

SYSTEMY ZAAWANSOWANEGO PLANOWANIA I HARMONOGRAMOWANIA W ZARZĄDZANIU ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Jacek RUDNICKI

Streszczenie: W referacie omówiono podstawowe cechy systemów zaawansowanego planowania i harmonogramowania produkcji i ich zastosowanie w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Podkreślono przewagę tych systemów nad systemami ERP, między innymi w zakresie możliwości analitycznych. Przedstawiono także lokalizację tych systemów na mapie technologii informatycznej łańcucha dostaw oraz możliwości ich współdziałania w zarządzaniu łańcuchem dostaw.

Słowa kluczowe: zaawansowane planowanie, zarządzanie łańcuchem dostaw

1. Wprowadzenie

O sukcesie łańcuchów dostaw decyduje usatysfakcjonowanie klienta ostatecznego. Dostawa właściwego produktu, we właściwym czasie i po odpowiedniej cenie jest nie tylko podstawowym kryterium konkurencyjności łańcucha dostaw, ale także kluczem do przetrwania dla uczestników danego łańcucha dostaw. Czyli, usatysfakcjonowanie klienta i zrozumienie rynku są krytycznymi elementami, które należy rozpatrywać przy ustalaniu nowej strategii łańcucha dostaw oraz jego modelu, a także przy doborze metod i narzędzi wspomagających zarządzanie łańcuchem dostaw. Tylko gdy ograniczenia oraz wymogi danego rynku zostaną rozpoznane, przedsiębiorstwo będzie w stanie zaspokoić wymogi zarówno łańcucha dostaw (efektywność) i klienta (usatysfakcjonowanie).

Dysponowanie właściwymi informacjami, o właściwej jakości, we właściwym czasie i miejscu jest kluczowe dla wyników działania danego łańcucha dostaw gdyż na ich bazie menedżerowie łańcuchów dostaw podejmują odpowiednie decyzje. Z kolei, warunki te mogą zostać spełnione tylko przy wykorzystaniu nowoczesnej technologii informatycznej.

Technologia informatyczna (*IT – information technology*) wspomagająca zarządzanie łańcuchem dostaw obejmuje narzędzia (hardware & software) służące do pozyskania oraz analizy informacji dla podejmowania najkorzystniejszych decyzji dla danego łańcucha dostaw. Informacje odnośnie popytu, zapasów, wymaganej produkcji, wysyłki oraz ograniczeń sprawiają, że łańcuch dostaw staje się bardziej przejrzysty dla zarządzającego i może on podejmować decyzje, które są korzystne zarówno dla danego przedsiębiorstwa, jak i dla całego łańcucha dostaw.

Jednym z narzędzi technologii informatycznej wspomagającej zarządzanie łańcuchem dostaw są systemy zaawansowanego planowania i harmonogramowania (*APS systems – Advanced Planning and Scheduling systems*). Systemy APS zwykle się porównywało z innym narzędziem IT, a mianowicie systemami ERP (*Enterprise Resources Planning*). Również w niniejszym referacie analizę systemów APS w zarządzaniu łańcuchem dostaw, przeprowadzono w porównaniu z systemami ERP.

2. Analiza systemów IT łańcucha dostaw w układzie zakres – poziom zarządzania

Systemy technologii informatycznej można rozpatrywać według zakresu faz łańcucha dostaw, który one obejmują oraz według poziomu zarządzania na którym dany system działa. Lokalizację systemów na mapie technologii informatycznej łańcucha dostaw opracowanej w oparciu o macierz pierwszy raz zaprezentowaną w [1] i wykorzystaną w [5], przedstawiają rysunki 1 i 4.

Systemy IT o najszerszym zakresie są zdolne wspomagać podejmowanie decyzji w oparciu o informacje ze wszystkich faz łańcucha dostaw (**dostawca, producent, dystrybutor, detalista, klient**). Natomiast systemy o wąskim zakresie ukierunkowane są tylko na jedną z faz łańcucha dostaw. Istnieją zarówno systemy IT o wąskim zakresie, dostarczające na przykład poziomy zapasów dla określonej hurtowni lub harmonogramy produkcji dla określonego przedsiębiorstwa, jak i systemy o kompleksowym zakresie, które uwzględniając popyt, poziomy zapasów i harmonogramy zakładów w całej sieci ustalają co należy zaplanować do produkcji w oparciu o zamówienia i zapasy daleko w dół strumienia dostaw.

Z kolei w zależności od poziomu zarządzania dla którego system IT jest wykorzystywany możemy wyróżnić systemy IT dla podejmowania decyzji strategicznych, planistycznych i operacyjnych w łańcuchu dostaw.

Decyzje strategiczne obejmują horyzont kilku lat w których menedżerowie muszą określić jakie produkty produkować, ile zakładów posiadać, gdzie powinny zostać zlokalizowane, jaki rodzaj systemu dystrybucji zastosować, które funkcje wykonywać w przedsiębiorstwie a które przekazać na zewnątrz i na jaki typ popytu ukierunkowywać się. Do decyzji strategicznych należą oczywiście decyzje związane z zaprojektowaniem łańcucha dostaw (liczba wymaganych zakładów produkcyjnych oraz hurtowni, ich wielkość i lokalizacja, a także przypisanie klienta do każdej z nich). Systemy IT wykorzystywane na tym poziomie są w dużej mierze analityczne, ukierunkowane głównie na analizowanie, a mniej na gromadzenie informacji.

Decyzje planistyczne obejmują horyzont od kilku miesięcy do jednego roku. Celem decyzji planistycznych jest przydział dostępnych zasobów dla najlepszego zaspokojenia przyszłego popytu. Należy zdecydować jakie ilości każdego typu produktu produkować i gdzie. Menedżerowie muszą określić zagregowane wielkości przesyłane przez różne kanały dystrybucji do różnych typów klientów. Wymagane informacje na tym poziomie to koszty, zdolności produkcyjne i zagregowany popyt w horyzoncie planowania. Również stosowane na tym poziomie planistyczne systemy IT ukierunkowane są raczej na analizowanie informacji, a mniej na ich gromadzenie.

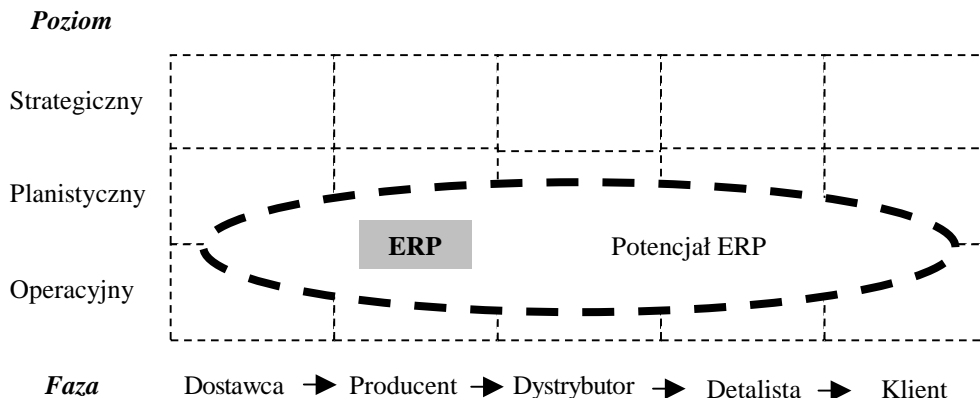
Decyzje operacyjne. Na tym poziomie systemy IT mają na celu egzekucję planów i polityk zdefiniowanych wcześniej. Systemy IT poziomu operacyjnego wykorzystuje się przy opracowaniu tygodniowych harmonogramów produkcji i dostaw. Na tym poziomie wymaganych jest mniej analitycznych działań, szczególnie gdy zostaną już ustalone harmonogramy. Operacyjne systemy IT koncentrują się głównie na egzekucji i rejestracji transakcji i są wykorzystywane przez pracowników wydziałów produkcyjnych oraz harmonogramujących dostawy, którzy są bezpośrednio zaangażowani w egzekucję transakcji łańcucha dostaw. Z kolei, informacje zbierane na tym poziomie są podstawą decyzji planistycznych oraz strategicznych.

Dany system IT może być zorientowany na jeden poziom decyzyjny i jedną fazę łańcucha dostaw lub też obejmować więcej poziomów i faz łańcucha dostaw. Systemy APS należy zaliczyć do systemów poziomu planistycznego zorientowanych na określoną fazę łańcucha dostaw np. producenta.

3. Systemy ERP

W rozwoju technologii informatycznej zarządzania łańcuchem dostaw systemy ERP (*Enterprise Resources Planning*) zajmują szczególne miejsce. Po pierwsze, systemy te umożliwiają najszerszy zakres integracji funkcji danego przedsiębiorstwa oraz najszerszy potencjalnie zakres integracji faz łańcucha dostaw.

Systemy ERP należy zaliczyć do planistyczno - operacyjnych systemów IT, które zbierają informacje ze wszystkich funkcji przedsiębiorstwa. Systemy ERP monitorują materiały, zlecenia, harmonogramy, zapasy wyrobów gotowych i inne informacje w całej organizacji. Główną zaletą systemów ERP w porównaniu z dawnymi systemami IT, które koncentrowały się na jednej funkcji przedsiębiorstwa, jest ich bardzo duży zakres, co zapewnia podejmowanie lepszych decyzji łańcucha dostaw (por. rys.1).

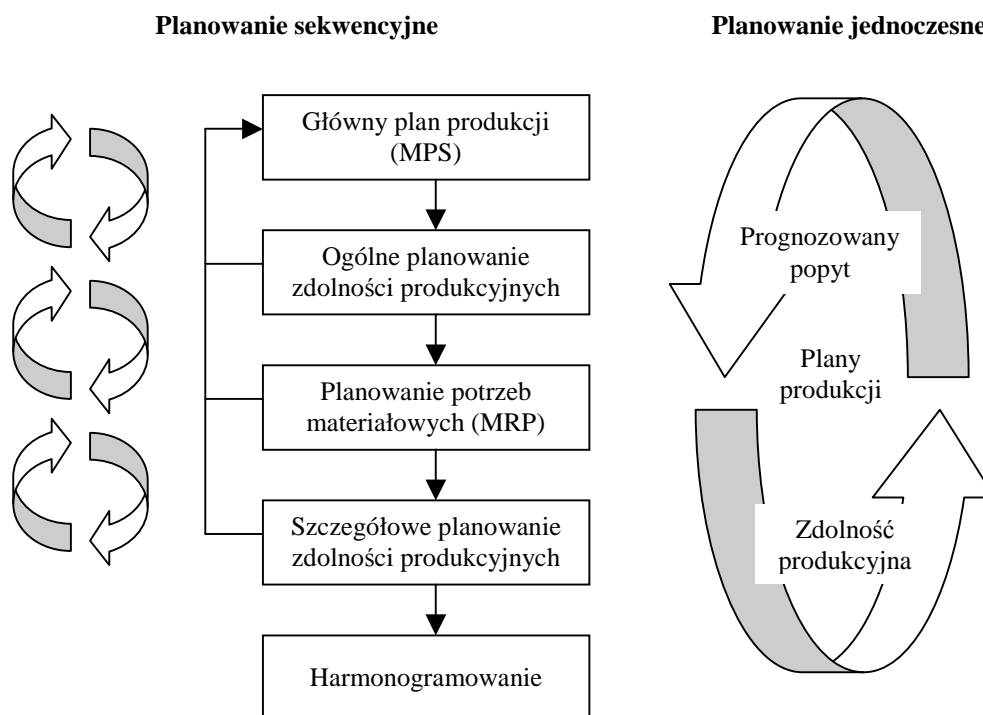


Rys. 1. Zakres systemu ERP
(źródło: opracowanie własne na podstawie [5])

Systemy ERP są skuteczne w monitorowaniu transakcji, ale brak im zdolności do określania najkorzystniejszych transakcji. Dlatego dostawcy ERP dołączają coraz częściej wybrane moduły analityczne do swoich systemów. Mimo to, obecnie oferowane systemy mają raczej ograniczone możliwości analityczne. Posiadają natomiast, szerokie możliwości poziomej integracji faz łańcucha dostaw. Systemy ERP stwarzają szansę dla wymiany danych między firmami, tak aby menedżerowie mieli przejrzystość w przekroju całego łańcucha dostaw. Jednak, niewiele przedsiębiorstw osiągnęło ten stopień zaawansowania wdrożenia.

Systemy ERP, oprócz ograniczonych możliwości analitycznych, wykazują także inne słabości:

- charakteryzują się sekwencyjnym planowaniem potrzeb materiałowych i zdolności produkcyjnych (por. rys 2).
- dostępna oferta (*ATP – available to promise*) w systemach ERP jest statyczna, gdyż jest ustalana na podstawie ostatniego planu. ERP przy ustalaniu ATP uwzględnia jedynie zapas bez uwzględniania zdolności produkcyjnych, czyli nie może potwierdzać realnych dat wymaganych przez klienta.
- ERP w oparciu o proste algorytmy (MRP) ustala możliwy plan bez poszukiwania najlepszego planu.



Rys.2. Sekwencyjne i jednoczesne planowanie produkcji i zdolności produkcyjnej (źródło: opracowanie własne)

4. Systemy zaawansowanego planowania i harmonogramowania

Systemy zaawansowanego planowania i harmonogramowania APS generują optymalne plany i harmonogramy determinujące co i ile należy robić, gdzie i kiedy oraz jak to robić biorąc pod uwagę zdolności operacyjne zakładu, dostępność materiałów przy uwzględnieniu celów biznesowych. APS mogą także obejmować funkcje strategicznego planowania łańcucha dostaw, planowania zapasów, i ustalania realnej dostępnej oferty (ATP).

Genezy zaawansowanego planowania i harmonogramowania można doszukać się w zaawansowanym zagregowanym planowaniu produkcji [2], koncepcji i systemie OPT oraz teorii ograniczeń Goldratt'a [3,4].

Teoria ograniczeń bazuje na następującej pętli:

1. Rozpoznanie ograniczeń w systemie
2. Decyzja o sposobie najefektywniejszego wykorzystania ograniczenia
3. Podporządkowanie wszystkich działań decyzji 2
4. Zwiększenie efektywności systemu (likwidacja wąskiego gardła)
5. Ciągła poprawa – powrót do punktu pierwszego.

Zarządzanie bazujące na ograniczeniach pozwala tworzyć oraz aktualizować plany i harmonogramy z uwzględnieniem rzeczywistych stanów, a nie tak jak to ma miejsce w tradycyjnych systemach planowania dla oczekiwanych stanów.

Systemy APS są wysoce analityczne i wykorzystują zaawansowane, wyszukane algorytmy bazujące na programowaniu liniowym czy algorytmach genetycznych. Systemy

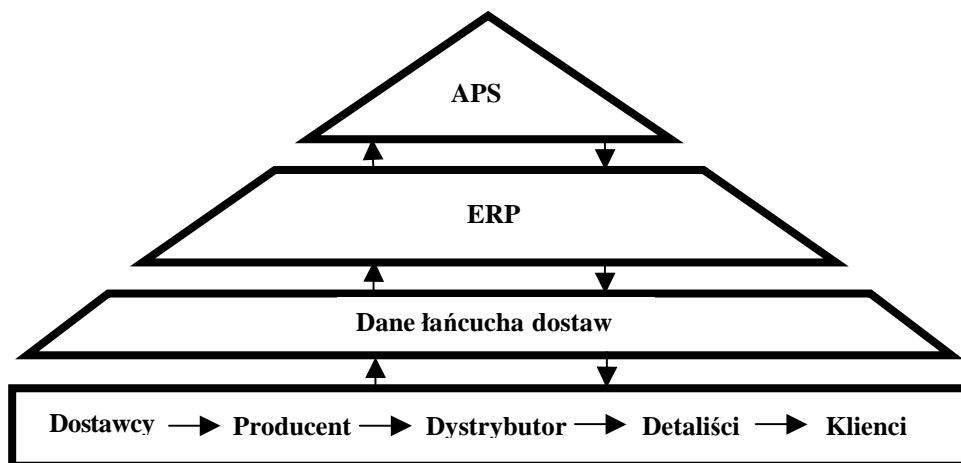
APS prowadzą tzw. harmonogramowanie skończone (*finite scheduling*), to znaczy harmonogramowanie przy równoczesnym uwzględnianiu dysponowanych zdolności produkcyjnych.

Systemy APS mogą być użyte dla opracowania szczegółowych harmonogramów produkcji w zakładach, dla planowania produkcji i dla planowania łańcucha dostaw dla zaspokojenia popytu przy optymalizacji wykorzystania zasobów produkcyjnych, dystrybucyjnych i transportowych. System APS dla danego popytu ustala ograniczenia systemu produkcyjnego, które mogą być wewnętrznymi lub zewnętrznymi. Zewnętrzne ograniczenia danego systemu produkcyjnego mogą występować w różnych fazach łańcucha dostaw włączając także systemy transportowe. Z kolei ograniczeniami wewnętrznymi będą: zdolność produkcyjna zdeterminowana przez wąskie gardła systemu, dostępność materiałów oraz czasy dostaw. Dla danego popytu i przy danych ograniczeniach oraz stanu systemu, system APS generuje optymalny plan i harmonogram produkcji.

Zaawansowane systemy planowania i harmonogramowania przy ustalaniu dostępnej oferty (ATP) dają realne podstawy do potwierdzenia daty realizacji zlecenia klientowi, gdyż uwzględniają oprócz zamówień klientów i zapasu, także zdolności produkcyjne. Aby realizować powyższe funkcje systemy APS wymagają akuratach danych z poziomu operacyjnego, a te mogą dostarczać systemy ERP.

5. Integracja systemu APS z systemami ERP

Systemy APS umożliwiają analizę i planowanie zapasów oraz przepływów w danym łańcuchu dostaw i dzięki temu łańcuch dostaw składający się z kilku przedsiębiorstw może być planowany i koordynowany centralnie. W tym celu systemy APS mogą i powinny współdziałać z systemami ERP, które dostarczają dane z poziomu transakcyjnego (por. rys.3).



Rys. 3. Integracja systemów APS i ERP
(źródło: opracowanie własne)

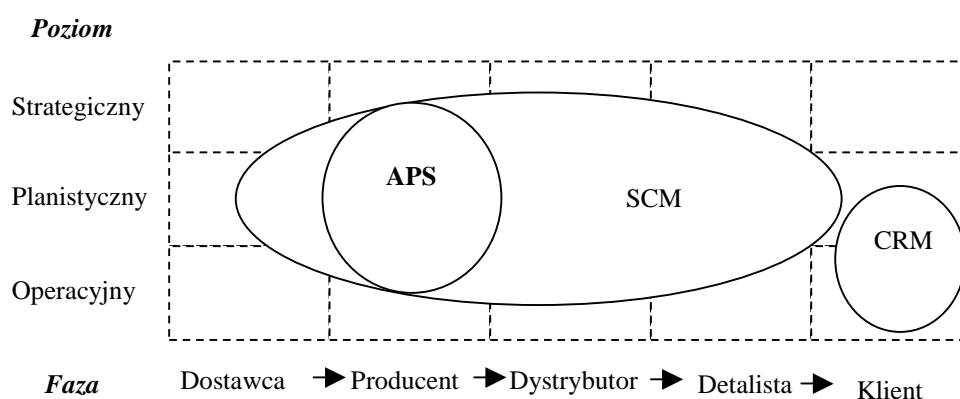
Dany system APS może działać w oparciu o dane pochodzące z różnych systemów ERP, przy czym integracja pomiędzy tymi systemami ERP nie jest koniecznym wymogiem dla funkcjonowania APS. Dzięki systemowi APS można uzyskać spójne i szybkie planowanie oraz optymalizację dla całości obszaru objętego planowaniem.

System APS łatwiej jest integrować z systemem ERP przez standardowe interfejsy i w wielu przypadkach logika APS zostaje wkomponowana w moduły oferowanego systemu ERP.

6. Analityczne aplikacje IT zarządzania łańcuchami dostaw i ich dostawcy

Obok systemów APS w zarządzaniu łańcuchami dostaw rozwijane są także inne aplikacje analityczne technologii informatycznej z możliwościami planowania (por. rys. 4). Należą do nich:

- Systemy zarządzania łańcuchem dostaw (*SCM – Supply Chain Managements systems*)
- Systemy zakupów
- Systemy planowania i sterowania transportem
- Systemy planowania popytu i zarządzania przychodami
- Zarządzanie relacjami z klientami (*CRM – Customer Relationship Management*) i systemy automatyzacji sprzedaży (*SFA - Sales Force Automations*)
- Systemy zarządzania zapasami
- Systemy egzekucji wytwarzania
- Systemy egzekucji transportu
- Systemy zarządzania hurtownią



Rys. 4. Aplikacje analityczne zarządzania łańcuchem dostaw
(źródło: opracowanie własne na podstawie [5])

Systemy zarządzania łańcuchem dostaw (SCM) stanowią kombinację wielu aplikacji analitycznych i są stosowane do integracji faz danego łańcucha dostaw. Na przykład, dany system SCM może zawierać takie aplikacje jak: APS, planowanie popytu, planowanie transportu oraz planowanie zapasów. Systemy te mają możliwości analityczne do generowania planistycznych rozwiązań oraz jako jedyne z systemów analitycznych, do wspomaganie decyzji poziomu strategicznego.

Do najważniejszych dostawców aplikacji analitycznych zarządzania łańcuchem dostaw należy zaliczyć i2 Technologies oraz Manugistics. Oprócz firm, które koncentrują się na

rozwoju aplikacji analitycznych SCM, nad rozwijaniem takich systemów pracują także firmy oferujące systemy ERP. Do przodujących dostawców systemów ERP należą wspólnie SAP, Oracle, Baan, J.D.Edwards.

Firmy rozwijające i oferujące systemy ERP rozszerzają możliwości analityczne swoich produktów IT stosując trzy różne podejścia:

- samodzielne tworzenie odpowiedniego oprogramowania SCM (np. SAP Advanced Planner and Optimizer)
- partnerskie współdziałanie z firmami systemów SCM (np. Oracle)
- nabycie firmy oprogramowania analitycznego SCM i włączanie jej produktów do własnego systemu ERP (np. BAAN nabył CAPS Logistics).

7. Uwagi końcowe

Aby skutecznie i efektywnie wspomagać zarządzanie łańcuchami dostaw systemy IT zarządzania powinny posiadać oprócz funkcji typowo transakcyjnych, także możliwości analityczne. Takie możliwości oferują systemy zaawansowanego planowania i harmonogramowania (APS). Systemy APS mogą działać samodzielnie w danym przedsiębiorstwie lecz najlepsze efekty w zarządzaniu łańcuchem dostaw daje ich integracja z systemami ERP. Coraz częściej można zaobserwować tendencję w rozszerzaniu przez firmy ERP ich systemów o aplikacje analityczne z możliwościami planistycznymi włączając w to także zaawansowane planowanie i harmonogramowanie. W miarę jak wzrasta zapotrzebowanie na systemy IT wspomagania zarządzania łańcuchami dostaw, należy oczekiwać również wzrostu liczby implementacji systemów APS.

Literatura

1. Berquist, T., Kahl, S., Kumar A., "Supply and Demand Management", Piper Jaffrey, March, 1998
2. Vollmann, T.,E., Berry, W.,L., Whybark, D.C., Manufacturing Planning and Control Systems, Irwin, Homewood, Illinois, 1988
3. Goldratt, E., Fox, R., The Race, North River Press, New York 1986
4. Goldratt, E., Theory of Constraints, North River Press, New York 1990
5. Chopra, S., Meindl, P., Supply Chain Management, Prentice Hall Inc., 2001

Dr inż. Jacek Rudnicki
Instytut Organizacji i Zarządzania
Wydział Informatyki i Zarządzania
Politechnika Wrocławska
50-371, ul. Smoluchowskiego 25
e-mail: jacek.rudnicki@pwr.wroc.pl