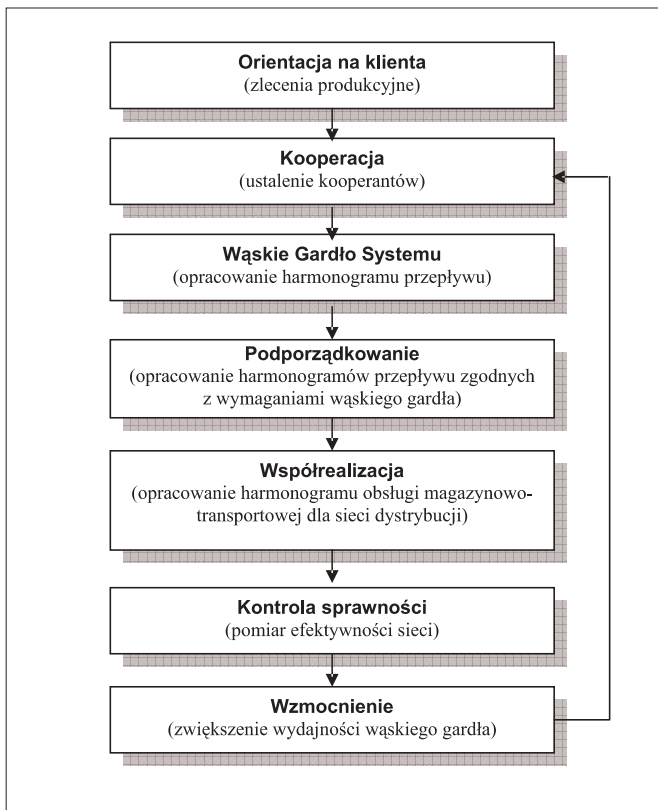
- czy zdolności produkcyjne przedsiębiorstw pozwalają na realizację zadań cząstkowych (podprocesów) wspólnie realizowanego zlecenia

w zadanym horyzoncie czasu

- czy struktura dostępnych zdolności produkcyjnych przedsiębiorstw w czasie pozwala na realizację nowego zlecenia z uwzględnieniem następstwa operacji
- czy dostępny system transportu, przy danej strukturze tras jezdnych, pozwala na obsługę przepływu produkcji w systemie
- w jaki sposób zagwarantować największą wydajność sieci dystrybucji (szybkość z jaką generuje jednostki celu)?

Planowanie przepływu materiału w systemie

Proponowana koncepcja zakłada kluczową rolę wąskiego gardła w systemie (w sytuacji kiedy ograniczenia w produkcji nie stanowi popyt na rynku). Wówczas planowanie organizacji przepływu materiału w systemie kooperujących firm opiera się na wyodrębnieniu zasobu krytycznego, a następnie podporządkowaniu programów produkcji pozostałych uczestników procesu wytwórczego pracy wąskiego gardła systemu. Takie podejście gwarantuje najefektywniejsze wykorzystanie systemu jako całości. Niestety, może to oznaczać potrzebę pra-



Rys. 2. Szkic metodyki planowania przepływu materiału w sieci dystrybucji

cy innych firm przy niepełnym wykorzystaniu zdolności produkcyjnych. Zapewnia jednak względną stabilność obciążenia zleceniami realizowanymi przez sieć, co może wpływać na umocnienie związków firm – kooperantów. Wzrost wydajności systemu limitowanego wąskim gardłem osiągnąć jest poprzez „wzmocnienie” wąskiego gardła [2]. Dość istotnym problemem jest rola systemu zarządzania i jego lokalizacji. Rozwiązanie może przynieść rozczłonkowana grupa współdziałających ze sobą aplikacji, które w ramach dostępnych informacji, płynących z przedsiębiorstw, generują programy obciążeń poszczególnych firm i są podporządkowane planom całego łańcucha dostaw.

W proponowanym podejściu rozpatrywanie problemu przebiega w strukturze hierarchicznej, gdzie najpierw rozwiązywane jest zadanie planowania przepływu w łańcuchu dostaw, z uwzględnieniem roli zasobu krytycznego, a następnie dla wyznaczonego planu produkcyjnego rozwiązywane są zadania planowania przepływu w firmach kooperacyjnych. W sytuacji projektowania sieci istnieje potrzeba poszukiwania firm (partnerów) o wystarczających zdolnościach produkcyjnych, a następnie opracowania dopuszczalnych ich harmonogramów produkcji. W ostateczności rozwiązaniem jest dopuszczalny harmonogram obsługi magazynowo – transportowej, gwarantujący założony harmonogram sieci z „wąskim gardłem”.

Szkic takiej metodyki został pokazany na poniższym

przykładzie. Etapy postępowania prezentuje rys. 2. Przykład zastosowania przedstawionej procedury zilustrowano na przykładzie sieci dystrybucji (rys. 1). Zakłada się, że planowana jest realizacja zlecenia produkcyjnego ZP określonego przez wielkość produkcji $Q=50$ sztuk w terminie $TE = 400$ umownych jednostek czasu. Planowane zlecenie realizowane jest przez sieć przedsiębiorstw, odpowiednio dostawcy A (lub dostawcy A”) i dostawcy B, Producenta i Dystrybutora (Hurtownia i Detalista). Schemat przepływu materiału zilustrowano na rys. 3. Realizacja zlecenia w sieci odbywa się przy swobodnym przepływie informacji między kontrahentami. Najczęściej wymaga to udziału nadrzędnej aplikacji klasy SCM (*Supply Chain Management*) [6], bazującej na lokalnym oprogramowaniu firm kooperantów, sterującej przepływem w całej sieci, przy uwzględnieniu lokalnych ograniczeń.

Producent jest przedsiębiorstwem, w którym dochodzi do montażu elementów spływających z firmy A (lub firmy A”) i firmy B, następnie obróbki złożonego elementu. Planowane zlecenie dekomponuje się na zbiór podzleceń realizowanych u kontrahentów. Szczegółową specyfikację realizacji procesów w firmie A, firmie A”, firmie B oraz firmie M (producent) przedstawiają macierze procesów [3] odpowiednio $P_A, P_{A'}, P_B$ i P_M . Zakłada się, że element gotowy składa się z jednego elementu pochodzącego z firmy A (lub firmy A”) i jednego elementu z firmy B. Macierz procesu opisuje kolejność realizacji operacji na zasobach M_i firmy oraz specyfikuje czas realizacji operacji i czas przygotowaw-

$$P_A = \begin{bmatrix} M2 & M5 \\ 1 & 3 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}, P_{A'} = \begin{bmatrix} M1 & M4 \\ 2 & 8 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}, P_B = \begin{bmatrix} M1 & M4 \\ 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, P_M = \begin{bmatrix} M2 & M3 \\ 1 & 4 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

czo – zakończeniowy, odpowiedni dla danego zasobu.

gdzie: M_i – stanowią i-te zasoby produkcyjne przedsiębiorstw (kooperantów)

W rozpatrywanym przypadku magazyny firm A i B odpowiednio BA, BB mają te same pojemności równe 20 sztukom wyrobów (półwyrobów) planowanej produkcji. Magazyn BM wejściowy ma pojemność 16 sztuk, zarezerwowaną dla wyrobów pochodzących z firm A i B. Magazyn wyjściowy producenta pozwala na zgromadzenie 8 wyrobów gotowych. Dystrybutor dysponuje siecią magazynów o łącznej pojemności 50 sztuk. Sieć dystrybutora dostarcza na bieżąco wyroby gotowe klientom. Oznacza to, że rynek nie stanowi ograniczenia. Zatem celem planowania realizacji zlecenia w sieci jest uzyskanie jak najwyższej przepustowości na wyjściu łańcucha dostaw (liczba wyrobów gotowych/u.j.c), przy niskich stanach magazynowych w poszczególnych magazynach łańcucha dostaw.