

Spis treści

Wstęp 9

Wykaz skrótów użytych w pracy 17

1. Koncepcja łańcucha dostaw w naukach o zarządzaniu 19

- 1.1 Współpraca przedsiębiorstw w łańcuchu dostaw 19
 - 1.1.1 Pojawienie się efektu Forrestera 22
 - 1.1.2 Ewolucja relacji dostawca–odbiorca 24
 - 1.1.3 Pojęcie łańcucha dostaw 27
 - 1.1.4 Sieci przedsiębiorstw 38
- 1.2 Zarządzanie łańcuchem dostaw 41
 - 1.2.1 Przegląd definicji pojęcia „zarządzanie łańcuchem dostaw” 41
 - 1.2.2 Ewolucja pojęcia „zarządzanie łańcuchem dostaw” i jego zakresu 45
- 1.3 Koordynacja w łańcuchu dostaw 50
 - 1.3.1 Przepływ informacji w łańcuchu dostaw 51
 - 1.3.2 Koordynacja strumieni podaży w łańcuchu dostaw 54

2. Modele decyzyjne w zarządzaniu łańcuchem dostaw 57

- 2.1 Planowanie w zarządzaniu łańcuchem dostaw 57
 - 2.1.1 Planowanie w koncepcji łańcucha dostaw 58
 - 2.1.2 Poziomy planowania w łańcuchu dostaw 65
 - 2.1.3 Kroczący horyzont planowania w łańcuchu dostaw 74
- 2.2 Modele decyzyjne w planowaniu łańcucha dostaw 74
 - 2.2.1 Klasy modeli decyzyjnych stosowanych w planowaniu łańcucha dostaw 79
 - 2.2.2 Ustalanie parametrów koordynacji 83
 - 2.2.3 Zintegrowane planowanie łańcucha dostaw 95
 - 2.2.4 Możliwości i ograniczenia stosowania modeli decyzyjnych 109

3. Modele decyzyjne w planowaniu przepływów rzeczowych 114

- 3.1 Przepływy rzeczowe w łańcuchu dostaw i ich uwarunkowania 114
 - 3.1.1 Struktura przepływów rzeczowych w łańcuchach dostaw 114
 - 3.1.2 Statyczne i dynamiczne ujęcie w planowaniu przepływów 117
- 3.2 Modele decyzyjne w planowaniu przepływów – ujęcie dynamiczne 120
 - 3.2.1 Modele decyzyjne w planowaniu dostaw całopojazdowych 121
 - 3.2.2 Modele decyzyjne w planowaniu tras dostaw 129
 - 3.2.3 Algorytmy hybrydowe w planowaniu tras dostaw 139
- 3.3 Propozycja modelu hybrydowego wyznaczania tras dostaw 142

- 3.3.1 Alternatywna technika reprezentacji trasy w modelach decyzyjnych 143
- 3.3.2 Model hybrydowy w wyznaczaniu tras dostaw – ujęcie statyczne 147
- 3.3.3 Model hybrydowy w wyznaczaniu tras dostaw – ujęcie dynamiczne 152
- 3.3.4 Zastosowanie modelu hybrydowego wyznaczania tras dostaw – eksperymenty obliczeniowe 155

- 4. Modele decyzyjne w planowaniu produkcji 166**
- 4.1 Środowisko produkcyjne i jego uwarunkowania 166
 - 4.1.1 Uwarunkowania związane z czasem i sposobem jego modelowania 166
 - 4.1.2 Uwarunkowania związane z zasobami produkcyjnymi i trybem ich wykorzystania 169
 - 4.1.3 Uwarunkowania związane z wytwarzanymi produktami 170
- 4.2 Modele decyzyjne w planowaniu produkcji 173
 - 4.2.1 Planowanie produkcji z uwzględnieniem wielkości partii i ograniczeniem zdolności 175
 - 4.2.2 Warianty wykorzystania zasobów w modelach planowania produkcji 178
 - 4.2.3 Modele planowania produkcji z częściowym zaspokojeniem zapotrzebowania 185
 - 4.2.4 Modele planowania produkcji z partiami międzyokresowymi 187
 - 4.2.5 Modele planowania produkcji z możliwością przekroczenia zdolności produkcyjnych 190
 - 4.2.6 Modele planowania produkcji wieloetapowej 191
- 4.3 Planowanie produkcji w łańcuchu dostaw przedsiębiorstwa farmaceutycznego – studium przypadku 194

- 5. Modele decyzyjne w zintegrowanym planowaniu produkcji i przepływów rzeczowych 201**
- 5.1 Zintegrowane planowanie produkcji i przepływów oraz jego uwarunkowania 201
 - 5.1.1 Planowanie produkcji i dostaw całopojazdowych 201
 - 5.1.2 Planowanie produkcji i tras dostaw 204
- 5.2 Modele decyzyjne w zintegrowanym planowaniu produkcji i dostaw całopojazdowych 205
 - 5.2.1 Sieci produkcyjne z dostawami całopojazdowymi 206
 - 5.2.2 Sieci produkcyjne z alternatywnymi dostawcami i niejednorodną strukturą wytwarzania 207
- 5.3 Modele decyzyjne w zintegrowanym planowaniu produkcji i tras dostaw 213
 - 5.3.1 Zintegrowane planowanie produkcji i zdolności dystrybucyjnych 213
 - 5.3.2 Zintegrowane planowanie produkcji i tras dostaw 217

5.4 Modele decyzyjne w zintegrowanym planowaniu produkcji i przepływów rzeczowych – eksperymenty obliczeniowe 222

5.4.1 Zintegrowane planowanie produkcji i dostaw całopojazdowych 222

5.4.2 Zintegrowane planowanie produkcji i tras dostaw 229

Zakończenie 233

Literatura 238

Spis rysunków 251

Spis tabel 252

Summary 253

Wstęp

Łańcuch dostaw to bardzo popularne pojęcie, którego światowa kariera rozpoczęła się w roku 1982. W ciągu ostatnich lat zainteresowanie łańcuchem dostaw i związanym z nim zarządzaniem łańcuchem dostaw istotnie wzrosło, o czym świadczy coraz większa liczba publikacji, w których pojawiają się te pojęcia. Niestety, mimo że od chwili pojawienia się terminu „łańcuch dostaw” minęły trzy dziesięciolecia, sposób jego użycia wciąż jest źródłem wielu dyskusji. Choć prawie 42% opublikowanych w latach 1985-2003 prac w tym obszarze dotyczyło właśnie kwestii związanych z definicją pojęcia „zarządzanie łańcuchem dostaw” i z jego zakresem, do dziś żadna z propozycji nie została powszechnie zaakceptowana ani w środowisku naukowców, ani wśród praktyków¹. Próby zdefiniowania zakresu zarządzania łańcuchem dostaw stają się coraz trudniejsze w związku z pojawianiem się kolejnych nowoczesnych koncepcji zarządzania oraz technologii informacyjnych. Istotną rolę odgrywają również rozwiązania zastosowane w praktyce, które następnie stają się przedmiotem badań i teoretycznych rozważań. Trudności związane z percepcją obszaru zarządzania łańcuchem dostaw bardzo dobrze oddają słowa D. Simchi-Leviego²:

„Zarządzanie łańcuchem dostaw obejmuje wiele obszarów, których nie sposób omówić w sposób szczegółowy w jednej książce. Co więcej, istnieje duża różnica zdań w środowisku akademickim oraz wśród praktyków na temat tego, jakie są te właściwe obszary”.

Trudno jednak zaprzeczyć stwierdzeniu, że zaawansowane formy współpracy przedsiębiorstw odgrywają istotną rolę w gospodarce początku XXI wieku. Zaawansowane formy to w tym wypadku takie, które w odróżnieniu od form tradycyjnie postrzeganej współpracy, opartej wyłącznie na pojedynczych transakcjach, silniej wiążą współpracujące przedsiębiorstwa. Dlatego pojęcia „łańcuch dostaw” oraz „zarządzanie łańcuchem dostaw”, których znaczenie jest ściśle związane z rozszerzaniem zakresu współpracy oraz kształtowaniem się jej nowych form, nie powinny być pomijane w dzisiejszych naukach o zarządzaniu.

Obserwowane obecnie duże zainteresowanie problematyką łańcucha dostaw znajduje swoje odzwierciedlenie przede wszystkim w działaniach na poziomie strategicznym, o czym świadczy tematyka podejmowanych w tym obszarze badań i pu-

¹ K. Burgess, P. Singh, R. Koroglu, *Supply chain management: a structured literature review and implications for future research*, „International Journal of Operations & Production Management” 2006, nr 26(7), s. 703-729.

² D. Jacoby, *Guide to Supply Chain Management*, “The Economist”, London 2009, s. 27.

blikacji³. Natomiast na poziomie operacyjnym zastosowanie znajdują dobrze znane podejścia wykorzystywane w planowaniu i koordynacji działań pojedynczych przedsiębiorstw. W ich opisach pojawiają się, często na wyrost, określenia sugerujące, że dotyczą one obszaru łańcucha dostaw. Istotne miejsce w rozważanym obszarze zajmuje model referencyjny łańcucha dostaw (ang. *supply chain operations reference* – SCOR), będący bardzo popularnym narzędziem do opisu, analizy, a także konfiguracji łańcuchów dostaw. Podstawowym wyróżnikiem tego modelu, a także czynnikiem zapewniającym mu duże zainteresowanie zarówno badaczy, jak i praktyków, jest zastosowanie ujęcia procesowego i przedstawienie hierarchii procesów realizowanych w łańcuchach dostaw. Model SCOR jest modelem referencyjnym, gdyż pozwala na ocenę funkcjonowania łańcucha dostaw poprzez analizę wartości odpowiednich wskaźników i porównywanie ich z udostępnianymi wartościami porównawczymi. Analiza literatury – zarówno krajowej, jak i zagranicznej – której wyniki przedstawiono w drugim rozdziale niniejszej pracy, pozwoliła stwierdzić brak jednolitych opracowań dotyczących zastosowania modeli decyzyjnych w koordynacji strumieni podaży produktów. Pojawiają się co prawda prace dotyczące analizy pojedynczych zastosowań modeli decyzyjnych, jednak wykazany brak ujęć kompleksowych stanowi pewną lukę w tym obszarze.

Problem podjęty w niniejszej pracy dotyczy możliwości i zakresu wykorzystania modeli decyzyjnych w koordynacji strumieni podaży produktów w łańcuchu dostaw. Teza, że obserwowane zmiany oraz tendencje rozwojowe w dziedzinie zaawansowanych koncepcji współpracy przedsiębiorstw istotnie wpływają na systemy podejmowania decyzji oraz implikują wykorzystanie metod zapewniających odpowiedni poziom koordynacji, nie wymaga dowodu. W pracy istotne będzie wykazanie, że proces podejmowania decyzji związanych z przepływem fizycznym materiałów oraz ich konwersji w produkty może być wspomagany poprzez użycie modeli formalnych w sposób zintegrowany i całościowy. To kompleksowe zagadnienie wymaga analizy znacznej liczby parametrów, uwzględnienia przepływów pomiędzy dużą liczbą ogniw łańcucha, pełniących różne funkcje, a także odpowiedniego dopasowania horyzontu planowania. Precyzyjne określenie relacji pomiędzy uczestnikami łańcucha i delegowanie uprawnień decyzyjnych z jednej strony utrudnia proces opracowywania planów, gdyż zwiększa się liczba zmiennych, parametrów, a także ograniczeń. Z drugiej strony jednak szczegółowe określenie warunków współpracy pozwala na uwzględnienie ich bezpośrednio w podejściach formalnych, co ułatwia konstrukcję modeli.

Biorąc pod uwagę synchronizacyjny (popytowy) kontekst definiowania łańcucha dostaw, problematyka pracy, tj. koordynacja strumieni podaży produktów, może być postrzegana jako powrót do kontekstu logistycznego. Głównym powodem

³ Spośród 588 artykułów opublikowanych w ciągu 18 lat aż 21,6% dotyczyło strategii łańcucha dostaw i stanowiły one najliczniejszą grupę – na podstawie J. Jain, G. Dangayach, G. Agarwal, S. Banerjee, *Supply chain management: Literature review and some issues*, „Journal of Studies on Manufacturing” 2010, nr 1(1), s. 11-25.

ograniczenia problemu badawczego jest dążenie do doskonalenia przepływów rzeczowych w łańcuchu dostaw, które to przepływy w porównaniu z przepływami informacyjno-finansowymi w zdecydowanej większości są związane z koniecznością realizacji fizycznych przemieszczeń. W tym obszarze w ostatnich latach nie było takiej rewolucji, jaką dla przepływu informacji stanowi powszechne wykorzystanie sieci Internet. Szybkość przepływu informacji wpłynęła na oczekiwania klientów i ich wymagania także w odniesieniu do dostępności produktów⁴.

Pojęcie „model decyzyjny”, szeroko wykorzystywane w pracy, jest często utożsamiane z dowolnym modelem systemu rzeczywistego, który w jakikolwiek sposób może być wykorzystywany w procesie podejmowania decyzji. W świetle teorii podejmowania decyzji, wykorzystywanej w wielu dyscyplinach naukowych, pojęcie to ma swoją dokładną definicję. Podstawowym obiektem zainteresowania teorii decyzji jest problem decyzyjny, w którym decydent dokonuje wyboru jednej z co najmniej dwóch alternatyw, określanych także jako warianty decyzyjne. W tym kontekście model decyzyjny jest konstrukcją odwzorowującą istotne cechy rzeczywistej sytuacji decyzyjnej. Model decyzyjny składa się z dwóch podstawowych elementów: funkcji kryterium oraz zbioru ograniczeń.

Modele decyzyjne i sposoby ich wykorzystania kojarzą się przede wszystkim z zastosowaniem optymalizacji. Taka percepcja wpływa niestety negatywnie na zainteresowanie modelowaniem. W niektórych przypadkach bowiem, mimo gwałtownego rozwoju algorytmów optymalizacyjnych i zwiększenia zakresu ich zastosowań, będących jednym z motywów podjęcia prezentowanej tematyki badawczej, realizacja procesu optymalizacji nie jest możliwa. Wykorzystanie modeli decyzyjnych jednak nie ogranicza się tylko do optymalizacji. Przede wszystkim sam proces budowy modelu wymusza szczegółową analizę sytuacji decyzyjnej. Jego znajomość pozwala na ocenę poprawności proponowanych wariantów decyzyjnych i dopasowania ich do zadanych kryteriów, umożliwia stwierdzenie, czy rozwiązanie dopuszczalne w ogóle istnieje. Zależności zawarte w modelu decyzyjnym mogą być natomiast wykorzystywane w podejściach symulacyjnych. Analiza literatury pokazuje także, że zastosowanie specyficznych dla sformułowania metod optymalizacji dyskretnej pozwala na uzyskanie w wielu sytuacjach rozwiązań zadań o rozmiarach odpowiadających sytuacjom rzeczywistym. Wzrost mocy obliczeniowych komputerów spowodował także, że w przybliżonych metodach rozwiązywania (heurystyk) coraz częściej stosuje się modele decyzyjne wykorzystywane dotychczas głównie do wyznaczania rozwiązań dokładnych.

Przedstawiona powyżej tematyka badań doprowadziła do sformułowania głównego celu pracy i określenia celów cząstkowych. Celem zasadniczym pracy jest stworzenie zbioru modeli decyzyjnych (poprzez wybór i modyfikację istniejących, a także opracowanie nowych) do koordynacji strumieni podaży produktów w łańcu-

⁴ D. Bowersox, N. Lahowchic, *Start pulling your chain: leading responsive supply chain transformation*, OGI Enterprises, Parland 2008.

chach dostaw. Zaproponowany zbiór powinien stanowić spójny system i zapewnić wspomaganie procesu decyzyjnego na każdym etapie przepływu. Konieczne jest ponadto wskazanie przestrzeni zastosowań tych sformułowań, gdyż użycie modeli jest często pomijane w procesie decyzyjnym w omawianym obszarze. Przyczyną nie jest jednak brak świadomości decydenta, lecz trudność modelowania tak złożonych sytuacji decyzyjnych, do jakich niewątpliwie należy funkcjonowanie łańcucha dostaw. Tak ogólnie zdefiniowany cel badawczy został rozwinięty w postaci sześciu celów szczegółowych.

Pierwszym celem jest dokładne zdefiniowanie obiektu badawczego: łańcucha dostaw, jego elementów oraz sposobów percepcji. Aby wyraźnie ukazać tendencje rozwojowe oraz tło koncepcji współpracy przedsiębiorstw, konieczne jest przedstawienie genezy pojęcia „łańcuch dostaw” oraz etapów jego rozwoju. Dokładana analiza znaczenia tego pojęcia i zakresu zarządzania łańcuchem dostaw będzie stanowiła punkt wyjścia do dalszych rozważań, związanych bezpośrednio z modelami decyzyjnymi.

Jako cel drugi przyjęto identyfikację składowych i zakresu procesu planowania funkcjonowania łańcucha dostaw. Całościowe spojrzenie ma ukazać nową perspektywę, w której postuluje się tworzenie planów uwzględniających zarówno możliwości sterowania podażą, jak i w ograniczonym zakresie popytem, oraz rozpatruje się równoległe operacje produkcyjne i dystrybucyjne. Sposób rozważania operacji produkcyjnych – jak i operacji przemieszczeń, rozpatrywanych najczęściej na najniższym, operacyjnym poziomie planowania – w kontekście postulowanego całościowego ujęcia wymaga dokładnego określenia.

Trzecim celem jest określenie głównych uwarunkowań systemu planowania stosowanego w procesie podejmowania decyzji w łańcuchu dostaw. Dążenie do postrzegania łańcucha dostaw jako jednego systemu powoduje, że planowanie strumieni podaży produktów staje się wyjątkowo trudne. Złożoność tego procesu nie tylko wynika ze skomplikowanej natury samego obiektu badań, jakim jest łańcuch dostaw, ale jest często pochodną aspektów organizacyjnych. Podstawowym podejściem w przypadku skomplikowanych systemów jest użycie procedury planowania hierarchicznego, które to podejście sprawia, że postulat integracji planów łańcucha nie zostaje spełniony. Wydaje się zatem, że kluczową rolę w systemie planowania odgrywa odpowiednia hierarchia decyzji, tak aby uprościć proces planowania, a zarazem umożliwić uzyskanie korzyści z jego integracji.

Czwartym celem jest stworzenie modeli decyzyjnych służących do planowania przepływów w zadanym – dłuższym niż jeden okres – horyzoncie planowania. Rozwiązania stosowane dotychczas w tym obszarze to przede wszystkim modele statyczne, pozwalające na optymalizację dostaw w jednym okresie. Pojawiające się nowe propozycje podejść ze względu na poziom złożoności zagadnienia nie są możliwe do zastosowania w modelach zintegrowanych. Często przy ich konstrukcji przyjęto restrykcyjne założenia istotnie ograniczające możliwości aplikacji.

Jako cel piąty przyjęto przegląd modeli decyzyjnych planowania produkcji w kontekście podjętej tematyki badań. Optymalizacja jest obecna w planowaniu produkcji od lat 70., jednak specyfika łańcucha dostaw, w szczególności dążenie do synchronizacji strumieni podaży i popytu (zagwarantowania odpowiednich elastyczności i efektywności procesu produkcyjnego), jest powodem powstawania nowych podejść i sformułowań.

Realizacja szóstego celu wymagała stworzenia oraz weryfikacji modeli decyzyjnych wykorzystywanych w podejmowaniu zintegrowanych decyzji w obszarach planowania produkcji i przepływów. Rozważaniom także poddano zagadnienia dotyczące kształtowania poziomu zapasów, związane ściśle z każdym z tych obszarów.

W pracy wykorzystano gruntowne studia krajowej i zagranicznej literatury przedmiotu, opracowane klasyfikacje dotyczące obszarów zastosowania oraz wariantów modeli decyzyjnych. Proces wnioskowania w pierwszej części pracy został oparty na metodzie dedukcji – wychodząc od ogólnych przesłanek powstawania łańcuchów dostaw, zidentyfikowano podstawowe obszary, w ramach których podejmowane są decyzje dotyczące koordynacji strumieni podaży produktów w łańcuchu dostaw. Wykazano także konieczność integracji tych obszarów. Ogólne wnioski uzyskane na tym etapie prac zostały porównane z wybranymi, opisanymi w literaturze podejściami do planowania zintegrowanego stosowanego w nowoczesnych łańcuchach dostaw. Natomiast do budowy i weryfikacji modeli decyzyjnych wykorzystano metody badań operacyjnych. Analiza literatury oraz obserwacje systemów rzeczywistych poczynione w czasie realizacji projektów doradczych pozwoliły autorowi zidentyfikować przesłanki budowy modeli decyzyjnych. Przy opracowaniu zagadnień testowych użytych do weryfikacji modeli wykorzystano ogólnie dostępne dane, pozwalające zapewnić zgodność z systemami rzeczywistymi na poziomie struktury. Dane rzeczywiste dotyczące m.in. wielkości przepływów oraz kosztów ich realizacji, stanowiące w zdecydowanej większości tajemnice przedsiębiorstw, nie mogły zostać opublikowane.

Praca składa się z pięciu rozdziałów, których układ został podporządkowany problemowi badawczemu i sformułowanym celom. W rozdziale pierwszym przeanalizowano pojęcia łańcucha dostaw oraz zarządzania łańcuchem dostaw. W przypadku pierwszego z nich wskazano różne sposoby rozumienia jego szerokiego znaczenia, natomiast w przypadku drugiego wskazano podstawowe grupy podejść i określono główne różnice pomiędzy nimi. Rozdział pierwszy wprowadza w zagadnienia współpracy przedsiębiorstw w ramach łańcucha dostaw. Jak wykazano, pojęcia łańcucha dostaw i zarządzania łańcuchem dostaw, będące przedmiotem rozważań zawartych w pracy, można uznać za jedno z najbardziej nieprecyzyjnych pojęć obecnych czasów. W celu wprowadzenia pewnego porządku przyjęto spójną koncepcję terminologii w obszarze zaawansowanej współpracy przedsiębiorstw. Wprowadzono i zdefiniowano takie pojęcia, jak „koncepcja łańcucha dostaw” i „zarządzanie zorientowane na łańcuch dostaw”, oraz rozważono szczegółowo pojęcia „łańcuch dostaw”, „zarządzanie łańcuchem dostaw” i „koordynacja w łańcuchu dostaw”.

W rozdziale drugim omówiono zastosowanie modeli decyzyjnych w zarządzaniu łańcuchem dostaw, wskazano podstawowe kierunki rozwoju i stosowane rozwiązania. Analiza przedstawiona w pierwszej części tego rozdziału pozwoliła wyodrębnić elementy składowe problemu planowania strumieni podaży produktów w łańcuchu dostaw. Wszystkie przedsiębiorstwa – niezależnie od rodzaju prowadzonej działalności – starają się możliwie najlepiej dopasowywać działania do przyszłego popytu, niektóre nawet próbują nim sterować. Jednym z podstawowym sposobów działania jest w tym przypadku opracowywanie prognoz lub planów sprzedaży. Informacje te, bez względu na sposoby ich uzyskiwania, stają się podstawą decyzji związanych z przepływami rzeczowymi w łańcuchu dostaw. Tradycyjne techniki kontroli dostępności ATP (ang. *available to promise*) są zastępowane podejściami bardziej zaawansowanymi, polegającymi na uwzględnieniu nie tylko zapasów i wielkości produkcji nie przypisanych do zamówień, lecz także dostępnej zdolności maszyn czy kontyngentów zakupowych. Pojawiają się także nowe koncepcje kontroli dostępności, realizowane już na etapie planowania. Ich wykorzystanie wymaga zastosowania podejść zintegrowanych.

W rozważaniach przyjęto kroczący horyzont planowania. Podejście to ma swoje korzenie jeszcze w latach 60. i z tego powodu może wydawać się przestarzałe. Powszechność jego stosowania w praktyce biznesowej sprawia jednak, że badania w obszarze planowania muszą być osadzone w tej właśnie metodyce. W rozdziale drugim wskazano trzy główne składowe problemu planowania strumieni podaży produktów w łańcuchach dostaw: planowanie przepływów rzeczowych, planowanie produkcji oraz planowanie zapasów. Składowe te zostaną omówione w kolejnych częściach pracy. Rozdział drugi kończy przegląd podstawowych grup modeli decyzyjnych wykorzystywanych w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Zaproponowano podział metod optymalizacyjnych na trzy grupy według metaobszaru funkcjonalnego, którego dotyczą.

W przypadku części badań dotyczących planowania przepływów rzeczowych (ich wyniki są zaprezentowane w rozdziale trzecim) podstawowym zadaniem było opracowanie uproszczonego modelu planowania dostaw (całopojazdowych, jak i tras dostaw) w ujęciu dynamicznym. Choć istnieje kilka sformułowań i algorytmów realizujących to zadanie, są one na tyle złożone, że ich użycie w innych równie skomplikowanych sformułowaniach (takich jak np. planowanie produkcji) staje się zadaniem bardzo trudnym. Zaletą przedstawionej propozycji modelu decyzyjnego jest możliwość wykorzystania do jego rozwiązywania standardowych narzędzi optymalizacyjnych oraz zastosowania tego sformułowania w przypadku modeli złożonych, obejmujących kilka obszarów funkcjonalnych. Podstawowym problemem przy jej opracowaniu była konieczność rozważenia przepływów w odniesieniu do strumieni podaży produktów rozpatrywanych w horyzoncie średniookresowym. Zagadnienia te dotychczas były rozważane przede wszystkim w ujęciu statycznym, na poziomie operacyjnym.

W rozdziale czwartym omówiono zagadnienia związane z planowaniem produkcji. Zgodnie z założeniem przyjętym w rozdziale drugim koordynacja strumieni podaży produktów jest realizowana w horyzoncie średniookresowym. W takim samym horyzoncie została więc rozpatrzona problematyka planowania produkcji. Rozważono tutaj różne, istotne na tym poziomie planowania elementy środowiska produkcyjnego, takie jak: partie wytwarzania i związane z nimi operacje przebrożeń, struktura wytwarzania produktu, różne warianty zasobów produkcyjnych (alternatywne, równoległe), a także zaproponowano uwzględnienie składowych związanych z decyzjami w sferze popytowej, takich jak: odroczenie wykonania zamówienia czy niepełne zaspokojenie zapotrzebowania.

Ostatni rozdział dotyczy problematyki podejmowania decyzji równoległe w obszarach planowania przepływów oraz planowania produkcji. W odniesieniu do łańcucha dostaw zidentyfikowano dwie podstawowe sytuacje, w których pojawia się konieczność zintegrowanego planowania przepływów i produkcji. Pierwsza z nich to sytuacja, w której wytwarzanie jest realizowane w wielu zakładach, a planowane przepływy odbywają się pomiędzy dużymi węzłami łańcucha (producentami, dystrybutorami). Konieczne jest wtedy zarówno uwzględnienie dostępnych zdolności produkcyjnych, magazynowych oraz transportowych, kosztów ich wykorzystania, jak i zaplanowanie sprawnego przepływu produktów i komponentów pomiędzy zakładami. Sytuacja druga to podejmowanie decyzji dotyczących wytworzenia oraz dystrybucji produktów gotowych z miejsca produkcji do detalisty lub odbiorcy końcowego. Tego typu problemy są spotykane najczęściej w branży szybko rotujących dóbr konsumpcyjnych, gdzie ze względu na krótkie okresy przydatności do spożycia oraz inne dodatkowe warunki dostaw konieczne jest odpowiednie skoordynowanie procesu produkcji z terminami dostaw. W odróżnieniu od wariantu pierwszego, w którym liczba węzłów źródłowych oraz docelowych jest porównywalna, w sytuacji drugiej liczba węzłów docelowych jest wyraźnie większa. Podjęta tematyka badawcza wymaga rozwiązywania skomplikowanych, w większości przypadków NP-trudnych zadań, których struktura istotnie utrudnia znalezienie rozwiązań.

Monografia powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o numerze N N111 713440 nt. *Metody optymalizacyjne w planowaniu działalności łańcucha dostaw*, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w okresie od 14 maja 2011 r. do 14 maja 2013 roku. Szczegółowy opis instancji testowych (m.in. czas rozwiązywania i wartości funkcji celu), które wykorzystano w niniejszej pracy, zawiera raport końcowy z realizacji wymienionego projektu badawczego.

Za pomoc i merytoryczną opiekę dziękuję prof. Stanisławowi Krawczykowi. Jego wsparcie umożliwiło napisanie tej książki. Pragnę podziękować także Recenzentom – prof. Tadeuszowi Trzaskalikowi oraz prof. Cezaremu Mańkowskiemu, których uwagi pozwoliły nadać pracy ostateczny kształt.

Paweł Hanczar