

Sebastian Saniuk
Uniwersytet Zielonogórski

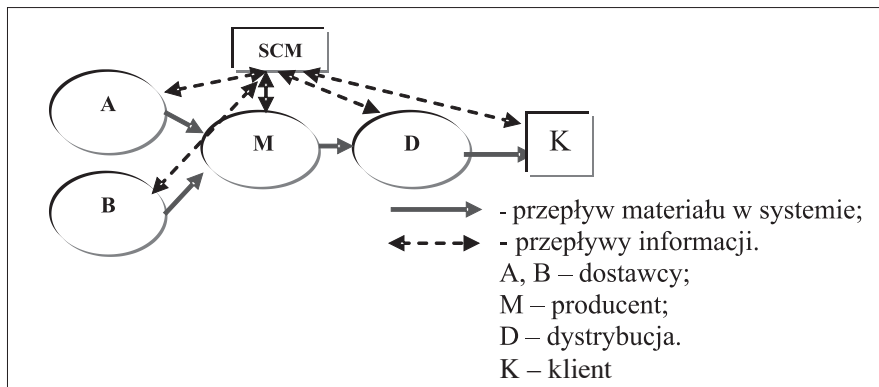
Planowanie przepływu materiału w systemach outsourcingu (cz. 2)

Firmy obsługiwane są przez przedsiębiorstwo transportowe, zapewniające obsługę przepływów realizowanych pomiędzy firmami. Pojemność dostępnych pojazdów, odpowiednio, W1, W2 i W3 są takie same i wynoszą 8 sztuk wyrobów gotowych. Zadane czasy przejazdu pojazdów transportowych (w umownych jednostkach czasu) przedstawia tabela 1.

Planowanie przepływu w firmach partnerskich

Proces planowania rozpoczyna się od ustalenia kooperantów, zdolnych do realizacji części procesu produkcyjnego wyrobu (ustalenie poddostawców) lub sprawdzenia zdolności produkcyjnych współpracujących aktualnie poddostawców. Obraz obciążenia systemów kooperantów, przed alokacją nowego procesu, pozwala na wyznaczenie najsłabszego ogniwa (wąskiego gardła sieci), które wpływa na przepustowość systemu. Stanowi go przedsiębiorstwo o najmniejszych dysponowanych zdolnościach produkcyjnych, wymaganych do zrealizowania nowego procesu. W rozważanym przypadku przedsiębiorstwem, które stanowi ograniczenie w przepustowości sieci, jest producent. Oznacza to, że generuje najmniejszą liczbę elementów na umowną jednostkę czasu. Dla wyznaczenia dopuszczalnego harmonogramu produkcji posłużono się metodyką przedstawioną m.in. w pracach [3], [4].

Na podstawie struktury obciążenia maszyn i urządzeń oraz występujących w systemie firmy ograniczeń sprawdzana jest możliwość realizacji dodatkowego procesu. Rozpatrywane ograniczenia stanowią: pojemności magazynów międzyoperacyjnych, pojemność magazynu wyrobów gotowych, przepustowość systemu transportu wewnątrzzakładowego – liczba i pojemności wózków AGV, struktura tras jezdnych, prędkość wózków, itd.



Rys. 3. Schemat przepływu materiału w sieci dystrybucji

[4]. W wyniku weryfikacji wyznaczony jest zbiór wariantów dopuszczalnych. Jeden z wariantów dopuszczalnego przepływu produkcji w systemie firmy M przedstawia rys. 4. W systemie firmy M proces można zrealizować z partią produkcyjną wielkości $b_M=4$ i okresem dostaw partii produkcyjnych $T=16$. Oznacza to dostarczenie do magazynu wyjściowego firmy M, co 4 u.j.c. (umownych jednostek czasu) wyrobu gotowego (wspólny okres pracy systemu stanowi również 16 u.j.c.). Cykliczność pracy firmy M narzuca więc wymagania obciążenia systemów firm A i B oraz obsługi transportowej pomiędzy firmami. Znając organizację przepływu firmy M poszukiwani są kooperanci gwarantujący swoimi zdolnościami produkcyjnymi obsługę zakładanego programu produkcji.

W rozpatrywanym przypadku mamy do czynienia z trzema firmami: Firmą A, Firmą A' oraz Firmą B. Weryfikacja realizacji procesu w firmie A' zakończyła się niepowodzeniem; w rezultacie do realizacji procesu przyjęto firmy A i B, które pozytywnie przeszły proces weryfikacji. Na podstawie zdolności produkcyjnych i istniejących ograniczeń systemu firmy M z drugiej, ustalane są dopuszczalne przepływy produkcji partnerów (faza podporządkowania). Jak łatwo zauważyć, harmonogram firmy M wymaga dostarczania minimum 4 jednostek elementów produkowanych w firmie A i firmie B z okresem 16 u.j.c., co zapewni nieprzerwaną pracę firmie M.

Na rys. 5 i 6 zilustrowano po jednym z diagramów dopuszczalnych przepływu, odpowiednio firm A i B. Propozycję wariantów dopuszczalnych firm A i B, gwarantujących produkcję wymaganą dopuszczalnym harmonogramem producenta ustalono za pomocą metodyki przedstawionej m.in. w pracach [3], [4]. Komputerowa im-

Weryfikacja realizacji procesu w firmie A' zakończyła się niepowodzeniem; w rezultacie do realizacji procesu przyjęto firmy A i B, które pozytywnie przeszły proces weryfikacji. Na podstawie zdolności produkcyjnych i istniejących ograniczeń systemu firmy M z drugiej, ustalane są dopuszczalne przepływy produkcji partnerów (faza podporządkowania). Jak łatwo zauważyć, harmonogram firmy M wymaga dostarczania minimum 4 jednostek elementów produkowanych w firmie A i firmie B z okresem 16 u.j.c., co zapewni nieprzerwaną pracę firmie M.

Tab. 1. Maszrutry transportowe

Pojazd	Trasy (czas przejazdu w u.j.c.)		
W ₁	Dostawca A – Producent (5)	Producent – Dostawca A' (5)	Dostawca A' – Dostawca A (4)
W ₂	Dostawca B – Producent (5)	Producent – Dostawca B (5)	
W ₃	Producent – Dostawca A' (4)	Dostawca A' – Producent (4)	

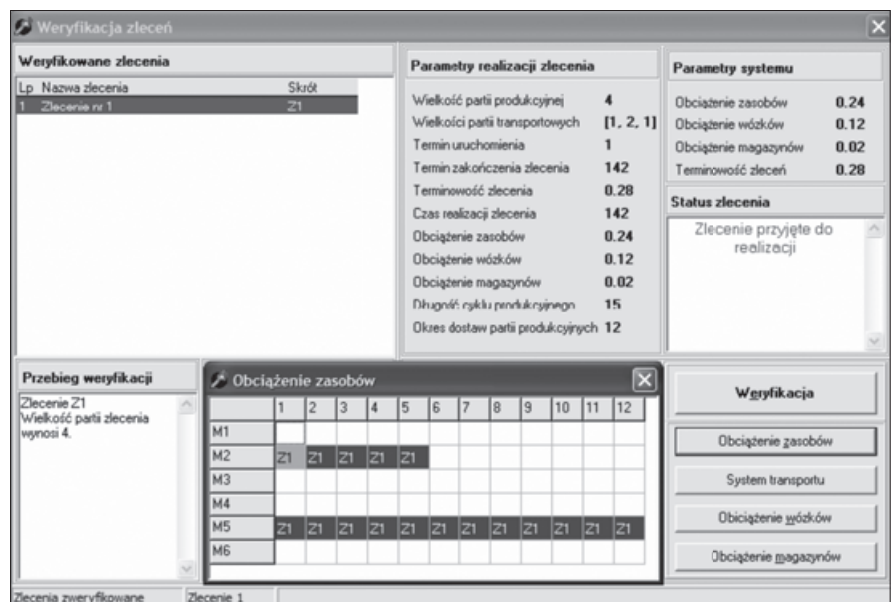
plementacja tej metodyki znajduje się na internetowych stronach pod adresem www.iizp.uz.zgora.pl. Opracowane harmonogramy firm A i B pozwalają zrealizować wymaganą liczbę elementów, która zapewni ciągłość produkcji firmy M. Firma A wytwarza 4 elementy z okresem 12 u.j.c., zaś firma B wytwarza 5 elementów z okresem 10 u.j.c. pracy systemu.

Planowanie przepływu w sieci

Realizacja zlecenia w sieci wymaga sprawdzenia jej możliwości ze względu na system transportu zewnętrznego i dysponowane pojemności magazynów. Celem planowania przepływu pomiędzy firmami jest wyznaczenie dopuszczalnego wariantu (zbioru wariantów) obsługi transportowo – magazynowej firm partnerskich zgodnie z zasadą, aby wszystko to, co powinno trafić w odpowiednim czasie, w odpowiedniej ilości, w odpowiednie miejsce. Oznacza to przydział zadań transportowych dysponowanym środkiem transportu oraz wyznaczenie wielkości partii transportowych, które gwarantują niezakłócony przepływ produkcji w systemie [5]. Planowanie odbywa się przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń przyjętych w przykładzie. Ze względu na złożoność kombinatoryczną badanego problemu do znalezienia rozwiązania można wykorzystać techniki wywodzące się z klasy metod programowania matematycznego oraz z klasy metod programowania w logice ograniczeń (CP – Constraints Programming) [1].

Ograniczenia, wraz z danymi wejściowymi (ilość, wydajność i pojemność magazynów firm, ładowność i ilość pojazdów, dostępna struktura tras wraz z czasami przejazdów), zostały wprowadzone do opracowywanej implementacji wykorzystującej program OZ Mozart (rys. 7). Po przeprowadzeniu obliczeń otrzymano plan obsługi transportowo – magazynowej. Harmonogram ten stanowi jedno z dopuszczalnych rozwiązań przepływu materiału pomiędzy kooperantami.

Poprawę wydajności systemu kooperacji można osiągnąć poprzez

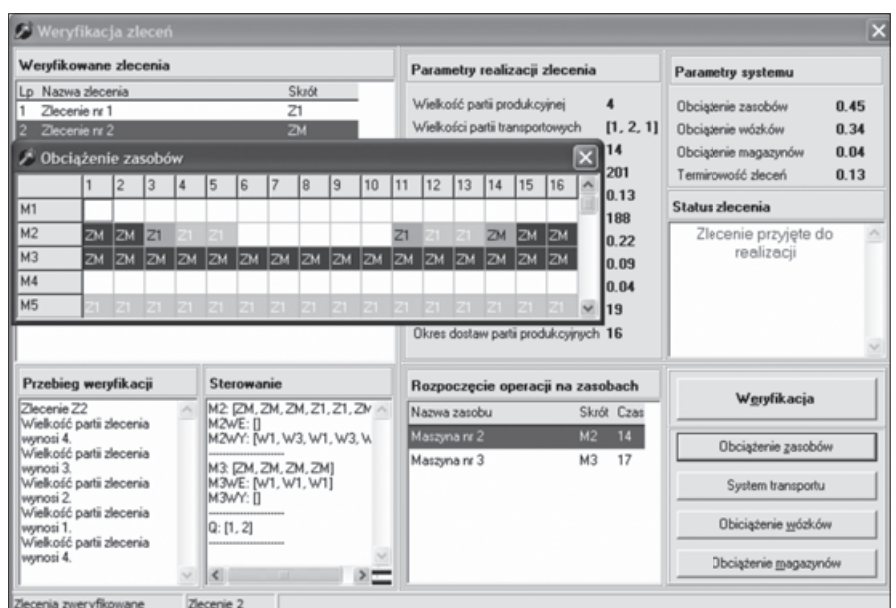


Rys. 5. Diagram przepływu procesu P_A w firmie A

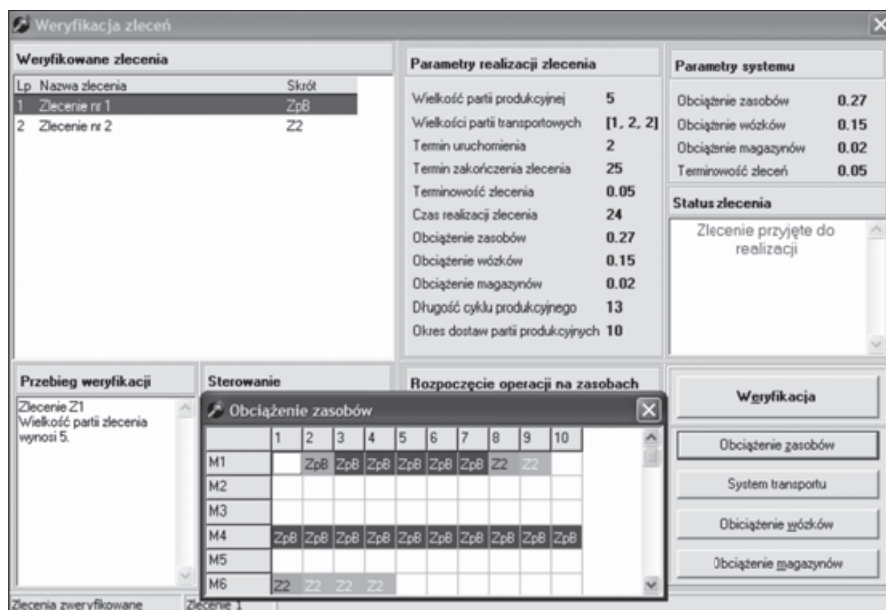
wzmocnienie najsłabszego ogniwa organizacji. Inwestycja w poprawę przepustowości zasobu krytycznego gwarantuje zwiększenie przepustowości w całym systemie, naturalnie w sytuacji braku zmian w lokalizacji wąskiego gardła sieci. Każda zmiana w wydajności wąskiego gardła wymaga jednak ponownego sprawdzenia kooperantów, ich zdolności produkcyjnych, przepustowości systemu transportu i magazynowania. Sprawne działanie takiego systemu planowania wymaga opracowania procedur szybkiej oceny możliwości realizacji zleceń, tak przez poszcze-

gólnych producentów (kooperantów), jak i przez system transportowy realizujący przepływ pomiędzy partnerami kooperacji.

Proponowane podejście dotyczy projektowania i organizacji systemów kooperacji, bądź wirtualnych organizacji, przy uwzględnieniu ograniczeń systemu. Proponowana koncepcja planowania organizacji przepływu zakłada uzyskanie wysokiej wydajności systemu poprzez proces ciągłego usprawniania – podporządkowanie procesu produkcyjnego wąskiemu gardłu (jednej z firm), a następnie



Rys. 4. Okno weryfikacji realizacji procesu PM oraz diagram dopuszczalnego rozwiązania z partią $bM = 4$ w firmie M



Rys. 6. Diagram przepływu procesu P_B w firmie B

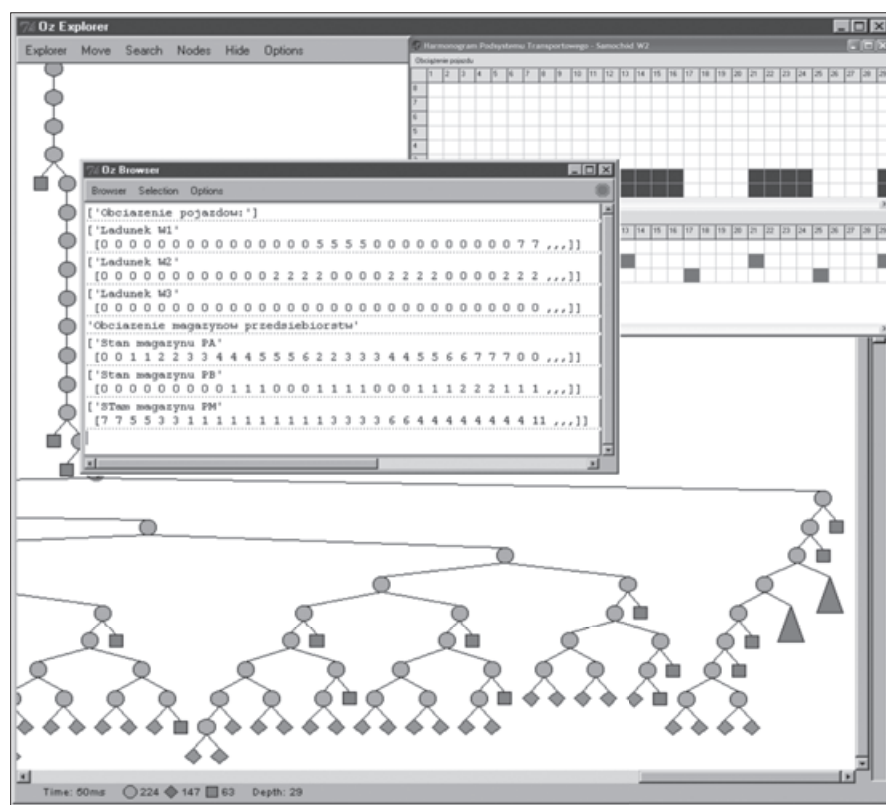
jego wzmocnieniu. Swoboda wejścia – wyjścia z systemu sprzyja zwiększaniu jego przepustowości poprzez dobór nowych kontrahentów, zdolnych sprostać sukcesywnie zwiększającym wymaganiom systemu. Proponowana koncepcja w zamyśle stanowi uzupełnienie systemów zarządzania łańcuchami dostaw (SCM) o teorię ograniczeń pomocną w szczególności

w projektowaniu i organizacji sieci dystrybucji. Proponuje też wykorzystanie w wariantowaniu obciążenia systemu technik programowania w logice ograniczeń (CP – Constraints Programming).

Prezentowane podejście rodzi również wiele nowych, otwartych problemów. Spośród ważniejszych z nich należy tu wymienić problem oceny

inwestycji w wąskie gardło, szacowania kosztów realizacji wspólnego przedsięwzięcia, oceny dostępności zasobów finansowych wymaganych do realizacji zlecenia, doboru kontrahentów, a także problem komputerowej implementacji procedury wariantowania sposobów wspólnej realizacji zleceń. Istotnym problemem jest tworzenie mechanizmów skłaniających kooperantów do dostosowania się do wymogów pracy w łańcuchu zależności, otwartości na zmiany i podporządkowanie zgodnie z zasadą „lepiej razem niż osobno”.

Znajomość zależności występujących w organizacji przepływu materiału, informacji, finansów pomiędzy kooperującymi firmami stanowi również fundament rozwoju wirtualnych organizacji szczególnie w dobie rozwoju sieci teleinformatycznych, postępującej globalizacji, wąskiej specjalizacji wytwarzania. Stąd potrzeba opracowywania narzędzi informatycznych, wspomagających planowanie produkcji w ramach geograficznie rozmieszczonych przedsiębiorstw realizujących wspólne zadania produkcyjne.



Rys. 7. Ilustracja rozwiązania dopuszczalnego

LITERATURA:

1. Bzdrya K., Banaszak Z.: Decision Support in Production Flow Planning Based on Constraint Programming, 6th Workshop of Constraint Programming for Decision and Control, Silesian University of Technology, June 29th 2004, Gliwice, Poland, s. 15-19
2. Goldratt E, Cel, Werbel Warszawa 2000.
3. Saniuk S., Banaszak Z., Podejmowanie decyzji o realizacji nowowprowadzanych zleceń w warunkach konkurencji, //Inżynieria Maszyn.- Wirtualne systemy produkcyjne.- 2002, Vol. 7, z. 4, s. 32–39.
4. Saniuk S., Algorytmy planowania przepływu produkcji w warunkach występowania deterministycznych ograniczeń logistycznych, Praca Doktorska, Politechnika Warszawska, 2000.
5. Saniuk S., Banaszak Z., Saniuk A., Planowanie produkcji w systemach geograficznie rozmieszczonych przedsiębiorstw w warunkach ograniczeń logistycznych, Prace naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatykcji PWr, 2003, s. 395-405.
6. Witkowski J., Zarządzanie łańcuchem dostaw, PWE – 2003 r.