

Mirosław Matusek

Planowanie hierarchiczne w łańcuchu dostaw – obszary doskonalenia (rozwoju)

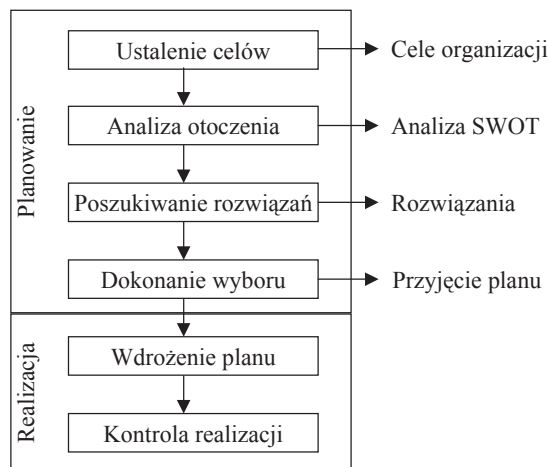
1. Wstęp

W łańcuchu dostaw podejmuje się wiele decyzji o różnym poziomie ważności. Do tych najistotniejszych należy przygotować się w odpowiedni sposób, między innymi przez planowanie, które ma na celu wsparcie podjęcia decyzji poprzez identyfikację możliwych przyszłych działań z wyselekcjonowaniem tych najlepszych.

Proces planowania dzieli się na etapy (rys. 1): ustalenie celów organizacji, analiza otoczenia, poszukiwanie zbioru rozwiązań oraz dokonanie wyboru rozwiązania.

Ważność planu jest ograniczona do pierwotnie zdefiniowanego horyzontu planowania. Kiedy dociera się do niego, tworzony jest nowy plan odzwierciedlający aktualne warunki. Według długości horyzontu planowania i znaczenia podejmowanych decyzji planowanie zadania zwykle jest sklasyfikowane na trzy różne poziomy¹: długoterminowe, średnioterminowe, krótkoterminowe.

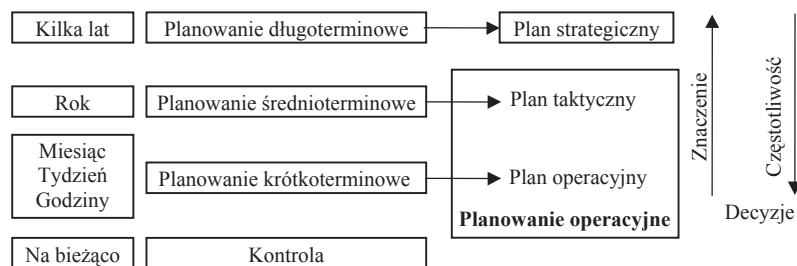
¹ C. Bozarth, R.B. Handfield, *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, One Press, Gliwice 2007, s. 475; I. Durlik, *Inżynieria zarządzania, część 1*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1993, s. 196-202.



Rys. 1. Procedura opracowania planu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: E. Pająk, *Zarządzanie produkcją*, PWN, Warszawa 2007.

Ostatnie dwa poziomy planowania są traktowane jako operacyjne. Autorzy drugi poziom planowania często nazywają taktycznym (rys. 2).



Rys. 2. Rodzaje planów w przedsiębiorstwie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: E. Pająk, dz. cyt.

Proces planowania ma dostarczyć rozwiązań alternatywnych z możliwością porównania ich odnośnie do danych kryteriów i wybrać ten najlepszy. Niestety w większości wypadków występują trzy główne trudności:

1. Kilka kryteriów, które wynikają z kolidujących celów. Na przykład relacja poziomu obsługi klienta a utrzymywany poziom zapasów. Rozwiązaniem jest zadanie wielokryterialne, które określa problem decyzyjny w postaci minimalizacji lub maksymalizacji dla wybranego/wybranych celu/celów przy jednym optymalizowanym.

2. Ogromna liczba możliwych alternatyw – te są dominujące w planowaniu w łańcuchu dostaw. Gdy zbiór alternatyw jest właściwie nieskończony, w tych przypadkach jest niemożliwe, by znaleźć optymalne rozwiązanie, wręcz nawet wykonalne rozwiązanie może być trudne do znalezienia. W tej sytuacji stosuje się matematyczne metody znane z badań operacyjnych, które wspierają proces planowania, np. programowanie liniowe czy metody heurystyczne pozwalające na znalezienie rozwiązań tylko blisko-optymalnych.
3. Niepewność. Planowanie wyprzedza przyszłe działania i na tej bazie planuje się przyszły rozwój. Dane mogą zostać oszacowane na podstawie modeli prognozowania, które zawierają w mniejszym lub większym stopniu błąd prognozy².

2. Modele planowania

Między elementami procesu działalności podstawowej występują zależności ilościowe, wynikające ze złożonej struktury zadań i zasobów, oraz zależności czasowe, związane z terminami wykonania zadań. Rodzi to pewne problemy, które można rozwiązywać, stosując planowanie globalne, hierarchiczne lub sukcesywne³.

W **planowaniu globalnym** wszystkie zależności między zadaniami i zasobami uwzględnia się równocześnie w jednym modelu planistycznym. Plan produkcji ma formę zadania matematycznego, które można rozwiązać, stosując odpowiedni algorytm postępowania. Podejście takie stwarza możliwość uzyskania rozwiązania optymalnego. Ze względu na złożoność obliczeń i konieczność przyjmowania wielu założeń utrudniających wierne odzwierciedlenie rzeczywistych zależności między elementami planowanie globalne rzadko jest stosowane w praktyce.

W praktyce najczęściej stosowane jest **planowanie sukcesywne**. Polega ono na podziale procesu planowania na zależne od siebie poziomy (podziału dokonuje się, odwołując się do intuicji i doświadczenia). Następnie stosowane są proste, deterministyczne procedury sekwencyjnego planowania zadań i zasobów, które określają, jaka ma być kolejność działań, jakie informacje należy wykorzystać oraz jak zorganizować ich obieg między poszczególnymi poziomami. Planowanie przeprowadza się w powtarzalny sposób na kolejnych poziomach systemu (rys. 3).

² I. Fechner, *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007, s. 64-65.

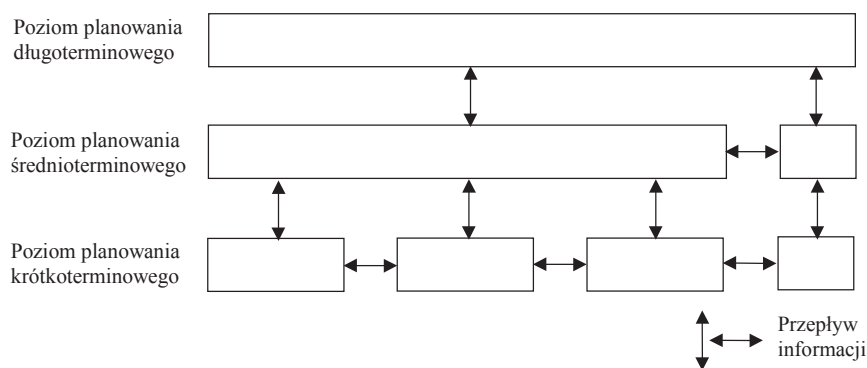
³ *Podstawy zarządzania operacyjnego*, red. Z. Jasiński, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005, s. 118.



Rys. 3. Schemat sukcesywnego planowania zadań i zasobów

Źródło: *Podstawy zarządzania operacyjnego*, red. Z. Jasiński, Wydawnictwo Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005.

W **planowaniu hierarchicznym** zależności między zadaniami i zasobami rozpatrywane są w ramach arbitralnie wyróżnionych poziomów, co pozwala na bardziej realistyczne odwzorowanie rzeczywistej struktury systemu oraz zapewnia wewnętrzną spójność poszczególnych poziomów.



Rys. 4. Kierunki przepływu informacji w planowaniu hierarchicznym

Źródło: *Supply Chain Management and Advanced Planning – Concepts, Models, Software, and Case Studies*, red. H. Stadtler, C. Kilger, 4th Edition, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg 2007.

Główny zamysł planowania hierarchicznego to rozłożenie procesu planowania na moduły, tj. częściowe plany, wyznaczone dla różnych poziomów, gdzie

każdy poziom pokrywa kompletny łańcuch dostaw. Zadania różnią się w zależności od rozpatrywanego poziomu planowania. Na najwyższym poziomie jest tylko jeden moduł obejmujący strategiczny poziom planowania stąd jego ogólny, „zgrubny” charakter. Niższe poziomy planowania obejmują krótszy horyzont planowania, zawierają bardziej szczegółowe informacje. Plany różnych obszarów łańcucha dostaw na danym niższym poziomie koordynowane są przez szerszy zakres planu wyższego poziomu.

Wzrost stopnia szczegółowości (uogólnienia) osiągany jest poprzez dezagregację (agregację) danych, przesuując się w dół (w górę) hierarchii planowania.

Agregacja dotyczy⁴:

- produktów, agregowanych w grupy produktowe,
- zasobów, agregowanych w grupy zasobowe,
- czasu, krótsze okresy agregowane w dłuższe.

Moduły połączone są poziomymi i pionowymi przepływami informacji. Rezultaty planowania na wyższym poziomie są podstawą planowania na niższym, a efekty osiągane na niższym poziomie (np. koszty, czas realizacji itd.) są informacją zwrotną dla poziomu wyższego:

1. Horyzontalny przepływ informacji – główny przepływ informacji kieruje się w górę strumienia i składa się z zamówień klientów, prognoz sprzedaży, zamówień wewnętrznych, uzupełniając magazyny czy zamówienia do dostawców surowców i materiałów potrzebnych do produkcji. Tym sposobem funkcjonowanie całego łańcucha dostaw jest warunkowane (prowadzone) zamówieniami klientów⁵. Wymiana dodatkowej informacji w obu kierunkach – nie tylko między sąsiednimi modułami – może znacznie poprawić efektywność funkcjonowania całego łańcucha dostaw, m.in. poprzez minimalizację tzw. *bullwhip effect*. Wymiana wspomnianych danych zawiera m.in: aktualny poziom zapasów, możliwy czas reakcji, dane z tzw. punktów sprzedaży (*point-of-sales* – POS).

2. Wertykalny przepływ informacji – przepływ pionowy informacji koordynuje plany niższego poziomu z rezultatami planów wyższego. Typowe informacje są zagregowanymi wielkościami odnoszącymi się do zakładów produkcyjnych, wydziałów czy procesów. Przepływ informacji w górę dostarcza szczegółowych informacji, np. z zakresu efektywności funkcjonowania łańcucha dostaw, np. aktualne koszty, poziom produkcji, stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych, czas realizacji itd. Informacja taka wykorzystywana jest przez moduły planowania na wyższym poziomie do przewidywania konsekwencji podejmowanych na nim decyzji na procesy realizowane na niższym poziomie.

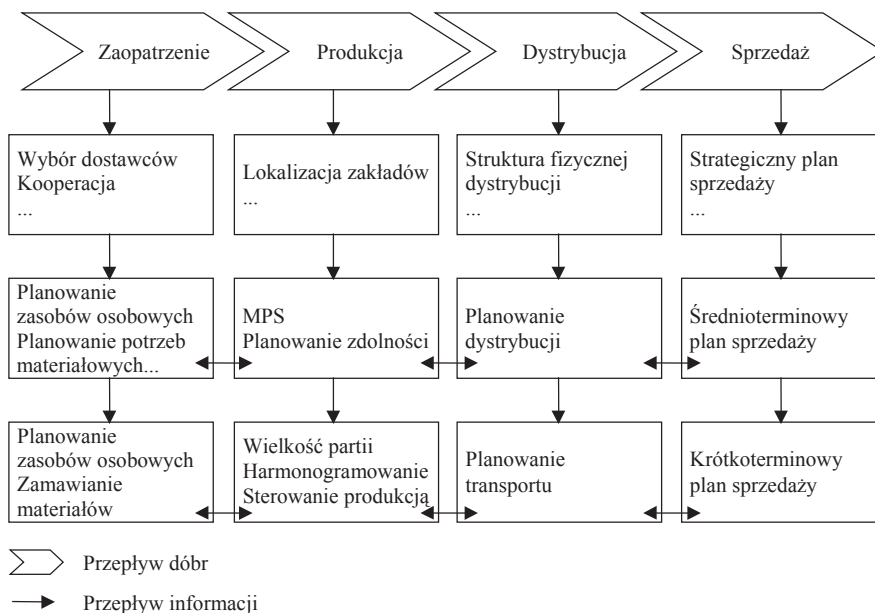
⁴ *Supply Chain Management and Advanced Planning – Concepts, Models, Software, and Case Studies*, red. H. Stadler, C. Kilger, 4th Edition, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg 2007, s. 85.

⁵ P.B. Schary, T. Skjott-Larsen, *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży*, PWN, Warszawa 2002, s. 249.

3. Advanced Planning System (APS) jako przykład planowania hierarchicznego

3.1. Architektura Advanced Planning

Systemy zaawansowanego planowania (Advanced Planning Systems) rozwinęły się jako uzupełnienie i rozwinięcie funkcjonalności systemów klasy ERP. Ogólnie znanym stwierdzeniem jest to, że planowanie nie jest silną stroną systemów klasy ERP (Enterprise Resource Planning). Dzięki systemom typu APS próbuje się uzupełnić tę funkcjonalność. APS bazuje na zasadach planowania hierarchicznego z intensywnym wykorzystaniem programowania matematycznego czy metaheurystyk.



Rys. 5. Poziomy planowania hierarchicznego w łańcuchu dostaw

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Supply Chain Management and Advanced Planning...*

Hierarchiczny system planowania pozwala na połączenie zalet z dwóch skrajnych podejść, tj. planowania globalnego i sukcesywnego⁶.

Optymalne planowanie całego łańcucha dostaw poprzez wykorzystanie planowania globalnego nie jest możliwe w formie jednolitego systemu ze względu

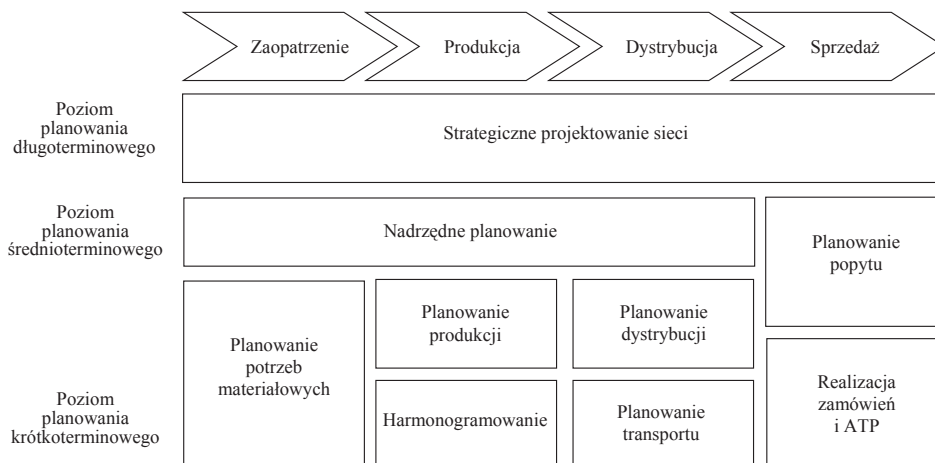
⁶ *Supply Chain Management and Advanced Planning...*, s. 84.

na złożoność obliczeń (system musi wykonywać wszystkie zadania planowania równocześnie) – w aspekcie łańcucha dostaw jest to raczej niewykonalne. Z kolei planowanie stopniowe (sukcesywne) kolejnych zadań grozi brakiem optymalności. Hierarchiczne planowanie jest kompromisem między wykonalnością a rozważaniem współzależności między planowanymi zadaniami⁷.

Łańcuch dostaw można podzielić na wewnętrzne łańcuchy obecne u każdego z jego uczestników. Każdy taki wewnętrzny łańcuch dostaw składa się z czterech głównych procesów o różnych zakresach planowanych zadań (rys. 5). Zaopatrzenie zawiera wszystkie podprocesy pozwalające na dostarczenie wymaganych zasobów do produkcji (surowce, personel). Ograniczone zasoby tworzą wektor wejścia do procesu produkcyjnego. Dystrybucja jest pomostem pomiędzy miejscem produkcji a konsumentem, detalistami czy kolejnymi etapami produkcji wyrobu finalnego. Wszystkie powyższe procesy są kierowane przez prognozę sprzedaży i/lub złożone zamówienia przez klientów determinowane w procesie sprzedaży.

3.2. Macierz planowania w łańcuchu dostaw

Chociaż systemy APS rozwijane są przez wielu niezależnych dostawców takiego oprogramowania, to można przedstawić ogólną architekturę bazującą na głównych założeniach planowania hierarchicznego. Przedstawiona architektura ma dwa wymiary. Pierwszy przedstawia przepływ materiału wzdłuż łańcucha



Rys. 6. Moduły oprogramowania w APS

Źródło: H. Meyr, M. Wagner, J. Rohde, *Structure of Advanced Planning Systems*, w: *Supply Chain Management and Advanced Planning...*, s. 109.

⁷ Tamże.

dostaw w odniesieniu do podziału funkcjonalnego, tj. zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji i transportu oraz sprzedaży. Drugi wymiar to proces planowania w różnym horyzoncie czasu: od długoterminowego do krótkoterminowego. Nałożenie wymienionych wymiarów pozwala na budowę tzw. macierzy planowania łańcucha dostaw (Supply Chain Planning Matrix) – rys. 6. Na poziomie długoterminowego planowania występuje pojedynczy blok przedstawiający szeroki (ogólny) zakres planowania strategicznego.

Należy zaznaczyć, że wymienione typy zadań realizowanych w ramach planowania nie wyczerpują rzeczywistych możliwości budowanych systemów APS. Dostawcy oprogramowania oferują dodatkowe moduły specyficzne dla danej branży, np. w przemyśle motoryzacyjnym często dodaje się moduł odpowiedzialny za sekwencjonowanie, umożliwiając w ten sposób kontrolowanie montażu końcowego produkowanych samochodów. W tabeli 1 przedstawiono w zarysie podstawowe charakterystyki zadań w ramach trzech poziomów planowania w APS.

4. Obszary doskonalenia zaawansowanego planowania

Dokonując przeglądu literatury z zakresu architektury systemów APS, można zidentyfikować obszary wymagające dalszego ich rozwoju i/lub doskonalenia. W dalszej części artykułu skupiono się na wybranych obszarach systemu APS, takich jak: planowanie popytu, zarządzanie realizacją zamówień i wskaźnik ATP oraz integracja modułów APS z procesami sterowania produkcją.

4.1. Planowanie popytu

Dobra jakość prognoz popytu jest kluczową informacją wejściową w podejmowaniu decyzji w ramach systemów klasy APS. Błędy prognozy są wprost związane z utrzymywaniem bezpiecznym poziomem zapasów. Częste fluktuacje prognoz popytu mogą prowadzić do dramatycznych zmian w tworzonych planach, tzw. nerwość. Dlatego należy zachować dużą staranność w wyborze modeli prognozowania. Jak dotąd w APS rzadko wykorzystuje się złożone modele planowania popytu⁸.

Istotność oraz wpływ niepewności w łańcuchu dostaw są przez ostatnią dekadę szeroko omawiane w literaturze. Podkreśla się, że niepewność jest głównym czynnikiem wpływającym na zachowania w łańcuchu dostaw a menadżerowie nie przywiązują jej dostatecznej uwagi w swych działaniach⁹. Jako główne źródła niepewności identyfikuje się w postaci zmiennej wydajności dostawców, zmiennych procesów produkcyjnych oraz zmian w popycie na produkty finalne.

⁸ A. Huchzermeier, A. Iyer, J. Freiheit, *The supply chain impact of smart customers in a promotional environment*, „Manufacturing & Service Operations Management” 2002, nr 4, s. 228-240.

⁹ H. Landeghema, H. Vanmaele, *Robust planning: a new paradigm for demand chain planning*, „Journal of Operations Management” 2002, nr 20, s. 770.

Tabela 1. Podstawowa charakterystyka zadań w ramach poziomów planowania w APS

Poziom planowania	Planowane zadania w ramach modułów
Planowanie długoterminowe	<p>Strategiczny plan sprzedaży. Oferta produktów na rynek musi być oparta na bazie prognozy długoterminowej w formie zagregowanej ilości sprzedaży. Prognoza musi brać pod uwagę takie elementy, jak istniejące linie produktów, przyszłe nowe produkty czy nowe rynki zbytu. Prognoza dotyczy zagregowanej grupy produktów o podobnej charakterystyce produkcji czy warunków sprzedaży.</p> <p>Struktura dystrybucji. Globalizacja, koncentracja produkcji ze względu na coraz większe nakłady w zdolności produkcyjne, powoduje zwiększanie dystansu pomiędzy miejscem produkcji a klientem. To z kolei wpływa na wzrost kosztów dystrybucji, która wymaga starannego zaplanowania na poziomie strategicznym. Planowanie fizycznej struktury dystrybucji obejmuje ilość i rozmiar magazynów, cross-dockingów przy uwzględnieniu koniecznych połączeń transportowych. Przykładowe informacje wejściowe to program produkcji, prognoza sprzedaży, zdolności produkcyjne zakładów produkcyjnych łańcucha dostaw.</p> <p>Lokalizacja zakładów. Długoterminowe plany dotyczące nowych produktów, nowych rynków wymuszają „przegląd” zdolności produkcyjnych i lokalizacji zakładów produkcyjnych. Zwykle struktura fizycznej dystrybucji i lokalizacji zakładów planowane są wspólnie.</p> <p>Wybór dostawców i kooperacja. Dla materiałów z grupy A (według ich klasyfikacji zgodnie z metodą ABC) ze względu na duży udział w kosztach zaopatrzenia wymaga się często wyboru dostawców na podstawie kilku kryteriów (jakość, czas dostawy, koszt dostawy, cena, inne).</p>
Planowanie średnioterminowe	<p>Planowanie sprzedaży. Główne zadanie planowania sprzedaży na tym poziomie jest prognozą potencjalnej sprzedaży grup produktów w danych regionach. Prognoza taka jest informacją wejściową dla MPS (Master Production Scheduling), produkty grupowane są według ich charakterystyki produkcyjnej (np. wspólnych zasobów, czasem przebrożeń itp.). Prognoza opracowywana jest w horyzoncie tygodniowym, miesięcznym, rocznym.</p> <p>Planowanie dystrybucji. Planowanie dystrybucji zawiera planowanie transportu pomiędzy magazynami i determinuje wymagane poziomy zapasów. Realny plan spełniający szacowane zapotrzebowanie i biorący pod uwagę dostępne zdolności transportowe i magazynowe przy minimalizacji odpowiednich kosztów. Horyzont planowania składa się z okresów tygodnia, miesiąca. Rozpatrywane są wielkości (zdolności) zagregowane (np. dostępna zdolność przewozowa). Plan dystrybucji zawiera plan wykorzystania własnej floty oraz niezbędną zdolność, która musi być nabyta, np. u operatorów 3PL.</p> <p>MPS oraz Plan zdolności produkcyjnych. Rezultatem realizacji tych zadań w ramach planowania jest przedstawienie zużycia dostępnych zdolności produkcyjnych w wymiarze kosztowym. Master Production Scheduling (MPS) musi zrównoważyć sezonowe fluktuacje popytu ze zdolnościami produkcyjnymi, określając konieczność powiększenia/zmniejszenia zdolności produkcyjnych. Planowanie bazuje na rodzinach produktów w okresie miesiąca, tygodnia. Celem jest zbilansowanie kosztów zdolności produkcyjnych z kosztami (sezonowych) zapasów. Jeżeli rozważa się więcej niż jeden zakład, to w funkcji celu należy uwzględnić koszty transportu pomiędzy nimi.</p> <p>Planowanie zasobów osobowych. Planowanie zdolności dostarcza „zgrubny” wgląd w niezbędne roboczogodziny wymagane do produkcji założonego programu produkcji. Planowanie zasobów osobowych obejmuje kolejne etapy procesu produkcyjnego. Rozpatruje się wymaganą wiedzę i umiejętności, ich dostępność potrzebną do realizacji zaplanowanej produkcji.</p> <p>Planowanie potrzeb materiałowych – Material Requirements Planning (MRP). MPS planuje tylko na poziomie wyrobów gotowych oraz krytycznych materiałach, surowcach (koncentrując się na wąskich gardłach), MRP musi obliczyć produkcję oraz wielkości zamówieniowe dla wszystkich wspomnianych materiałów. Realizowane jest to zwykle w tradycyjnym podejściu systemu MRP, które dostępne jest w większości systemów klasy ERP. Planowanie średnioterminowe planuje w okresie tygodniowym, miesięcznym.</p>

cd. tabeli 1

Poziom planowania	Planowane zadania w ramach modułów
Planowanie krótkoterminowe	<p>Planowanie sprzedaży. W środowisku produkcyjnym typu Make To Stock (produkcja na magazyn) plan sprzedaży w planowaniu krótkoterminowym uwzględnia realizację zamówień klientów ze stanów magazynowych. Stąd wielkość zapasu musi być podzielona na wielkość, która wynika z już złożonych zamówień oraz tzw. dostępnych do obiecania (Available To Promise – ATP). Jeżeli klient zgłosi zapotrzebowanie na produkt, dział sprzedaży sprawdza on-line, czy dana ilość jest dostępna na podstawie wartości ATP i przekształca tę wartość w „zarezerwowaną”.</p> <p>Dla klienta pytającego o dostępność produktu w kolejnych okresach wielkość ATP jest obliczana przez różnicę pomiędzy planowaną ilością produkcji a sumaryczną ilością produktów, na które już złożono zamówienia.</p> <p>Uzupełnianie stanów magazynów, planowanie transportu. Planowanie średnioterminowe dystrybucji bazuje na tygodniowych, miesięcznych wielkościach, bazując na rodzinach produktów, podczas gdy planowanie krótkoterminowe dzieli ten plan na dzienne wielkości poszczególnych produktów. Ten harmonogram zawiera szczegółowe dane na temat zdolności przewozowych, ale już poszczególnych pojazdów oraz aktualne wielkości zamówionych produktów lub krótkoterminowe prognozy. Planowana lub właśnie realizowana wielkość produkcji nakreśla ramy dla planów transportowych (jest jedną z determinant jakości obsługi klienta). Dzielne planowanie jest optymalizowane, minimalizując koszty transportu.</p> <p>Transport pojawia się nie tylko w procesie dystrybucji, ale także jako część zaopatrzenia, stąd może być kontrolowany zarówno przez dostawców, jak i odbiorców.</p> <p>Wielkość partii produkcyjnej, harmonogramowanie produkcji, sterowanie produkcją. Krótkookresowe planowanie produkcji obejmuje m.in. wyznaczenie wielkości partii produkcyjnej. Jej optymalna wielkość bilansuje koszty przebrożeń z kosztami zapasów i jest różna w zależności od różnych produktów, dla których się ją wyznacza. Harmonogramowanie odbywa się zgodnie z wymaganymi datami produkcji i dostępnymi zdolnościami produkcyjnymi. Zakłócenia i opóźnienia w procesach produkcyjnych wymagają sterowania (dokonywania zmian w harmonogramach, dostosowując się do nowych warunków).</p> <p>Planowanie zasobów osobowych. Krótkoterminowe planowanie produkcji determinuje wymagany do jej realizacji personel bezpośrednio produkcyjny, uwzględniając wymagane umiejętności i zdolności. Plan określa koszty pracy, szczegółowy plan zatrudnienia.</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie H. Meyr, M. Wagner, J. Rohde, dz. cyt.; C. Bozarth, R.B. Handfield, *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, One Press, Gliwice 2007; H. Stadler, *Supply chain management and advanced planning – basics, overview and challenges*, „European Journal of Operational Research” 2005, nr 163, s. 575-588.

W tabeli 2 przedstawiono wybrane źródła zmienności i niepewności oraz podano adekwatne poziomy planowania pozwalające na odpowiednią reakcję na ich wystąpienie.

Jednym ze sposobów minimalizacji wpływu tego typu źródeł niepewności i zmienności jest proponowane w literaturze tzw. odporne planowanie (*robust planning*). Odporność rozumiana jest jako dążenie do minimalizacji wpływu zakłóceń, a tym samym utrzymanie stabilności budowanych planów¹⁰.

¹⁰ Tamże.

Tabela 2. Źródła zmienności i niepewności w łańcuchu dostaw

Źródło niepewności	Poziom planowania		
	Operacyjny	Taktyczny	Strategiczny
Kurs waluty	••	••	
Czas realizacji dostawcy	•	•••	•
Jakość po stronie dostawcy	••	•	
Wydajność produkcji	••	••	
Transport (czas)	••	••	•
Stochastyczność kosztów	•	•••	••
Otoczenie polityczne			•••
Przepisy celne	•	••	•••
Dostępne zdolności	••	••	•
Zdolności podwykonawców	•••	••	
Opóźnienia w informacji	•••	••	
Stochastyczność popytu	•	•••	••
Zmienność cen	•	•••	•

(•) niski, (••) średni, (•••) wysoki poziom decyzyjności

Źródło: H. Landeghema, H. Vanmaele, *Robust planning: a new paradigm for demand chain planning*, „Journal of Operations Management” 2002, nr 20.

Stosowany w APS ruchomy horyzont planowania (*rolling schedule*) wymaga udoskonalenia w celu minimalizacji wspomnianej wcześniej „nerwowości” w planowaniu. Wymusza on optymalizację planu, która często nie jest konieczna ani uzasadniona. Zamiast tego można implementować w systemach APS planowanie zdarzeniami (*event scheduling*). W podejściu tym plan jest uaktualniany tylko w momencie zarejestrowania nowego zdarzenia. Zdarzenie może mieć formę nowego zlecenia przez klienta, nowych możliwości zakupowych, nowych źródeł zakupu, zakłócenia w produkcji. Wymaga to wdrożenia nowych algorytmów budowy planów pozwalających na optymalizację inkrementalnych zmian w danym planie¹¹.

4.2. Zarządzanie realizacją zamówień, wskaźnik ATP (Available To Promise – dostępne do obiecania)

Pomimo że zarządzanie realizacją zamówień i wskaźnikiem ATP nie jest zbyt interesujące dla badaczy¹², to należy wskazać, że można znaleźć nieliczne badania stawiające sobie za cel szukania możliwości wykorzystania programo-

¹¹ H. Stadtler, *Supply chain management and advanced planning – basics, overview and challenges*, „European Journal of Operational Research” 2005, nr 163, s. 585.

¹² Tamże, s. 583.

wania liniowego czy modeli programowania całkowitoliczbowego do wyznaczenia wskaźnika ATP¹³.

Ponadto rozwija się tzw. wielopoziomowe wskaźniki ATP. Przy produkcji typu ATO (montaż na zamówienie – Assembly To Order) i MTO (produkcja na zamówienie – Make To Order) wskaźniki ATP zazwyczaj wyznaczane są na poziomie sprzedawanych indeksów (wyrobów finalnych). W takim przypadku wskaźniki te prawie zawsze są zerowe, gdyż wynika to z głównego założenia tych strategii: nic nie jest produkowane/montowane, dopóki nie ma zamówienia. W tego typu przypadku system musi oprzeć się na dwu innych wskaźnikach¹⁴:

- CTP (Capable To Promise) – wskaźnik pokazujący, jakie są jeszcze wolne moce krytycznych zasobów na wydziale montażu i ile jednostek zamawianego indeksu jesteśmy w stanie w określonym terminie zmontować,
- wielopoziomowe ATP – wskaźnik mówiący, ile jest jeszcze nierozdysponowanych materiałów i półproduktów, z których możemy skorzystać do realizacji danego zamówienia. Innymi słowy: na ile jednostek wyrobu gotowego wystarczy jeszcze półproduktów i materiałów, ew. gdzie w łańcuchu dostaw znajdują się wolne zasoby produkcyjne pozwalające na realizację zamówienia.

4.3. Integracja APS z pozostałymi obszarami funkcjonowania przedsiębiorstwa

Chociaż dostawcy oprogramowania APS reklamują swoje systemy jako w pełni zintegrowane z innymi obszarami działalności przedsiębiorstw w łańcuchu dostaw, to należy stwierdzić, że brakuje poprawnej współpracy w zakresie m.in. sterowania produkcją. Jak do tej pory w większości systemów harmonogramowanie produkcji otrzymuje dane wejściowe z transakcyjnego systemu typu ERP, który nie ma kontroli i możliwości sterowania produkcją w czasie rzeczywistym. W pełni automatyczne sterowanie produkcją wymaga bezpośredniego połączenia procesu harmonogramowania z realizacją zadań w procesie wytwarzania. Tworzone „obok” systemów ERP, systemy typu MES (Manufacturing Execution Systems) w dużej części pokrywają się funkcjonalnością z APS. Chcąc uniknąć dodatkowego elementu „pośredniczącego”, systemy APS powinny dążyć do bezpośredniej łączności pozyskiwania danych z procesu produkcyjnego w czasie rzeczywistym, rozszerzając tym samym jego możliwości m.in. o śledzenie postępu prac w procesie produkcyjnym, śledzenie rzeczywistego czasu i wydajności pracy maszyn i ludzi, śledzenie przestojów planowanych i przestojów nieplanowanych maszyn i ludzi, rejestracja przyczyn przestojów nieplanowanych, rejestracja przyczyn przestojów planowanych i innych.

¹³ Tamże.

¹⁴ <http://erp.info.pl/wskazniki-pab-atp-i-ctp-w-nadrzednym-harmonogramowaniu-produkcji/> (20.06.2010).

5. Podsumowanie

Systemy APS coraz częściej zawierają narzędzia pozwalające na integrację (korzystając z technologii internetowych) kolejnych ogniw w łańcuchu dostaw.

Implementowane narzędzia umożliwiają integrację z klientami oraz z dostawcami. Współpraca z klientami pozwala opracować dokładniejsze prognozy sprzedaży, czy wspierać proces wyznaczenia wskaźnika ATP poprzez wniesienie dodatkowych informacji w zakresie alternatywnej konfiguracji produktu, terminów dostaw czy wielkości cen. Współpraca z dostawcami umożliwia uzgodnienie planu dostaw z uwzględnieniem zdolności produkcyjnych po stronie dostawcy. Podejście takie pozwala wygenerować takie plany zaopatrzenia i harmonogramy dostaw, które zminimalizują braki materiałów wymaganych do produkcji, jednocześnie optymalizując wykorzystanie zdolności produkcyjnych po stronie dostawców.

Mimo dużego progresu w możliwościach i zdolnościach systemów klasy APS wciąż jest wiele obszarów wymagających doskonalenia i ich rozwoju. Pomimo podkreślenia przez badaczy i praktyków konieczności integracji między organizacjami uczestniczącymi w łańcuchu dostaw, nasza wiedza związana z planowaniem zaawansowanym wydaje się w niektórych aspektach jeszcze w powijakach. Wymienione obszary nie wyczerpują wszystkich problemów do rozwiązania, ale już na podstawie tych wymienionych można stwierdzić, że dalsze badania muszą mieć silny charakter interdyscyplinarny.

Literatura

- Bozarth C., Handfield R.B., *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, One Press, Gliwice 2007.
- Durlik I., *Inżynieria zarządzania, część 1*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1993.
- Fechner I., *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007.
- Huchzermeier A., Iyer A., Freiheit J., *The supply chain impact of smart customers in a promotional environment*, „Manufacturing & Service Operations Management” 2002, nr 4, s. 228-240.
- Landeghema H., Vanmaele H., *Robust planning: a new paradigm for demand chain planning*, „Journal of Operations Management” 2002, nr 20, s. 769-783.
- Meyr H., Wagner M., Rohde J., *Structure of Advanced Planning Systems*, w: *Supply Chain Management and Advanced Planning – Concepts, Models Software and Case Studies*, red. H. Stadtler, C. Kilger, 4th Edition, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg 2007.
- Pająk E., *Zarządzanie produkcją*, PWN, Warszawa 2007.
- Podstawy zarządzania operacyjnego*, red. Z. Jasiński, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005.

- Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży*, PWN, Warszawa 2002.
- Stadtler H., *Supply chain management and advanced planning – basics, overview and challenges*, „European Journal of Operational Research” 2005, nr 163, s. 575-588.
- Supply Chain Management and Advanced Planning – Concepts, Models, Software, and Case Studies*, red. H. Stadtler, C. Kilger, 4th Edition, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg 2007.