POLITECHNIKA POZNAŃSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

ROZPRAWA DOKTORSKA

Wpływ integracji procesów planowania na efektywność przepływu materiałowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym w zróżnicowanych warunkach otoczenia

Autor:

mgr inż. Michał ADAMCZAK

Promotor:

dr hab. inż. Marek FERTSCH, prof. PP

Promotor pomocniczy:

dr inż. Piotr CYPLIK

Poznań 2015

Chciałbym złożyć serdeczne podziękowania promotorowi pracy
Panu prof. dr hab. inż. Markowi Fertschowi
oraz promotorowi pomocniczemu Panu dr inż. Piotrowi Cyplikowi
za wszelką pomoc, jakiej mi udzieli, oraz za ich cenne uwagi merytoryczne.

Dziękuję swojemy pracodawcy
Wyższej Szkole Logistyki z siedzibą w Poznaniu
za stworzenie warunków do rozwoju naukowego.

Dziękuję również kolegom z pracy za długie dyskusje i cenne wskazówki.

Szczególne podziękowania składam
mojej Żonie Magdzie za cierpliwość, wyrozumiałość i wsparcie.

Spis treści

Streszczenie 5
Abstract 7
Wprowadzenie 9
1. Zakres, cele, hipotezy pracy doktorskiej 11
1.1. Uzasadnienie podjęcia tematu i opis luki badawczej 11
1.2. Zakres i cel pracy 12
1.3. Założenia wstępne i hipotezy pracy 13
1.4. Metodyka pracy badawczej 14
2. Planowanie w przedsiębiorstwach produkcyjnych 18
2.1. Znaczenie planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 18
2.1.1. Istota planowania 18
2.1.2. Rodzaje planów 20
2.1.3. Metody planowania 23
2.2. Struktura planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 24
2.2.1. Struktura procesów planowania produkcji 24
2.2.2. Wybrane elementy planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 31
2.3. Planowanie sprzedaży i operacji 33
2.3.1. Definicja planowania sprzedaży i operacji 33
2.3.2. Metody badawcze wykorzystywane w analizie SOP 36
2.3.3. Kontekst strukturalny SOP 38
2.3.4. Kontekst procesowy SOP 39
2.3.5. Kontekst wdrożeniowy SOP 41
2.4. Strategie produkcyjne 44
3. Integracja procesów 47
3.1. Istota podejścia procesowego 47
3.2. Determinanty i kierunki integracji procesów 49
3.2.1. Ewolucja rynku 49
3.2.2. Kierunki integracji 50
3.2.3. Czynniki integracji 52
3.3. Modele integracji w łańcuchach dostaw 54
3.4. Doskonalenie procesów 59
4. Efektywność przepływu materiałowego 63
4.1. Pojęcie efektywności 63
4.2. Pomiar efektywności 69
5. Wybrane aspekty modelowania i symulacji procesów przepływu materiałowego 77
5.1. Modelowanie i symulacja jako metoda badawcza 77
5.1.1. Modelowanie i symulacje w badaniach ilościowych 77
5.1.2. Model i modelowanie 78
5.1.3. Symulacja procesów i metody eksperymentu 80
5.1.4. Walidacja modelu symulacyjnego 83
5.2. Architektury referencyjne w zarządzaniu 85
5.3. Otoczenie przedsiębiorstwa 87
6. Badania własne 92

6.1. Badanie pilotażowe 92
6.2. Identyfikacja struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 95
6.2.1. Metodyka badania struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 95
6.2.2. Wyniki badania struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 97
6.3. Ocena elementów otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych 100
6.3.1. Metodyka badania 100
6.3.2. Wyniki badania elementów otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych 102
6.4. Wnioski z badań własnych 108
7. Model badawczy 111
7.1. Założenia ogólne 111
7.1.1. Podstawy modelu 111
7.1.2. Architektura referencyjna modelu 113
7.1.3. Model SCOR 115
7.1.4. Wybrane mierniki efektywności 119
7.2. Modelowania zjawisk 123
7.2.1. Modelowanie integracji procesów planowania 123
7.2.2. Modelowanie elementów otoczenia 128
7.2.3. Modelowanie elementów uzupełniających 133
7.3. Postać strukturalna modelu 134
7.4. Ujęcie procesowe modelu 140
7.5. Opis modelu symulacyjnego 145
7.5.1. Atrybuty modelu symulacyjnego 145
7.5.2. Struktura modelu symulacyjnego 147
7.5.3. Raport wyników 151
7.6. Walidacja modelu badawczego 153
8. Badania symulacyjne 157
8.1. Zmienne decyzyjne 157
8.2. Plan eksperymentów symulacyjnych 158
8.3. Analiza wyników symulacji 161
8.3.1. Struktura analiz 161
8.3.2. Analiza iteracji 164
8.3.3. Analiza współzależności miar wyników 167
8.3.4. Analiza w ujęciu statycznym 168
8.3.5. Analiza w ujęciu dynamicznym 180
9. Zakończenie 196
Bibliografia 201
Spis rysunków 219
Spis wykresów 221
Spis tabel 223
Spis załączników 225

Streszczenie

Tło badań: Współcześnie przedsiębiorstwa konkurujące na rynku muszą oferować swoim klientom produkty o wysokim stopniu dopasowania do ich potrzeb oraz po akceptowalnym koszcie. Dopasowanie do potrzeb to nie tylko i wyłącznie zestaw określonych funkcji spełnianych przez produkt, ale także jego dostępność: przestrzenna i czasowa. Dynamika zmian tych potrzeb w połączeniu z presją obniżania cen jest szczególnie istotna dla przedsiębiorstw realizujących strategię produkcyjną MTS (produkcja na zapas). Planowanie przy dużej zmienności warunków otoczenia obniża efektywność tego procesu. Liczne publikacje naukowe wskazują, że rozwiązaniem tego problemu może być integracja zarówno w wymiarze wewnętrznym (pomiędzy obszarami funkcjonalnymi przedsiębiorstwa) jak i zewnętrznym (pomiędzy podmiotami gospodarczymi). Skupiając swoją uwagę na procesach planowania szczególnie istotna jest integracja wewnętrzna. Wychodząc z powyższych założeń autor pracy powołał hipotezę badawczą: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć efektywność przepływu materiałowego.

Metody: Na potrzeby weryfikacji postawionej hipotezy autor pracy opracował model integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Model uwzględnia nie tylko charakterystykę procesów planowania, ale również zróżnicowane warunki otoczenia i ich wpływ na przepływ materiałowy. Model opracowano w oparciu o wnioski wyciągnięte z analizy źródeł wtórnych (literatury przedmiotu) oraz pierwotnych (badań własnych). W ramach studiów literatury przeanalizowano takie zagadnienia jak: teoria planowania ze szczególnym uwzględnieniem struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych, metody planowania na różnych poziomach zarządzania, modele integracji, teorię modelowania procesów oraz architektury referencyjne zarządzania. Badania własne dotyczyły struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz elementów otoczenia tych podmiotów gospodarczych. Model w ujęciu konceptualnym opracowano przy wykorzystaniu: modeli integracji SCOR, architektury referencyjnej GRAI, metody planowania na poziomie taktycznym SOP, zmodyfikowanej metody prognostycznej (metody doskonalenia organizacji) oraz notacji graficznych IDEF0 i UML. Model skomputeryzowany opracowano w narzędziu iGrafx Process for Six Sigma 2013 przy użyciu notacji Swimline. Eksperymenty symulacyjne i analizę statystyczną ich wyników

przeprowadzono w oprogramowaniu Minitab 17 przy użyciu takich metod jak: analiza korelacji, regresji, testowanie hipotez statystycznych (jedno i dwustronnych).

Wyniki: Efektem realizacji pracy są nie tylko wyniki badań symulacyjnych, ale także autorskie ujęcie integracji procesów planowania oraz sposób modelowania otoczenia przedsiębiorstwa. Integracje procesów planowania opisano w sposób jakościowy wydzielając cztery możliwe do zaistnienia poziomy. Modelowanie otoczenia oparto o wyniki badania metodą ekspercką (w badaniu eksperci identyfikowali siłę wpływu poszczególnych elementów otoczenia i ich charakterystyk na przedsiębiorstwo produkcyjne). W analizie wyników symulacji skupiono się na zależnościach pomiędzy wartościami wskaźników OTIF oraz rentowności sprzedaży a poziomem integracji procesów planowania i stanem otoczenia (rozumianym jako intensywność jego zmian). W wyniku przeprowadzonych analiz statystycznych udało się potwierdzić istnienie korelacji pomiędzy wartościami wymienionych wskaźników a poziomem integracji procesów planowania. Na potrzeby weryfikacji hipotezy badawczej w zróżnicowanych warunkach otoczenia opracowano analizę w ujęciu dynamicznym (analizę opartą o różnice wartości wskaźników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania). Jej wynik potwierdził, że większe różnice wartości wskaźników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania występują w warunkach mniej stabilnego otoczenia.

Wnioski: Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na pozytywną weryfikację postawionej hipotezy badawczej. Wzrost poziomu integracji procesów planowania powoduje wzrost efektywności przepływu materiałowego. Efektywność w tym ujęciu rozumiana jest jako suma sprawności (mierzonej wskaźnikiem poziomu obsługi klienta - OTIF) i skuteczności działania (mierzonej wskaźnikiem rentowności sprzedaży). Analizując wyniki badań według kryterium zmienności otoczenia zewnętrznego należy wskazać, że integracja procesów planowania jest tym istotniejsza im bardziej niestabilne jest środowisko organizacji.

Abstract

Background: Today, companies competing in the market need to offer their customers products with a high degree of fit to their needs and at an acceptable cost. Degree of fit to customer needs is not only a set of specific functions performed by the product but also its availability: spatial and temporal. Dynamics of changes in those needs, combined with the pressure lowering prices is particularly important for companies pursuing a MTS production strategy (production to inventories). Planning at the high variability of the environment conditions reduces the efficiency of the process. Numerous scientific publications indicate that the solution to this problem would be to integrate both internally (between the functional areas of the enterprise) and externally (between operators). Focusing on processes of planning, internal integration is particularly important. Starting from these assumptions author of a work has created research hypothesis: Increased level of integration planning processes in a manufacturing company is able to improve the efficiency of the material flow.

Methods: In order to verify hypothesis author of the paper developed a model of integration planning processes in a manufacturing company. The model takes into account not only the characteristics of planning processes but also diverse environmental conditions and their impact on the flow of material. The model was developed based on lessons learned from the analysis of secondary sources (literature) and primary (own research). As part of the study of literature examines such issues as: the theory of planning with particular emphasis on structures, planning processes in manufacturing companies, methods of planning at various levels of management, integration models, theory of modeling and enterprise architectures. Own studies have concerned on structures of planning processes in manufacturing companies and elements of the environment of these businesses. In terms of conceptual model was developed using: SCOR integration model, GRAI reference architecture, planning method at the tactical level SOP, modified forecasting method (the method of improvement of the organization) and graphical notation IDEF0 and UML. Computerized model developed in the tool iGrafx Process 2013 for Six Sigma with the notation Swimline. Simulation experiments and statistical analysis of the results was carried out in the software Minitab 17 using a method such as correlation analysis, regression analysis and testing of statistical hypotheses (oneside and bothside).

Results: The result of the implementation of the work is not only the results of simulation studies but also model of integration of planning process and the method of modeling the enterprise environment. Integration of planning processes described in a qualitative way with four possible levels of existence. The modeling environment is based on the results of the study by an expert (in the study, experts identified the impact of the key elements of the environment and their characteristics on the manufacturing company). Analysis of simulation results have focused on the relationship between the values of the indicators of OTIF and return on sales and the level of integration of planning process and the state of the environment (understood as the intensity of its changes). Results of statistical analysis have confirmed a correlation between the values of these indicators and the level of integration of planning process. In order to verify the research hypothesis in diverse environmental conditions a dynamic analysis (an analysis based on differences of values of indicators between successive levels of integration of planning process) was developed. Its outcome has confirmed that the bigger differences between the values of successive levels of integration of planning processes occur in less stable environment conditions.

Conclusions: Results of this study allow for a positive verification of the research hypothesis. The increase in the level of integration planning process increases the efficiency of material flow. Effectiveness in this research is the sum of efficiency (measured by the customer service level - OTIF) and the effectiveness of the (measured by the return on sales). Analyzing the results of studies according to the criteria volatility of the external environment should be pointed out that the integration planning process is particularly important given the more unstable the environment of the organization.

Wprowadzenie

Globalizacja w powiązaniu z rosnącymi wymaganiami klientów powoduje, że utrzymanie pozycji konkurencyjnej staje się coraz trudniejsze. Na rynku konkurują nie tylko same przedsiębiorstwa ale całe łańcuchy dostaw [Christopher 2000b, s.37]. Producenci w łańcuchach dostaw prowadzą swoją działalność operacyjną w powiązaniu z licznymi partnerami zarówno po stronie zaopatrzenia jak i sprzedaży. Powoduje to konieczność działania w warunkach wysokiej niepewności oraz zmieniających się danych wejściowych. Obecnie przedsiębiorstwa produkcyjne muszą zarządzać nie tylko w ramach swojej organizacji ale również być zaangażowanym w procesy zarządzania partnerów w górnej i dolnej części łańcucha dostaw [Handfield, Nichols 1999, s.54]. Szczególnym przypadkiem działalności produkcyjnej jest realizacja strategii produkcyjnej make to stock (MTS). Opiera się ona na prognozach sprzedaży danego produktu. Wytwarzane zgodnie z opracowanym planem produkcji (w oparciu o plany sprzedaży oraz dostępności zasobów) wyroby trafiają na magazyn skąd mogą być pobierane przez klientów [Wikner et al. 2007, s.147]. Efektywność procesów operacyjnych w tym modelu w dużej mierze determinowana jest przez stopień koordynacji planów. Należy również dodać, że z uwagi na charakterystykę procesów produkcyjnych (relatywnie duża kapitałochłonność oraz długi czas zmiany oferty produktowej) przedsiębiorstwa te w szczególności narażone są na negatywne skutki dynamicznych zmian otoczenia.

Dostępne wyniki badań [Pagel 2004; Dense et al. 2013; Seo et al. 2014] wskazują, że integracja procesów w łańcuchach dostaw, w tym w łańcuchach wewnętrznych pozwala na zwiększenie ich efektywności. Zdaniem autora pracy integracja procesów planowania może mieć szczególne znaczenie dla przedsiębiorstw produkcyjnych działających zgodnie z strategią produkcyjną MTS. Opracowany na potrzeby pracy model zintegrowanego planowania poddany został walidacji w dużym przedsiębiorstwie z branży budowy maszyn, które dla wydzielonej grupy asortymentowej realizuje strategię produkcyjną MTS.

Prowadzone w ramach pracy doktorskiej badania mają charakter podstawowy i służą identyfikacji wpływu integracji procesów planowania na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia. Identyfikacja tego zjawiska prowadzona jest w oparciu o badania symulacyjne. Podmiot badań stanowi opracowany model integracji procesów planowania oraz realizacji procesów operacyjnych związanych

z przepływem materiałowym. Projekt eksperymentów symulacyjnych odzwierciedla zróżnicowane warunki otoczenia.

1. Zakres, cele, hipotezy pracy doktorskiej

1.1. Uzasadnienie podjęcia tematu i opis luki badawczej

Przytoczone we wprowadzeniu charakterystyki współczesnego rynku oraz przedsiębiorstw produkcyjnych stały się punktem wyjścia w poszukiwaniu luki badawczej oraz kontekstu jej wypełnienia. Przeprowadzone przez autora pracy badania ankietowe wśród pracowników przedsiębiorstw produkcyjnych (wielkość próby 149 przedsiębiorstw) pozwoliły na dokonanie następujących obserwacji:

- 60% przedsiębiorstw posiada sprocedurowane procesy planistyczne;
- 40% ogółu przedsiębiorstw produkcyjnych deklaruje, że procesy planowania w nich funkcjonujące są ze sobą skoordynowane.

Naturalnym kierunkiem poszukiwań rozwiązania postawionego problemu jest integracja rozumiana jako likwidacja barier pomiędzy poszczególnymi funkcjami przedsiębiorstwa oraz pomiędzy przedsiębiorstwami w łańcuchu dostaw [Romano 2003, s.120]. Integracja procesów doskonale wpisuje się w koncepcje rozwoju logistyki, produkcji oraz łańcuchów dostaw. Z uwagi na postawiony problem szczególne znaczenie ma integracja procesów wewnętrznych pozwalająca na efektywną współpracę różnych komórek funkcjonalnych przedsiębiorstwa w ramach realizowanych procesów [Pagel 2004; Dense et al. 2013, Seo et al. 2014]. Integracja wewnętrzna wymaga przede wszystkim integracji planowania i kontroli realizacji procesów w celu identyfikacji warunków możliwych rozwiązań oraz okresowo występujących trudności [Gimenez, Ventura 2005, s.36].

Jednym z możliwych sposobów integracji procesów planowania jest planowanie sprzedaży i działalności operacyjnej (sales and operations planning SOP). Analizując światową literaturę tego przedmiotu należy wskazać ponad 100 publikacji w ostatnich 10 latach (badania prowadzono w przedziale czasowym od 2005 roku w oparciu o elektroniczne bazy EBSCO, Emerald, Web of Science oraz poszukiwania samodzielne). Około 75% z tych pozycji dotyczy wiedzy praktycznej z zakresu wdrożenia SOP. Około jednej czwartej pozycji stanowią opracowania naukowe [Tuomikangas, Kaipia 2014 s.248; badania własne]. W publikacjach naukowych najczęściej wykorzystywanymi metodami badawczymi do identyfikacji zjawisk związanych z planowaniem sprzedaży i działalności operacyjnej są: modele teoretyczne, badania ankietowe, studia przypadków i przeglądy literatury. Autorzy zaledwie dwóch publikacji wykorzystali w swoich pracach badania symulacyjne. Badania

te dotyczą optymalizacji realizacji zadań produkcyjnych w ramach modelu make-to-order [Feng et al. 2013] oraz realizacji planu S&OP w warunkach ciągłego dopływu zleceń produkcyjnych i zmiennego czasu ich realizacji [Affonso et al. 2008]. Istnienie tak małej liczby publikacji wyników badań symulacyjnych w obszarze planowania produkcji i działalności operacyjnej jest tym bardziej interesujące, że modelowanie można uznać za jedno z największych osiągnięć metodycznych nauki zarówno na polu badań podstawowych jak i stosowanych. Modelowanie jest skutecznym narzędziem poznawczym współczesnych zjawisk gospodarczych [Chaberek 2001, s.7].

Zidentyfikowano tym samym lukę badawczą w postaci braku badań ilościowych na temat wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia. Uzupełnienie istniejącej wiedzy o badania ilościowe wpływu integracji procesów planowania opisanych w sposób jakościowy przy wykorzystaniu metod modelowania, symulacji oraz statystycznej obróbki danych stanowić będzie cel pracy i nowatorski wkład w nauki o zarządzaniu.

1.2. Zakres i cel pracy

Uszczegóławiając zaproponowaną tematykę pracy zidentyfikowano jej zakres w czterech ujęciach:

- przedmiotowym – praca odnosi się do problematyki integracji procesów planowania i wpływu tego zjawiska na efektywność przepływu materiałowego. Dodatkowym aspektem stanowiącym wyróżnik niniejszych badań jest osadzenie wyżej wymienionego zagadnienia w zmiennych warunkach otoczenia;
- podmiotowym – nawiązując do zakresu przedmiotowego problematyka integracji procesów planowania zostanie w niniejszej pracy osadzona w warunkach funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego. Opracowany model oraz poczynione wnioski mają charakter uniwersalny, nie mniej jednak jak wynika z przeprowadzonych badań własnych jego implementacja z uwagi na skomplikowanie struktury procesów planowania będzie łatwiejsza w przedsiębiorstwach średnich i dużych.

- przestrzennym – w badaniach własnych wzięły udział przedsiębiorstwa z terytorium Polski. Opracowany model ma jednak charakter uniwersalny i jego zastosowanie oraz wnioski płynące z analizy nie mają określonego zakresu przestrzennego;
- czasowym – praca stanowi podsumowanie czterech lat zainteresowania tematem integracji procesów planowania i efektywnością przedsiębiorstw produkcyjnych.

Na podstawie zaprezentowanego zakresu pracy zdefiniowano jej cel główny, którym jest:

- Badanie wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia.

Dążąc do realizacji celu głównego pracy można postawić cztery cele szczegółowe:

- opracowanie algorytmów zintegrowanego planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym;
- ppracowanie modelu symulacyjnego zintegrowanego planowania oraz przepływu materiałowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym;
- opracowanie planu i przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych służących identyfikacji wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia;
- identyfikacja zależności pomiędzy poziomem integracji procesów planowania, a miarami operacyjnymi poziomu obsługi klienta oraz rentowności sprzedaży dla różnych warunków otoczenia;

Realizacja powyższych celów pozwoli na opracowanie wytycznych dotyczących kierunków integracji procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Opracowane rekomendacje mogą przyczynić się do nakierowania organizacji na drogę wzrostu efektywności działalności operacyjnej realizowanej w warunkach zmiennego otoczenia.

1.3.Założenia wstępne i hipotezy pracy

Mając na uwadze charakterystykę współczesnego rynku oraz dostępną wiedzę z zakresu zarządzania zaprezentowane we wprowadzeniu oraz rozdziale 1.1, opracowano założenia wstępne pracy:

- integracja procesów w łańcuchach dostaw w tym w łańcuchach wewnętrznych wpływa pozytywnie na ich efektywność;
- planowanie ma istotny wpływ na przebieg procesów operacyjnych oraz na ich efektywność;
- dynamiczne zmiany zachodzące w otoczeniu przedsiębiorstw produkcyjnych i konieczność dostosowywania się do nich mają wpływ na efektywność procesów operacyjnych realizowanych w tych podmiotach;
- celem głównym przedsiębiorstwa realizującego strategię produkcyjną MTS w warunkach silnej konkurencji jest maksymalizacja poziomu obsługi klienta przy zachowaniu dodatniej rentowności sprzedaży.

Postawiona na podstawie powyższych założeń hipoteza brzmi:

- H1: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć efektywność przepływu materiałowego.

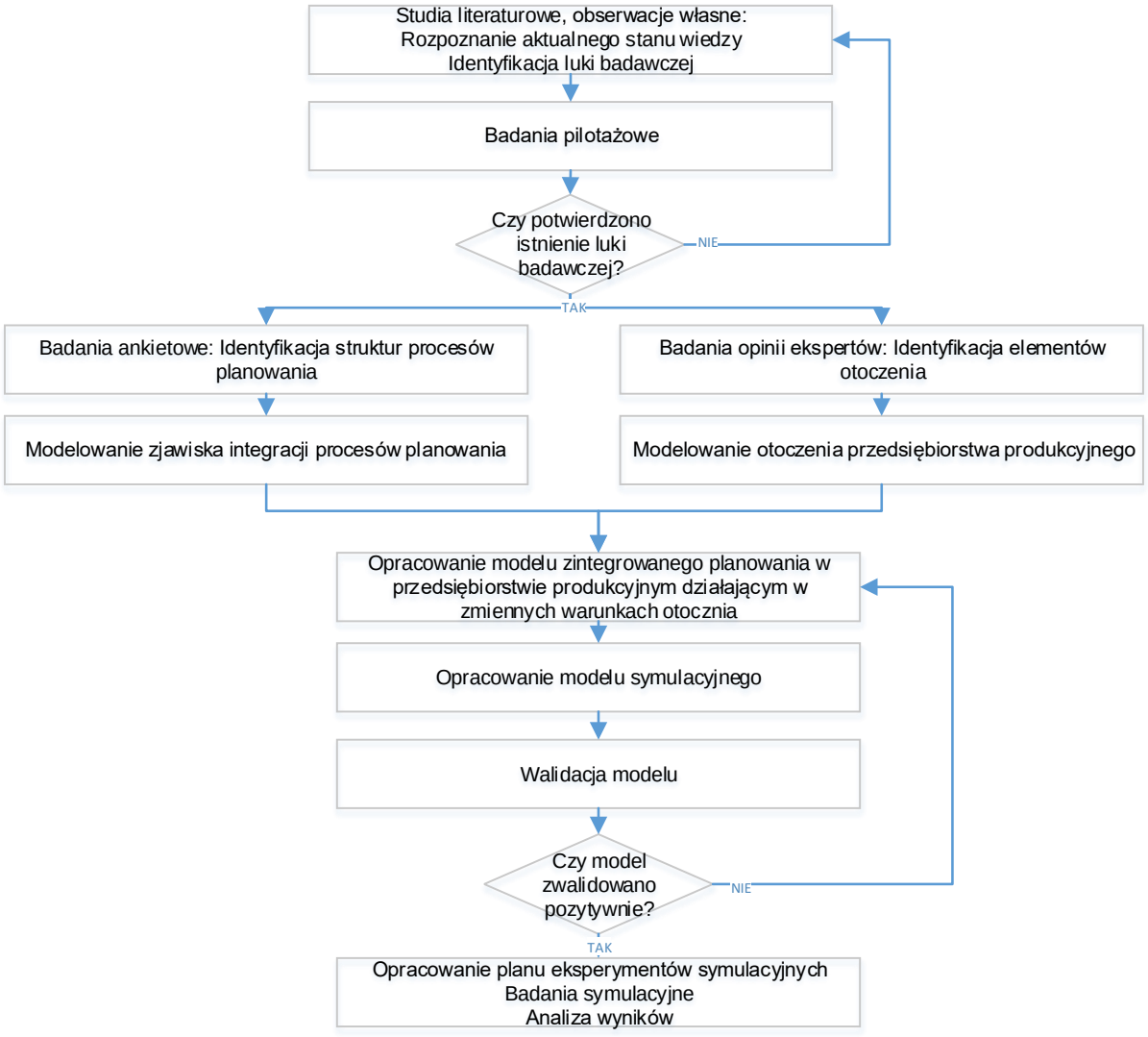
Dopełnieniem postawionej hipotezy głównej są trzy hipotezy pomocnicze:

- H2: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym powoduje podwyższenie poziomu obsługi klienta.
- H3: Wzrost poziomu integracji procesów planowania pozwala na podwyższenie rentowności sprzedaży przedsiębiorstwa produkcyjnego.
- H4: Istotność integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest tym większa im bardziej niestabilne jest jego otoczenie.

Weryfikacja hipotez prowadzona jest za pomocą testów statystycznych wykonywanych w oparciu o wyniki eksperymentów symulacyjnych.

1.4.Metodyka pracy badawczej

Realizacja celu pracy oraz weryfikacja postawionej hipotezy wymaga podjęcia szeregu działań badawczych. Dążąc do ich uporządkowania opracowano metodykę realizacji pracy identyfikującą kolejne zadania oraz istniejące pomiędzy nimi związki przyczynowo skutkowe. Ujęcie schematyczne tej metodyki przedstawiono na rysunku 1.1.



Rysunek 1.1. Metodyka pracy badawczej

Źródło: Opracowanie własne

W realizacji zaprezentowanych na rysunku 1.1 zadań wykorzystano opisane w literaturze metody badawcze. W tabeli 1.1 dokonano zestawienia zadań wraz z użytymi metodami i narzędziami badawczymi.

Tabela 1.1. Wzorzec analityczny przyjętej metody badawczej

Zadanie badawcze	Szczegółowe zadania badawcze	Zastosowane metody i narzędzia badawcze	Zastosowanie w części badawczej pracy
Studia literaturowe	▪ analiza procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych; ▪ identyfikacja znaczenia integracji w łańcuchach dostaw ze szczególnym uwzględnieniem integracji wewnętrznej; ▪ identyfikacja modeli integracji; ▪ rozpoznanie podejścia procesowego i systemowego do przedstawienia i analizy rzeczywistości biznesowej; ▪ identyfikacja elementów otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego.	▪ przegląd i analiza piśmiennictwa naukowego zagranicznego i krajowego.	Rozdziały 2, 3, 4, 5
Modelowanie zjawiska integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym	▪ identyfikacja struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych; ▪ wybór planów włączonych do planu zintegrowanego na poziomie taktycznym; ▪ opracowanie poziomów integracji procesów planowania wraz z opisem jakościowym każdego z poziomów.	▪ badania pilotażowe: wywiad bezpośredni indywidualny standaryzowany; ▪ identyfikacja struktur – badania ankietowe internetowe; ▪ poziomy integracji: czterostopniowa skala oceny Oliviera Wighta.	Rozdziały 6.1, 6.2, 7.2.1
Modelowanie otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego	▪ wybór elementów otoczenia na podstawie studiów literaturowych; ▪ identyfikacja siły oddziaływania wybranych elementów otoczenia; ▪ identyfikacja możliwości wpływania i reagowania na poszczególne elementy otoczenia; ▪ identyfikacja siły oddziaływania charakterystyk wybranych elementów otoczenia; ▪ identyfikacja możliwości wpływania i reagowania na charakterystyki wybranych elementów otoczenia.	▪ badanie opinii ekspertów wykorzystujące elementy metody delfickiej.	Rozdziały 6.3, 7.2.2
Opracowanie kompleksowego modelu zintegrowanego planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym działającym w zmiennych warunkach otocznia	▪ opracowanie struktury modelu zintegrowanego planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym działającym w zmiennych warunkach otocznia; ▪ opracowanie algorytmów decyzyjnych wykorzystywanych w modelu; ▪ identyfikacja miar wyników.	▪ architektura organizacji – model GRAI; ▪ model łańcucha dostaw SCOR; ▪ proces Sales and Operations Planning (SOP); ▪ zmodyfikowana metoda prognostyczna; ▪ notacja IDEF0; ▪ schematy blokowe UML	Rozdziały 7.3, 7.4
Opracowanie modelu symulacyjnego	▪ stworzenie narzędzia symulacyjnego w wybranym oprogramowaniu; ▪ odzwierciedlenie zamodelowanych poziomów integracji; ▪ odzwierciedlenie otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego; ▪ przygotowanie modelu do automatyzacji procesu eksperymentowania.	▪ środowisko symulacyjne iGrafx Process for SixSigma 2013; ▪ notacja graficzna Swim Line.	Rozdział 7.5

Zadanie badawcze	Szczegółowe zadania badawcze	Zastosowane metody i narzędzia badawcze	Zastosowanie w części badawczej pracy
Prace badawcze symulacyjne weryfikujące poprawność i kompletność opracowanego modelu	▪ opracowanie planu eksperymentów symulacyjnych; ▪ realizacja eksperymentów symulacyjnych; ▪ gromadzenie i obróbka wyników badań; ▪ formułowanie wniosków końcowych (weryfikacja hipotez).	▪ eksperymenty sztuczne symulowane; ▪ oprogramowanie symulacyjne iGrafx Process for SixSigma 2013; ▪ oprogramowanie statystyczne Minitab 17 (statystyki opisowe, graficzna prezentacja danych, analiza korelacji, regresji, testowanie hipotez statystycznych)	Rozdział 8

Źródło: Opracowanie własne

Szczegółowy opisu poszczególnych metod i technik badawczych wraz z ich zastosowaniem w opracowanym modelu przedstawiono w dalszej części pracy.

2. Planowanie w przedsiębiorstwach produkcyjnych

2.1. Znaczenie planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych

2.1.1. Istota planowania

Planowanie jest nieodłączną częścią zarządzania. Uważa się nawet, że planowanie jest najważniejszą funkcją zarządzania, gdyż bez dobrego planu nie może być mowy o właściwym wypełnianiu pozostałych [Chrostowski i Szczepanowski 2007, s.180]. Planowanie, jako funkcję zarządzania wyrażają zdaniem Knootza i O'Donnella cztery podstawowe zasady [Koontz, O'Donell 1969, s.508-510]:

- przyczynianie się do osiągnięcia celów – bez planu wszelka działalność przeradza się w chaos;
- prymat planowania – pomimo, iż funkcje zarządzania się przeplatają, to planowanie z uwagi na określanie celów odgrywa szczególną rolę;
- kompletność planowania – planowanie jest funkcją realizowaną przez każdego kierownika;
- efektywność planowania – cele należy osiągać przy minimalnych niepożądanych konsekwencjach.

Mając na uwadze znaczenie planowania dla współczesnych organizacji należy sprecyzować czym ono jest. R.W. Griffin [Griffin 2006, s.41] definiuje planowanie, jako *„wytyczanie celów organizacji i określanie sposobu ich najlepszej realizacji"*. Zbliżony pogląd na temat planowania prezentuje R.L. Ackoff [Ackoff 1993, s.35] zdaniem, którego jest to *„…planowanie przyszłości, jakiej pragniemy oraz skutecznych środków jej realizacji"*. Należy zwrócić uwagę, że podkreślona zostaje celowość podejmowanych działań. Realizowane przedsięwzięcia muszą przybliżać organizację do osiągnięcia postawionych celów optymalizując jednocześnie ich koszt. R.W. Griffin w innej swojej pracy [Griffin 2006, s.205] zwraca uwagę na różnorodność celów, jakie definiowane są w przedsiębiorstwach i poważnych kłopotach, jakie się z tym wiążą. Wynikają one głównie z braku spójności celów oraz konfliktów funkcjonalnych występujących w przedsiębiorstwach.

Zdaniem Kisielnickiego [Kisielnicki 2008, s.88] planowanie jest *„…procesem decyzyjnym, którego zadanie polega na osiągnięciu wyznaczonych celów"*. Rozumując planowanie, jako

proces[1] należy wskazać jego etapy. Zdaniem Klasika [Klasik (red.) 1993, s.28] można wyróżnić następujące:

- ustalanie celów;
- identyfikacja problemów;
- poszukiwanie alternatywnych rozwiązań;
- ocenianie konsekwencji;
- dokonanie wyboru;
- wdrażanie planu;
- kontrola realizacji.

Na każdym z etapów planowania podejmowane są decyzje będące odpowiedziami na pojawiające się pytania. Zdaniem Guda [Gud 1980, s.21] trzy podstawowe pytania w procesie planowania to:

- Dokąd zmierzasz?
- W jakim otoczeniu się znajdujesz?
- Jak się dostaniesz tam dokąd zmierzasz?

Planowanie jest procesem decyzyjnym, w który jest ciągiem świadomych czynności do o charakterze intelektualnych analiz i sądów doprowadzających do wyboru najlepszego rozwiązania wg. określonego kryterium [Kisielnicki, Turyna 2012, s.17].

Charakterystyka planowania jest w dużej mierze uzależniona od fazy wzrostu przedsiębiorstwa. R.A. Webber [Webber 1984, s.277] wyróżnia wg tego kryterium cztery etapy planowania:

- etap przedsiębiorczości – planowanie ograniczone jest do rozwiązywania bieżących problemów;
- etap luki administracyjnej – początki sformalizowanego planowania o krótkim horyzoncie czasu;
- etap luki oczekiwań – plany skupiają się głównie wokół tworzenia wizji dalszego funkcjonowania przedsiębiorstwa;
- etap strategicznego rozwoju – plany dotyczą wzrostu organizacji oraz dywersyfikacji działalności.

Wynikiem procesu planowania jest plan. Typologię planów przedstawiono w kolejnym rozdziale pracy.

[1] Więcej na temat procesów w rozdziale 3.1.

2.1.2. Rodzaje planów

W literaturze naukowej można odszukać rozmaite klasyfikacje planów. Ze względu na ilość kryteriów według, których można dokonać podziału niezbędne jest wyłonienie tych, które w sposób najbardziej precyzyjny przedstawią problematykę poruszaną w tej pracy. A.K. Koźmiński [Koźmiński 1975, s.128] rodzaje planów ujmuje w wymiarach procesu planowania. Wyróżnia pięć podstawowych wymiarów:

- przedmiot – określa sfery działania organizacji, której dotyczy;
- elementy – obejmują m.in.: ogólne zasady, cele, zadania, budżety, procedury;
- czas – okres na jaki tworzony jest plan;
- charakterystyki – inaczej zwane cechami planu m.in.: koszt, racjonalność, elastyczność, jawność, forma, znaczenia;
- układ organizacyjny – szczebel organizacji, dla którego opracowywany jest plan.

Chrostowski i Szczepanowski wskazują jako jeden z istotniejszych wymiarów wymiar przedmiotowy. Wyróżnić można w nim plany: marketingowe, produkcyjne, inwestycyjne, szkoleniowe, zakupowe, finansowe (w tym sprzedażowe), badawczo rozwojowe, wyposażeniowe [Chrostowski i Szczepanowski, 2007, s.180 za: Koźmiński, 1975, s.128]. R.W. Griffin [Griffin 2006, s.207] przedstawił podejście oparte na kryterium celów do osiągnięcia, których plany mają prowadzić. Wspomniany autor dokonał podziału celów na: strategiczne, taktyczne i operacyjne. Cele te oczywiście powiązane są z różnymi szczeblami decyzyjnymi. Osiągnięcie każdego z wymienionych celów możliwe jest dzięki realizacji określonych planów.

Plan strategiczny zdaniem J. Kisielnickiego [Kisielnicki 2008, s.88] to *„…całościowy plan organizacji dotyczący alokacji zasobów i priorytetów potrzebnych do osiągnięcia celów strategicznych”.* Ten sam autor wskazuje, że plany strategiczne zwykle opracowywane są w horyzoncie od jednego do pięciu lat. S.P. Robbins i D.A. DeCenzo [Robbins, DeCenzo 2002, s.136] dodają, że plan strategiczny odnosi się do misji przedsiębiorstwa, skali działalności, obiektów, konkurencji, wiodących zasad postępowania, zasad wewnętrznej organizacji, kierunków realizacji poszczególnych funkcji, akcentującym przede wszystkim aspekty jakościowe (rzadziej ilościowe).

Plan taktyczny zgodnie z definicją zaprezentowaną w słowniku APICS [Blackstone Jr. 2008, s.136] to zestaw planów funkcjonalnych (odnoszących się do poszczególnych funkcji przedsiębiorstwa) (np. produkcji, sprzedaży, marketingu) synchronizujący działania przedsiębiorstwa (w szczególności dotyczące ustalania: poziomu produkcji, poziomu

zapasów, czy poziomu wykorzystania dostępnych zasobów itp.) dążąc do osiągnięcia celów średnioterminowych. Plan taktyczny ma za zadanie wspierać realizację planu strategicznego. Różni się on od planu strategicznego, nie tylko horyzontem czasu ale przede wszystkim stopniem szczegółowości zaleceń związanych z wykorzystaniem określonych metod działania, wykorzystywanych mierników, kryteriów ocen [Robbins 2002, s.136]. Wspomniany horyzont czasu dla planów taktycznych to zdaniem J. Kisielnickiego [Kisielnicki 2008, s.88] przedział pomiędzy miesiącem a rokiem.

Plan operacyjny to plan nakierowany na realizację celów operacyjnych (dotyczących bieżącej działalności) określający szczegółowo zadania, działania i warunki w jakich powinno to mieć miejsce [Zawiślak 1978, s.125]. Plan ten jest zwykle bardziej szczegółowy i jednoznaczny wobec planu taktycznego i ma charakter ilościowy (ustala konkretne mierniki, terminy realizacji zadań, wykorzystywane metody) [Przybyła (red.) 2003, s.135]. Koźmiński i Piotrowski [Koźmiński, Piotrowski 2006, s.190] uważają, że przedmiotem planu operacyjnego jest całokształt decyzji podejmowanych na bieżąco w różnych obszarach działania przedsiębiorstwa w celu terminowej i skutecznej realizacji strategii. Planowanie operacyjne określa konkretne sposoby realizacji zamierzeń przedstawionych w planie strategicznym. W ujęciu szczegółowym planowanie operacyjne jako jedna z funkcji zarzadzania operacyjnego jest odpowiedzialne za wszystkie działania bezpośrednio dotyczące wytwarzania produktów lub usług [Waters 2001, s.32].

Zestawienie cech planów strategicznych, taktycznych oraz operacyjnych przedstawiono w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Cechy planów strategicznych, operacyjnych i taktycznych

Cechy	Plan		
	strategiczny	**taktyczny**	**operacyjny**
Zakres	Jeden główny aspekt rozwoju	Duża liczba pól	Pojedyncze działanie lub zadania
Złożoność	Bardzo dużo zmiennych	Wiele zmiennych	Mała liczba zmiennych
Cel planowania	Misja organizacji	Doprowadzenie do pożądanych rezultatów w krótkim czasie	Wykonanie zadania
Charakter czynności planistycznych	Twórcze	Bilansujący i alokacyjny	Odtwórczy, postępowanie według wytycznych
Agregacja informacji	Wysoka	Niska	Niska

Źródło: [Gościński 1982, s.194]

Analizując tabelę 2.1 należy zauważyć, że nie można wydzielić sztywnych granic pomiędzy poszczególnymi typami planów. Ich wykorzystanie zależy w dużej mierze od aktualnych potrzeb przedsiębiorstwa. Precyzyjnie można wydzielić jedynie plan strategiczny, który dotyczy przedsięwzięć decydujących o strategii przedsiębiorstwa. Pozostałe działania musza być konkretyzowane w ramach planów taktycznych oraz operacyjnych [Koźmiński, Piotrowski 2006, s.190].

Schermerhorn [Schermerhorn 2008, s.113] prezentuje podział planów według kryterium horyzontu czasowego na jaki dany plan jest sporządzany. Stosując to kryterium przyjmuje, że plany krótkookresowe obejmują swym zasięgiem rok lub krócej, plany średniookresowe od jednego roku do dwóch lat natomiast plany długookresowe więcej niż trzy lata. Kierownictwo wysokiego szczebla zajmuje się wyznaczaniem planów długookresowych natomiast kierownictwo niższych szczebli opracowuje plany obejmujące swoim zasięgiem krótszy czas. Podejścia tego nie można łączyć w prosty sposób z podejściem opartym na kryterium horyzontu czasu planowania. Steinmann i Schreyogg [Steinmann, Schreyogg 1995, s.108] zauważają, że takie łączenie może być bardzo mylące. Planowanie strategiczne może bowiem dotyczyć perspektywy krótkookresowej nie nabierając przy tym charakteru operacyjnego.

Niezależnie od wybranego kryterium plan powinien spełniać cechy dobrego planu. Katalog cech zaprezentował twórca prakseologii T. Kotarbiński [Kotarbiński 1982, s.304-306] i zgodnie z nim dobry plan powinien być:

- wykonalny – uwzględniający możliwości jego wykonawców;
- racjonalny – oparty na określonych przesłankach;
- spójny wewnętrznie – nie może zawierać sprzeczności;
- elastyczny – uwzględniać alternatywne rozwiązania;
- operatywny – stanowić narzędzie działania;
- kompletny – zawierać wszystkie elementy niezbędne do realizacji celów;
- terminowy – określać terminy realizacji celów;
- celowy – konstrukcja planu powinna prowadzić do realizacji celów;
- komunikatywny – zrozumiały dla jego adresatów;
- odpowiednio długodystansowy;
- odpowiednio szczegółowy;
- sprawny – uwzględniać maksymalną sprawność przewidywanego układu zadań.

Podsumowując rozważania na temat planów, w niniejszej pracy najistotniejsze są plany w wymiarze przedmiotowym oraz wydzielone według kryterium celów. W dalszej części przedstawione zostaną szczegółowe rozwiązania dotyczące planów różnych sfer działalności przedsiębiorstwa dążących do realizacji celów taktycznych .

2.1.3. Metody planowania

Na poziomie strategicznym funkcjonuje wiele metod, które pozwalają na doskonalenie organizacji i jej pozycji konkurencyjnej. Wśród tych metod można wyróżnić:

- analizy typu SWOT – służące ocenie otoczenia przedsiębiorstwa oraz formowania długofalowej koncepcji jego rozwoju, opisywana w pracach [Thomson, Strickland 1993, s. 193; Finlay 2000, s.320]
- metody portfelowe – w tym macierze Boston Consulting Group (BCG) wraz z odmianami tej metody, dzielące asortyment przedsiębiorstwa na grupy wg. kryteriów: relatywnego udziału w rynku oraz stopnia wzrostu rynku [Obłój 1993, s.76];
- metoda SPACE – dotycząca analizy otoczenia i sytuacji firmy z punktu widzenia czterech podstawowych kryteriów: siły finansowej firmy, zdolności konkurencyjnych firmy, siły i stabilności sektora, w którym działa firma [Rowe 1986, s.196-204];
- łańcuch wartości – analiza wskazująca dodawanie wartości produktu[2], począwszy od zmian dokonanych na wejściu do przedsiębiorstwa poprzez wykonywanie niezbędnych operacji przetwórczych i na sprzedaży oraz usługach posprzedażowych kończąc [Porter 1994].

Szerszy opis metod planowania strategicznego można odnaleźć w pracach M. Lisińskiego [Lisiński 2004] oraz T. Gołębiowskiego [Gołębiowski 2001].

Na poziomie taktycznym planowania należy zauważyć, że gama metod jest znacznie mniejsza niż dla poziomu strategicznego. Odwołując się w tym zakresie do słownika APICS [Blackstone Jr. 2008, s.136] można utożsamić planowanie taktyczne z planem sprzedaży i działalności operacyjnej. T.F. Wallace oraz R.A. Stahl [Wallace, Stahl 2008, s.18] na podstawie obserwacji funkcjonowania przedsiębiorstw amerykańskich zauważyli, że często dochodzi do problemów w komunikowaniu celów strategicznych na niższe poziomy

[2] Rozumianej jako ilość środków finansowych jaką nabywca gotów jest zapłacić za to co dostarcza mu dostawca.

organizacji. Działalność operacyjna funkcjonuje w oderwaniu od celów definiowanych na wyższym szczeblu. Narzędziem, które może doprowadzić do poprawy tej komunikacji jest właśnie proces planowania sprzedaży i działalności operacyjnej.

Porównując prace Ł. Hadasia [Hadaś et al. 2012, s.12] z zasadami sterowania produkcją przedstawionymi m.in. w pracach M. Brzezińskiego [Brzeziński 1999] oraz Z. Sengera [Senger 1998] można stwierdzić, że zakres planowania na poziomie operacyjnym w obszarze produkcyjnym łączy się przedmiotowo ze sterowaniem przepływem produkcji. Kontynuując tą myśl należy zauważyć, że w literaturze naukowej problematyka integracji planowania i sterowania przepływem produkcji jest obecnie bardzo wnikliwie rozpoznana, o czym świadczy duża ilość publikacji w tym zakresie[3].

Podsumowując, obszar planowania na poziomie taktycznym jest najmniej rozpoznanym obszarem wiedzy w zakresie planowania. Dla obu pozostałych poziomów w badaniach wtórnych zidentyfikowano wiele metod, narzędzi, technik i zasad, które w dużym stopniu ograniczają możliwość zaproponowania autorskiego rozwiązania. Szczegółowe rozpoznanie poziomu taktycznego planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych zdaniem autora pracy pozwoli na uzupełninie luki w wiedzy oraz na opracowanie rozwiązania zmierzającego do podniesienia efektywności przepływu materiałowego w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

2.2.Struktura planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych

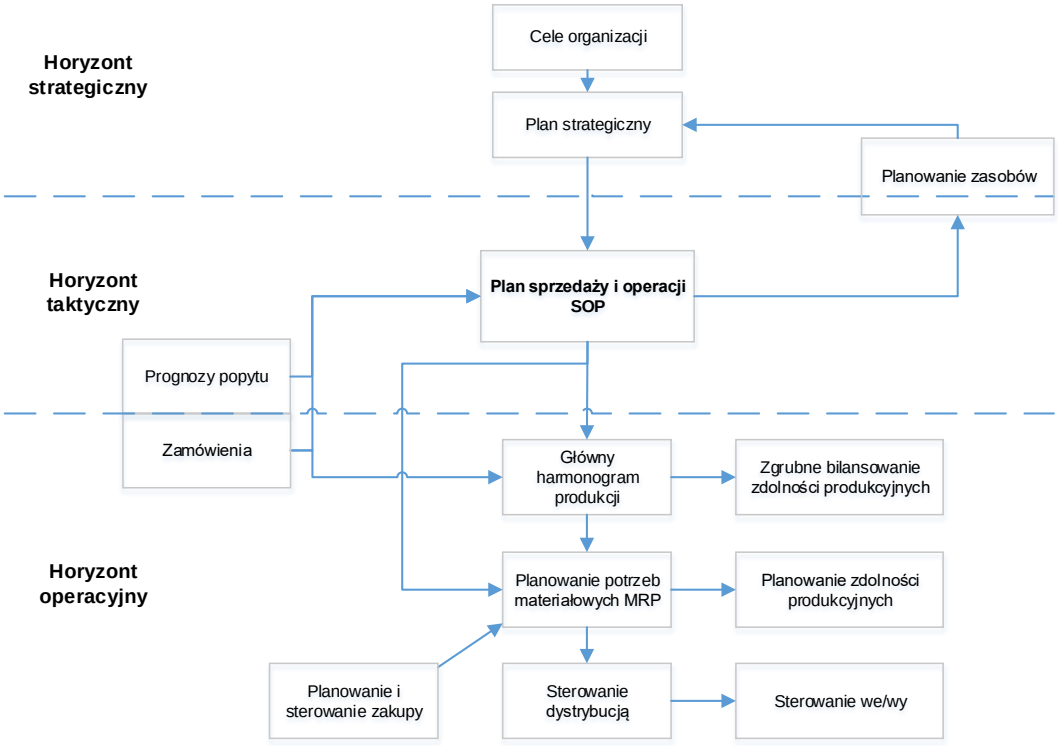
2.2.1. Struktura procesów planowania produkcji

Zgodnie z wnioskami wynikającymi z analizy literatury przeprowadzonej w rozdziale 2.1.3 struktury planowania zostaną zidentyfikowane w celu określenia umiejscowienia w nich planów w horyzoncie taktycznym. Definicja planowania na poziomie taktycznym przedstawiona przez APICS utożsamia plan taktyczny z planem sprzedaży i działalności operacyjnej. To założenie będzie również reprezentowane w przedstawionej poniżej analizie. Na wstępie należy zaznaczyć, że w literaturze przedmiotu brak jest jednoznaczności odnośnie struktury planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Różni autorzy odmiennie

[3] Liczba publikacji w obszarze tematycznym planowania na poziomie operacyjnym wynosi 5 294 w bazie Web of Knowledge oraz 11 534 w bazie SCOPUS; w obszarze planowania i harmonogramowania liczby te wynoszą odpowiednio dla powyższych baz: 13 437 i 4 119.

definiują poszczególne poziomy oraz struktury planów wewnątrz nich. Na potrzeby pracy wybrano pięć struktur procesów planowania produkcji.

Pierwsza struktura przedstawiona przez J. Łopatowską [Łopatowska 2007, s.257 za: Chapman 2005, s.11] umiejscawia plan sprzedaży i operacji (ang. *Sales and Operations Planning* – SOP) pomiędzy planem strategicznym przedsiębiorstwa, a głównym harmonogramem produkcji. Pełną strukturę przedstawiono na rysunku 2.1.

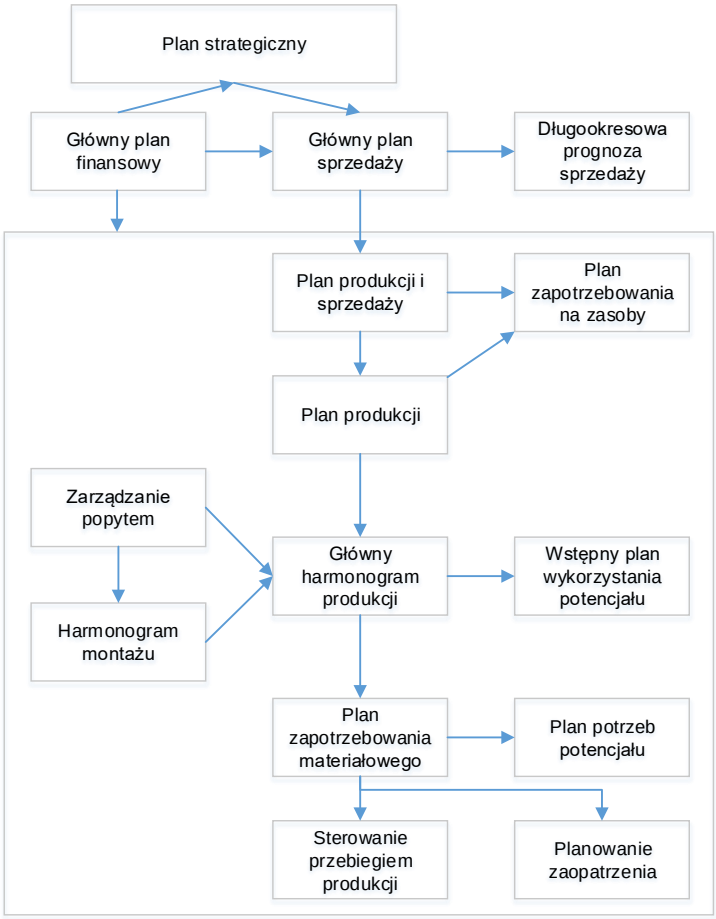


Rysunek 2.1. Miejsce planowania sprzedaży i operacji w strukturze procesów planowania przedsiębiorstwa produkcyjnego
Źródło: [Łopatowska 2007, s.257 za: Chapman 2005, s.11]

Zgodnie z zaprezentowaną na rysunku 2.1 strukturą, danymi wejściowymi do planu SOP są prognozy sprzedaży oraz założenia strategiczne. Efektem planu jest zapotrzebowanie na zasoby oraz dane niezbędne do opracowania głównego harmonogramu produkcji (asortyment, ilość oraz terminy, w których ma być produkowany z uwzględnieniem dostępnych mocy produkcyjnych). Główny harmonogram produkcji - GHP (ang. *Master Production Schedule* – MPS) uwzględnia również napływające na bieżąco zamówienia i alokuje je w planie produkcji w terminach dostępności zasobów (w korelacji z żądanym terminem klienta). Plan sprzedaży i operacji może również wpływać na plan zaopatrzenia, którego głównymi zasileniami są dane pochodzące z głównego harmonogramu produkcji. Sprzężenie SOP z planem zapotrzebowania materiałowego ma miejsce głównie dla pozycji

materiałowych, których czas cyklu uzupełniania zapasu jest dłuższy niż horyzont jaki obejmuje główny harmonogram produkcji.

Zmodyfikowaną wersję struktury planowania w przedsiębiorstwie przedstawia A. Klimek [Klimek 2003, s.114 za: Fertsch, Rzeszotarska 1995]. W miejscu planu sprzedaży i operacji umiejscawia on plan produkcji i sprzedaży (część autorów używa zamiennie tych dwóch sformułowań [Hadaś et al., 2012, s.46-49]). Stanowi on ogniwo pośrednie pomiędzy głównym planem sprzedaży, a planem produkcji. Interesujące z punktu widzenia całej struktury jest umiejscowienie głównego planu finansowego, który wpływa na każdy z podległych planów, a nie jak w poprzednio zaprezentowanym na plan sprzedaży i operacji, przez który jest on transferowany sekwencyjnie na kolejne plany. Dane wejściowe do planu produkcji i sprzedaży stanowi plan sprzedaży oraz główny plan finansowy. Wynikiem realizacji planu są dane o zapotrzebowaniu na zasoby oraz dane do planu produkcji (asortymentowo – ilościowego). Opisaną strukturę przedstawiono na rysunku 2.2.



Rysunek 2.2. Typowa struktura procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym
Źródło: [Klimek 2003, s.114 za: Fertsch, Rzeszotarska 1995]

Przedstawiona na rysunku 2.2 typowa struktura procesów planowania nie zakłada bezpośredniej możliwości przekazania informacji z planu sprzedaży i operacji do planu zapotrzebowania materiałowego. Odróżnia się tym od struktury zaprezentowanej przez J. Łopatowską. W pozostałych aspektach jest jednak do niej zbliżona.

Kolejną strukturę planowania przedstawiają D. Głowacka-Fertsch i M. Fertsch [Głowacka-Fertsch, Fertsch 2004, s. 75-79]. Zdaniem tej dwójki autorów planowanie produkcji rozpoczyna się od opracowania planu sprzedaży i produkcji. Plan ten jest utożsamiany z planami nazywanymi w języku angielskim: *business plan* oraz *company game plan*. Wykorzystanie struktury procesu planowania produkcji jest zasadne w tym miejscu ze względu na założenie wiodącej roli tego planu w przedsiębiorstwach realizujących proces wytwórczy. W planie tym dokonywana jest długoterminowa prognoza sprzedaży w ujęciu wartościowym z podziałem na grupy wyrobów oraz rynki zbytu. Do analizy w tak długim horyzoncie czasu niezbędne jest uwzględnienie otoczenia:

- politycznego;
- ekonomicznego;
- prawnego;
- społecznego.

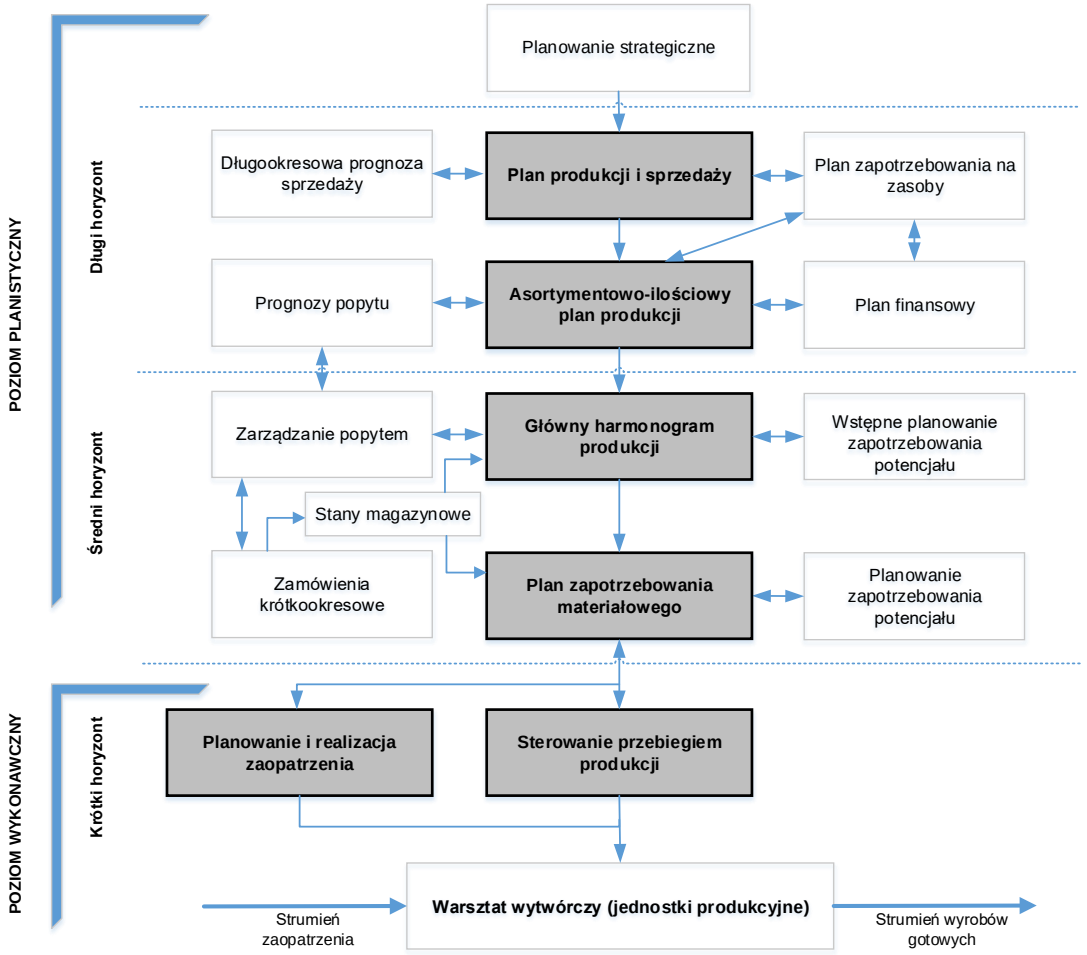
Na podstawie opracowanej prognozy sprzedaży dokonuje się oszacowania wartości produkcji w poszczególnych latach. Plan ten weryfikowany jest przez plan zapotrzebowania zasobów. Dostępne technologie, struktury zasobów porównywane są z wymaganymi do wyprodukowania założonego w prognozie sprzedaży asortymentu. Efektem planu jest najczęściej podjęcie decyzji o ewentualnych działaniach inwestycyjnych. Po weryfikacji prognoz sprzedaży z dostępnymi zasobami w kolejnych latach opracowany zostaje plan główny (*master plan, sales & operations plan*). Plan ten opracowywany jest rolująco w horyzoncie rocznym z podziałem na kwartały. Zawiera on z pewnym przybliżeniem: asortyment, ilość, terminy sprzedaży i produkcji. Bilansowanie zdolności produkcyjnych z zdaniami ma miejsce w horyzoncie kwartalnym. Plan główny jest planem złożonym i składa się z kilku planów. Jego struktura jest uzależniona od charakterystyki przedsiębiorstwa. W skład typowej struktury wchodzą:

- główny plan finansowy;
- główny plan sprzedaży;
- główny plan produkcji;
- główny plan techniczny;
- główny plan remontów;

- główny plan zaopatrzenia.

Główny plan produkcji podlega weryfikacji na etapie wstępnego planowania zapotrzebowania potencjału (*rought-cut capacity planning*). Ostatnim etapem planowania produkcji jest opracowanie krótkookresowego szczegółowego planu produkcji.

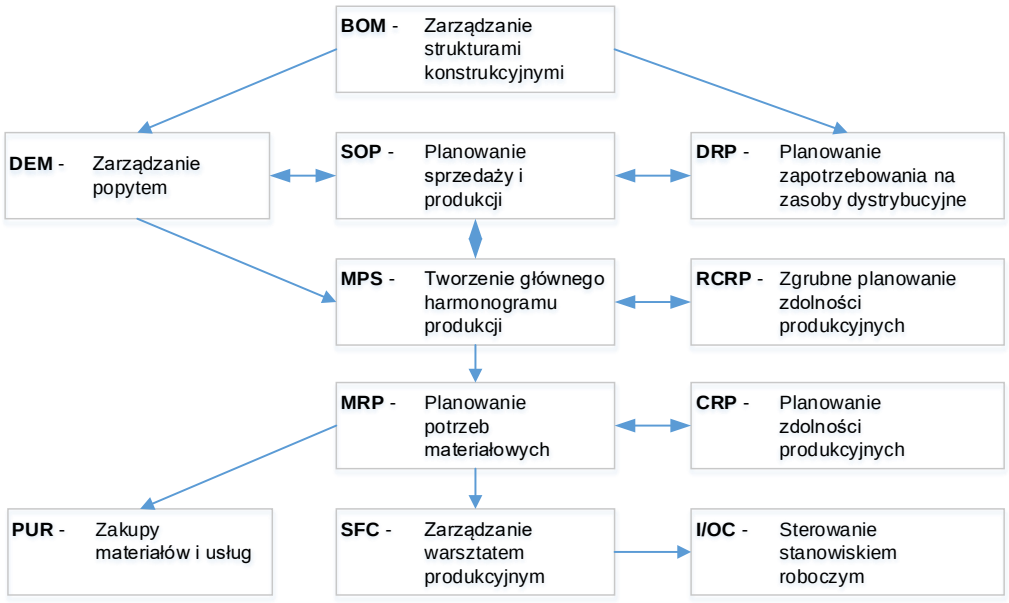
Kolejną strukturę procesów planowania przedstawili Ł. Hadaś, M. Fertsch oraz P. Cyplik [Hadaś et al. 2012, s.44-46]. Zdaniem tych autorów planowanie produkcji w przedsiębiorstwach produkcyjnych stanowi rdzeń systemu planowania i jest obecne na każdym jego poziomie. Umiejscawiają oni długookresowy plan produkcji i sprzedaży na najwyższym poziomie planowania. Plan ten obejmuje swoim horyzontem kilkanaście miesięcy i powstaje w oparciu o prognozy sprzedaży obecnych oraz nowoprojektowanych wyrobów. Lokalizacje tego planu w typowej strukturze planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym przedstawiono na rysunku 2.3.



Rysunek 2.3. Typowa struktura planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym
Źródło: [Hadaś et al. 2012, s.45]

Z przedstawionej na rysunku 2.3 struktury widać, że autorzy dzielą procesy planowania na dwie perspektywy planowania (długi oraz średni horyzont) oraz wykonania (krótki horyzont). Wspomniany plan produkcji i sprzedaży umiejscowiony jest w długim horyzoncie. Dane stanowiące wyjście z tego planu służą do opracowywania asortymentowo-ilościowego planu produkcji. Wiąże się to pośrednio z analizą zapotrzebowania na moce produkcyjne. Jak zauważają autorzy plan produkcji i sprzedaży daje podstawę do analizy prognozowanych kosztów i przychodów w kontekście potrzeby utrzymania płynności finansowej oraz planowanego zysku. Ci sami autorzy przedstawiają w swojej pracy [Hadaś et al. 2012, s.46-47] również zmodyfikowaną wersję struktury planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym, po wdrożeniu planowania produkcji i sprzedaży w ujęciu S&OP (ujęcie tożsame ze wspominanym już w tym rozdziale SOP). Plan ten skupia w sobie zadania realizowane przez plan produkcji i sprzedaży oraz asortymentowo-ilościowy plan produkcji (przedstawione na rysunku 2.3).

Z uwagi na szerokie wykorzystanie narzędzi informatycznych wspomagających procesy planowania (a w szczególności planowania produkcji) istotne wydaje się przedstawienie struktury planowania w systemach klasy MRP II. MRP II to zdaniem L. Dwilińskiego [Dwiliński 2002, s.170-171] rozszerzenie funkcjonalności MRP I (planowania potrzeb materiałowych) o planowanie pozostałych zasobów niezbędnych do prowadzenia działalności produkcyjnej. Autor wymienia wśród nich maszyny, energię, pracę, informację, środki finansowe. E. Pająk [Pająk 2007, s.226] dodaje, że dzięki temu przedsiębiorstwo ma możliwość bilansowania swoich planów strategicznych lub taktycznych z zasobami dającymi zdolności produkcyjne. Daje to możliwość podjęcia decyzji o powiększeniu swoich zdolności produkcyjnych bądź o przekazaniu części zadań kooperantom. Więcej na temat systemów klasy MRP II można przeczytać w pracach J.J. Coyle'a, E.J. Bardi'ego, Jr. J.C. Langley'a, [Coyle, Bardi, Langley, 2002, s.134] oraz A. Stachowiak [Stachowiak 2003, s.26-27]. Wracając do struktury planowania w tych systemach jest ona odzwierciedleniem wcześniej zaprezentowanych rozwiązań. Zawiera jednak szereg uogólnień mających na celu stworzenie modułowej konstrukcji systemu i dostosowanie jej do wymagań jak największej ilości przedsiębiorstw. Minimalne wymagania komponentów struktury (funkcjonalności) systemu klasy MRP przedstawiono na rysunku 2.4.



Rysunek 2.4. Minimalne funkcjonalności systemu MRP II
Źródło: [Majewski 2006, s.113]

Jak zaprezentowano na rysunku 2.4 w systemie klasy MRP przewidziano miejsce dla planowania w ujęciu SOP – nazywanego w tym przypadku „Planowaniem sprzedaży i produkcji". Powiązane jest ono na zasadzie sprzężeń zwrotnych z zarządzaniem popytem, planowaniem zapotrzebowania za zasoby dystrybucji oraz z głównym harmonogramem produkcji. Kluczem do zrozumienia roli planowania sprzedaży i produkcji jest właśnie ilość sprzężeń zwrotnych, jakimi powiązany jest z innymi elementami struktury. Jest to pośrednio wyraz roli, jaką pełni plan taktyczny w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Jego zadaniem jest współdziałanie w realizacji celów strategicznych poprzez oddziaływanie na dzielność operacyjną. Efektywność podejmowanych decyzji na tym poziomie jest więc szczególnie istotna w kontekście efektywności całego przedsiębiorstwa.

Z przedstawionych struktur planowania wynika, że nie ma wśród teoretyków pełnej zgodności co do jej kształtu. Przedstawione rozwiązania w szczególności na poziomie taktycznym różnią się od siebie. Nie ma także jednoznaczności w kontekście stosowanego nazewnictwa wobec planów taktycznych. Spotkane są takie nazwy jak: plan sprzedaży i operacji, planowanie sprzedaży i produkcji, planowanie produkcji i sprzedaży. Ujednolicenie tego stanu rzeczy na potrzeby niniejszej pracy zostanie przeprowadzone w rozdziale 2.3.

2.2.2. Wybrane elementy planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych

W poprzednim rozdziale przedstawiono lokalizację planów taktycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz ich powiązania z innymi elementami planowania. W niniejszym rozdziale przedstawione zostaną bliżej wybrane elementy (szczególnie istotne z punktu widzenia prowadzonych badań). W celu uporządkowania tego opisu autor pracy posłuży się strukturą planu głównego przedstawioną przez D. Głowacką-Fertsch oraz M. Fertscha [Głowacka-Fertsch, Fertsch 2004, s. 75-79] oraz Ł. Hadasia, M. Fertscha oraz P. Cyplika [Hadaś et al. 2012, s.52-54] Pełną strukturę planów głównego (master planu) przedstawiono w poprzednim rozdziale (2.2.1).

Główny plan finansowy stanowi bilans wpływów związanych ze sprzedażą oraz wypływów wynikających z kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwo [Hadaś et al. 2012, s.52-54]. Plan finansowy oparty na wpływach i wypływach dotyczy postulowanego poziomu cash flow (związany z utrzymaniem płynności finansowej). Plan finansowy uwzględniający przychody i koszty pozwala na określenie przyszłego poziomu zysku oraz rentowności (np. rentowności sprzedaży) [Betenson 2015].

Główny plan sprzedaży przedstawia asortyment oraz planowaną sprzedaż w kolejnych okresach planistycznych. Z. Senger [Senger 1998, s.51] uważa, że przedsiębiorstwa działające na rynku można podzielić właśnie ze względu na sposób określania planów sprzedaży. Autor wyróżnia przedsiębiorstwa, które tworzą plany sprzedaży na podstawie prognoz sprzedaży (te adresują najczęściej swoje produkty do nieznanego odbiorcy), przedsiębiorstwa realizujące wyłącznie zamówienia pochodzące od znanych klientów oraz takie, w których te funkcje się przeplatają. Prognozowanie sprzedaży to jeden z kluczowych elementów planowania sprzedaży [Kotler 2005, s.151]. P. Cyplik w swojej pracy [Cyplik 2003, 156-159] opisuje cztery wybrane krótkoterminowe modele prognozowania popytu. Są wśród nich: model arytmetycznej średniej ruchomej, prosty model Browna, model Holta oraz model Wintersa. Zdaniem K. Cybulskiego [Cybulski 2004, s.46-47 za: Evans 1990, s.523] plan sprzedaży budowany jest najczęściej w ujęciu rocznym. Dla celów operacyjnych jest on dezagregowany na kwartalne, miesięczne a nawet tygodniowe plany sprzedaży. W zależności od potrzeb sprzedaży opracowywany jest dla grup wyrobów oraz rynków. Planowanie sprzedaży w strukturach planowania wiązane jest również z prognozowaniem sprzedaży oraz planowaniem zapotrzebowania dystrybucji (DRP). M. Christopher w swojej pracy [Christopher 1996, s.170-173] opisuje algorytm funkcjonowania DRP. Zdaniem tego samego autora plan dystrybucji powinien być tworzony w odniesieniu do planu marketingowego

[Christopher 1996, s.170]. E. Michalski [Michalski 2007, s.472] w kontekście planowania działalności marketingowej (plan marketingu) odwołuje się do składników marketingu mix (elementem marketingu mix jest m.in. dystrybucja[4]) właśnie w kontekście oczekiwanych wyników podejmowanych działań marketingowych głównie w postaci kosztów i wielkości sprzedaży.

Główny plan produkcji zawiera rozłożone w czasie wielkości produkcji poszczególnych asortymentów lub grup wyrobów. W celu bliższego przedstawienia istoty tego zagadnienia przedstawiona zostanie definicja planowania produkcji. Zdaniem D. Głowackiej-Fertsch i M. Fertscha [Głowacka-Fertsch, Fertsch 2004, s. 73] planowanie produkcji to: *„…ustalenie asortymentu i ilości przewidywanych do wyprodukowania w przyszłości wyrobów finalnych i rozłożenie ich w czasie w sposób, który zapewni realizację planu sprzedaży przy równoczesnym osiągnięciu zakładanego zysku, produktywności i poziomu obsługi klienta”*. M. Brzeziński [Brzeziński 2002, s.348] twierdzi, że taktyczne plany produkcyjne odnoszą się głównie do planowania zasobów materiałowych i produkcyjnych, sterowania jakością produktów[5] oraz utrzymania ruchu[6]. Zdaniem M. Fertscha [Fertsch 2003, s.26-28] proces planowania produkcji może być realizowany według różnych modeli. Ten sam autor przybliża trzy najbardziej popularne modele: planowanie globalne, hierarchiczne oraz sukcesywne.

- planowanie globalne – uwzględnia równocześnie wszystkie zależności pomiędzy elementami systemu produkcyjnego. Plan przyjmuje formę równania matematycznego, którego rozwiązanie choć optymalne w sensie matematycznym nie nadaje się do praktycznego wykorzystania. Zaprezentowane w pracy [Adam 1963];
- planowanie hierarchiczne – polega na arbitralnym wyodrębnieniu poziomów struktury systemu produkcyjnego. W ramach tych poziomów rozpatrywane są zależności pomiędzy elementami systemu produkcyjnego. Powoduje to z jednej strony urzeczywistnienie struktury systemów produkcyjnych i możliwości dostosowania planowania do specyfiki różnych branż ale z drugiej strony powoduje, że otrzymane rozwiązania nie mogą być uznane za optymalne. Zaprezentowane w pracy [Hax, Meal 1977].
- planowanie sukcesywne – polega na wykorzystywaniu prostych, deterministycznych zależności obejmujących zagadnienia pracochłonności i bilansowania ich

[4] Więcej na ten temat w [Kotler 2005, s.15].
[5] Zagadnienie niebędące przedmiotem niniejszej pracy.
[6] Utożsamiane w tej pracy z głównym planem remontów.

z dostępnymi zdolnościami produkcyjnymi. Ten model planowania jest obecnie najczęściej stosowany przez przedsiębiorstwa. Tendencja ta jest umacniana przez fakt, że wszystkie systemy komputerowe wspomagające planowanie opierają swoje algorytmy na planowaniu sukcesywnym. Zaprezentowane w pracy [Ghallab et al. 2004].

M. Fertsch [Fertsch 2003, s.28] zauważa również, że wszystkie dostępne modele planowania opierają się na wspólnych założeniach. Wszystkie elementy systemu produkcyjnego podzielone są na dwie grupy: zadania produkcyjne (asortyment, programy produkcji, terminy wykonania) oraz zasoby (rodzaje zasobów, dostępność zasobów). Zdaniem tego samego autora pomiędzy zaprezentowanymi wyżej elementami zachodzą dwa rodzaje zależności: ilościowe (pomiędzy programami produkcji i wynikającymi z nich obciążeniami a zapotrzebowaniem na zasoby) oraz czasowe (pomiędzy terminami wykonania poszczególnych wyrobów).

Główny plan remontów nazywany także (konserwacyjno-remontowym) określa terminy wyłączenia poszczególnych stanowisk produkcyjnych z powodu prowadzonych prac konserwacyjnych lub remontowych [Hadaś et al. 2012, s.53]. Dane wyjściowe z tego planu pozwalają na określenie planowanego poziomu dostępnych zasobów.

Główny plan zaopatrzenia powinien uwzględniać surowce o ograniczonej dostępności. Może on zostać utworzony przy udziale metody MRP (Material Requirements Planning) [Dwiliński 2002, s.164]. Zdaniem tego samego autora dane wejściowe do tej metody pochodzą tradycyjnie z głównego harmonogramu produkcji. Nie mniej jednak dla wybranej grupy materiałów mogę one pochodzić z głównego planu produkcji. W literaturze przedmiotu odnaleźć można wiele publikacji na temat samej metody np. [Martyniak 1996, s.298] jak i na temat jej zalet [Dwiliński 2002, s.168] i wad [Łopatowska 2005, s.46].

2.3.Planowanie sprzedaży i operacji

2.3.1. Definicja planowania sprzedaży i operacji

Odnosząc się do zaprezentowanego w rozdziale 2.2.1 nazewnictwa planów stosowanych na poziomie taktycznym w niniejszej pracy plan SOP (Sales and Operations Planning – SOP, Sales & Operations Planning – S&OP) nazywany będzie planem sprzedaży i operacji. Wariant ten jest zgodny z tłumaczeniem zawartym w książce autorstwa C. Bozartha oraz R.B.

Handfielda [Bozarth, Handfield 2007, s.474] oraz z zakresem przedmiotowym obejmowanym przez plan. Wątpliwości może w tym miejscu budzić słowo operacji i jego związek z przytaczanym w rozdziale 2.1.2 planowaniem operacyjnym. C. Bozarth i R.B. Handfield [Bozarth, Handfield 2007, s.30] definiują funkcję operacyjną jako: *„zbiór ludzi, technologii i systemów w ramach organizacji, którego zasadniczym zadaniem jest dostarczanie klientom jej produktów lub usług”*. Istotne wydaje się również zdefiniowanie w tym kontekście pojęcia zarządzania operacjami. Ci sami autorzy opierając się na słowniku APICS definiują zarządzanie operacjami jako: *„planowanie, ustalanie harmonogramów i kontrolowania czynności pozwalających przekształcić nakłady w gotowe produkty i usługi”* [Bozarth, Handfield 2007, s.33]. Przedstawione powyżej definicje w swoim zakresie częściowo pokrywają się z planowaniem na poziomie operacyjnym. Ich zakres jest jednak szerszy z uwagi na realizację także innych funkcji zarządzania[7]. Bliżej zatem jest zarządzaniu operacjami do zarządzania operacyjnego. Przyjęty punkt widzenia jest zdaniem autora pracy najbliższy charakterowi planu SOP. Łączy on plan sprzedaży jako całokształt definicji potrzeb rynku ze wszystkimi działaniami wewnątrz przedsiębiorstwa i w połączeniu z górną częścią łańcucha dostaw (a nie tylko sprzedaż i produkcję). Stąd też autor pracy zdecydował o przyjęciu tego tłumaczenia jako obowiązującego w niniejszej pracy. Wracając do definicji planowania sprzedaży i operacji w dalszej części rozdziału przedstawionych zostanie kilka rozwiązań zaproponowanych przez rozmaitych autorów.

Słownik APICS [Blackstone 2008, s.121] definiuje plan sprzedaży i operacji jako: *„proces tworzenia planów taktycznych, które mają zapewnić przedsiębiorstwu osiągnięcie przewagi konkurencyjnej bazującej na ciągłej integracji planów marketingowych nakierowanych na klienta, uwzględniających obecnie produkowane wyroby, nowe wyroby oraz wychodzące z rynku, z zarządzaniem łańcuchem dostaw. Proces skupia w sobie plany opracowywane w przedsiębiorstwie: plan sprzedaży, plan marketingowy, badań i rozwoju, produkcji, zaopatrzenia, finansowy. Plan opracowywany jest w raz w miesiącu na poziomie grup wyrobów. Proces opracowywania planu musi uwzględniać: nowe produkty wchodzące na rynek, obecnie produkowane oraz wycofywane z rynku, zaopatrzenie materiałowe. Plan SOP stanowi zestawie planów zarówno na potrzeby planowania średnioterminowego pokrywającego zapotrzebowani na zasoby jak i planowania biznesowego w ujęciu rocznym. Plan ten łączy również plany strategiczne z realizacją, pomiarem efektywności oraz ciągłym doskonaleniem działalności operacyjnej”*.

[7] Funkcje zarządzania to: planowanie, organizowanie, kierowanie i kontrolowanie [Machaczka J., Podstawy zarządzania, AE w Krakowie, Kraków 2001, 36-67].

M. Muzumdar i J. Fontanella [Muzumdar, Fontanella 2007, s.35] definiują SOP jako zbiór procesów biznesowych i technologicznych umożliwiających przedsiębiorstwu najbardziej efektywne zestawianie popytu rynkowego z możliwościami produkcyjnymi i zaopatrzeniowymi przedsiębiorstwa. W aspekt biznesowy SOP podkreślają również N. Tuomikangas i R. Kaipia [Tuomikangas, Kaipia 2014, s. 244]. Ich zdaniem SOP jest kluczowym procesem biznesowym pozwalającym na uzyskanie balansu pomiędzy zamówieniami klientów i możliwościami łańcucha dostaw. Celem SOP jest zatem łącznie potrzeb klientów z górną częścią łańcucha dostaw (ujęcie wertykalne). Sam plan stanowi również narzędzie integracji horyzontalnej pozwalającej na agregację planów różnych obszarów funkcjonalnych przedsiębiorstwa.

Wśród polskich autorów warto przytoczyć definicję opracowaną przez B. Śliwczyńskiego [Śliwczyński 2007, s.202] zgodnie, z którą SOP: *„obejmuje połączenie grup wyrobów wytwarzanych przez przedsiębiorstwo z rynkami ich sprzedaży, podziałem na grupy klientów i obszary geograficzne. Takie połączenie produkt – rynek traktowane jest jako zintegrowany obszar planowania działań sprzedaży i produkcji wyrobów oraz wszystkich pozostałych, niezbędnych działań – np. marketingowych i kreowania popytu, budowania kanałów dystrybucji i zaopatrzenia, dopasowania wydajności i poziomu technicznego produkcji oraz jakości produktu według wymagań rynku. SOP to proces decyzyjny, dzięki któremu wszystkie plany taktyczne są ze sobą skoordynowane”*.

Zapoznając się z poszczególnymi definicjami planowania SOP należy zwrócić uwagę na ich różnorodność. Zdaniem autora pracy najpełniejszą definicję najlepiej oddającą charakter planowania taktycznego w ujęciu SOP przedstawiono w słowniku APICS. Plan ten w niniejszej pracy będzie rozumiany zgodnie z nią. Z uwagi na różnorodność definicji oraz opisu SOP w literaturze przedmiotu w dalszej części pracy zagadnienie to zostanie zaprezentowane w trzech zidentyfikowanych kontekstach. N. Tuomikangas i R. Kaipia, R., w swojej pracy [Tuomikangas, Kaipia 2014, s.254] wyróżniają sześć mechanizmów koordynacji wykorzystywanych w planowaniu SOP. Są to: realizacja strategii, proces SOP, narzędzia i dane, struktura SOP, kultura organizacyjna i przywództwo, zarządzanie efektywnością. Na potrzeby niniejszej pracy szerzej opisane zostaną wybrane mechanizmy przypisane do trzech kontekstów: procesu SOP (proces SOP, zarządzanie efektywnością), struktura SOP (struktura SOP) oraz wdrożenie SOP (narzędzia i dane, kultura organizacyjna i przywództwo). Konteksty te nie są wyłączne, co może oznaczać, że określona charakterystyka planu zostanie przedstawiona w nich więcej niż jeden raz.

2.3.2. Metody badawcze wykorzystywane w analizie SOP

Planowanie taktyczne w ujęciu SOP jest przedmiotem rozważań zarówno praktyków jak i teoretyków. Ma to swoje odzwierciedlenie w metodach badawczych stosowanych w analizie tego zagadnienia. Rozpoznanie literatury przedmiotu pozwoliło autorowi pracy wyróżnić cztery główne metody badań empirycznych (dwie pierwsze częściej spotykane w nurcie praktycznym, dwie pozostałe w nurcie teoretycznym):

- analiza studium przypadku;
- badania ankietowe;
- modelowanie (tworzenie modeli konceptualnych);
- symulacja (często powiązane z modelowaniem).

Analiza studium przypadku jest powszechnym narzędziem pozyskiwania danych empirycznych. Wielu autorów wykorzystuje ją również dla potrzeb analizy planowania w ujęciu SOP. Zgodnie z metodą analizy te dotyczą konkretnego wariantu zastosowania planowania sprzedaży i operacji lub wykorzystania innych metod w SOP. Wśród znanych studium przypadku najciekawsze z punktu widzenia niniejszej pracy wydają się prace J. Collin i D. Lorenzin oraz R. Oliva i R. Watson [Oliva, Watson 2011, s.440-447]. Pierwszy zespół autorów w swojej pracy [Collin, Lorenzin 2006, s.424-430] przedstawia rozwiązanie, w którym zintegrowane planowanie wpływa na zwiększenie elastyczności łańcucha dostaw. Efektywne wykorzystanie przez dostawców planów sprzedaży swoich klientów i przekładanie tego działania do kolejnych ogniw łańcucha dostaw jest właśnie działaniem zmierzającym do jego uelastycznienia. Uzupełnieniem tego powinny być technologie IT wspomagające integrację planowania poprzez ułatwianie przepływu danych. R. Oliva i N. Watson [Oliva, Watson 2011, s.440-447] badając integrację procesów planowania poszczególnych komórek funkcjonalnych zauważyli, że kluczową rolę w tym procesie odgrywają takie elementy jak: jakość danych, jakość procedur oraz zasady koordynacji planów. Ci sami autorzy zwracają również uwagę, że zasady koordynacji planów w większości przypadków mogą mieć większe znaczenie niż dwa pozostałe elementy kluczowe.

Badanie ankietowe wykorzystał w swojej pracy m.in. M. Nakano [Nakano, s. 84-102]. Udowadnia, że koordynacja planowania oraz procesów operacyjnych, pozwala na skuteczniejsze doskonalenie procesów. Kluczowym elementem doskonalenia procesów jest poprawa trafności prognoz. Suma opisanych działań pozwala zdaniem M. Nakano na poprawę efektywności przedsiębiorstwa produkcyjnego. O'Leary-Kelly S.W. i Flores, B.E. [O'Leary-Kelly, Flores 2002, s.238] prowadzili badania związane z poziomem integracji

w ramach procesów podejmowania decyzji przez funkcje sprzedażowe (marketingowe) oraz produkcyjne. Zgodnie z wynikami tych badań wzrost poziomu integracji wpływa na poprawienie efektywności przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Metodę modelowania w swojej pracy wykorzystali Y. Feng, S. D'Amours i R. Beauregard. Zespół autorów opracował modele matematyczne pozwalające na określenie skutków wdrożenia planowania SOP dla warunków strategii produkcyjnej MTO. W pracy [Feng et al. 2008, s.206] przedstawiono dwa modele dostosowane do potrzeb analizy wdrożenia SOP w łańcuchu dostaw oraz w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Szczególnie istotny w tej pracy jest drugi model. Opiera się on głównie o badanie skutków wdrożenia planu SOP koordynującego działania pomiędzy funkcjami sprzedaży i produkcji. Wyniki przedstawione przez autorów są obiecujące i pozwalają stwierdzić, że wdrożenie planu SOP w strategii produkcyjnej MTO pozwala na zmniejszenie kosztów produkcji przy zachowaniu określonego poziomu obsługi klienta. Sytuacja ta jest najprawdopodobniej spowodowana tym, że w warunkach braku planu SOP w strategii MTO realizowane były terminowo wszystkie zaplanowane działania niezależnie od ich kosztu. Kolejne znane prace, w których wykorzystano metodę modelowania (głównie modelowania matematycznego) dotyczą zarządzania ryzykiem na poziomie taktycznym planowania [Hahn, Kuhn 2012] oraz zarządzania obciążeniem potencjału w perspektywie średnio i długoterminowej [Olhager, Johansson 2012]. Zagadnienia te nie są bezpośrednio związane z tematem niniejszej pracy i w związku z tym nie będą szerzej omawiane.

Metodę badań symulacyjnych wykorzystali R. Affonso, F. Marcotte i B. Grabot. Opracowali oni model symulacyjny, w ramach którego sprawdzili dwa scenariusze symulacyjne. Pierwszy, w którym przedsiębiorstwa współpracujące w ramach łańcucha dostaw opracowywały swoje własne plany SOP (następowała tylko wymiana wyjść informacyjnych) oraz drugi, w którym opracowywano plany dla całego łańcucha dostaw. Przedstawione wyniku skupiają się głównie na analizie zależności pomiędzy osiągniętym poziomem kosztów działalności operacyjnej a długością czasów cykli uzupełniania zapasów. Kolejnym ograniczeniem pracy jest też odniesienie się do jednego przypadku. Parametryzacja obu scenariuszy była identyczna [Affonso et al. 2008, s.139]. Kolejna praca autorstwa Y. Feng, A. Martel, S. D'Amours i R. Beauregard jest rozwinięciem badań modelowych prowadzonych przez ten zespół od roku 2008. W roku 2013 przedstawili oni wyniki badań symulacyjnych, w których badali wykorzystanie stochastycznych modeli programowania w koordynacji planów na poziomie taktycznym dla warunków realizacji strategii produkcyjnej MTO. Zgodnie z przeprowadzonymi badaniami wykorzystanie tych rozwiązań

pozwala na poprawę zysku o 10%-15%. Jednocześnie model ten pozwala w wyniku poprawy procesu podejmowania decyzji na obniżenie ryzyka ekonomicznego przedsiębiorstwa.

Najistotniejszy wniosek płynący z zaprezentowanej analizy dotyczy braku badań symulacyjnych pozwalających na pozyskanie empirycznych danych ilościowych obrazujących funkcjonowanie planu SOP w warunkach strategii produkcyjnej MTS[8].

2.3.3. Kontekst strukturalny SOP

Kontekst strukturalny zdaniem N. Tuomikangas i R. Kaipia, R., może być rozpatrywany w trzech perspektywach [Tuomikangas, Kaipia 2014, s.251]:

- struktury łańcucha dostaw obejmowanej przez plan SOP;
- poziomu integracji pomiędzy obszarami funkcjonalnymi;
- roli i odpowiedzialności uczestników procesu SOP.

Struktura łańcucha dostaw opisywana jest najczęściej w pracach wykorzystujących metody modelowania i symulacji. Odnoszą się do niej Y. Feng, S. D'Amours i R. Beauregard [Feng et al. 2008] R. Affonso, F. Marcotte i B. Grabot [Affonso et al. 2008]. Zdaniem tych zespołów autorów podejmowanie decyzji w sposób scentralizowany pozwala na lepszą koordynację działań zarówno w ujęciu pionowym (koordynacja celów strategicznych, taktycznych
i operacyjnych) ale także w ujęciu poziomym (między-funkcjonalnym) co prowadzi do poprawy efektywności organizacji. W podobnym tonie wypowiadają się również J. Wang, S. Hsieh, P. Hsu [Wang et al. 2012] oraz C. Chen-Ritzo, T. Ervolina, T.P. Harrison, B. Gupta [Chen-Ritzo et al. 2010].

Tematykę poziomu integracji podejmują badacze wykorzystujący głównie metody ankietowe. Wśród nich wskazać należy opisaną już pracę [O'Leary-Kelly, Flores 2002, s.238].

Badanie roli i odpowiedzialności w opracowywaniu najczęściej opisywane jest na podstawie studium przypadku. R. Oliva i N. Watson w swojej pracy [Oliva, Watson 2011, s.438] przekonują, że w procesie opracowywania planu SOP każda z komórek funkcjonalnych powinna mieć określone zadania oraz harmonogram ich wykonania wynikający z potrzeb publikacji planu SOP (to najczęściej związane jest z ujęciem kalendarzowym). Na spotkaniu zespołu SOP następuje przedstawienie wyników pracy oraz dyskusja mająca na celu wypracowanie wspólnego rozwiązania. J.A. Grimson i D.F. Pyke [Grimson, Pyke 2007 s.336]

[8] Więcej na temat strategii produkcyjnych w rozdziale 2.4.

wskazują w tym aspekcie na szczególne znaczenie kierownictwa w opracowywaniu planu SOP.

2.3.4. Kontekst procesowy SOP

J.A. Grimson i D.F. Pyke'a [Grimson, Pyke 2007 s.324] określili proces SOP jako dynamiczne wspólne planowanie i podejmowanie decyzji pomiędzy komórkami funkcjonalnymi. Z kolei R.A. Stahl [Stahl 2010, s.35-37] wyróżnia pięć głównych etapów powstania planu SOP:

- etap 1 – zbieranie danych – ma szczególne znaczenie zarówno dla tworzenia planu jak i jego jakości. Często w przedsiębiorstwach dane gromadzone są w sposób niezinstytucjonalizowany przez co ich zebranie na potrzeby SOP jest utrudnione. Dane powinny być uporządkowane w sposób dający możliwość podejmowania na ich podstawie decyzji co z kolei wymaga ich aktualności i kompletności;
- etap 2 – prognozowanie popytu – tworzenie planu sprzedaży na kolejne miesiące na podstawie zebranych danych historycznych oraz informacji od klientów;
- etap 3 – planowanie przepływu materiałów – uwzględniające planowanie produkcji, zaopatrzenia, utrzymywanych zapasów, outsourcingu oraz zasobów niezbędnych do realizacji przepływu;
- etap 4 – spotkanie robocze – na którym menedżerowie poziomu taktycznego z rożnych działów przedsiębiorstwa wypracowują rozwiązania i rekomendacje dla zarządu przedsiębiorstwa; główne decyzje dotyczą: określenia najlepszego wariantu planu sprzedaży z uwzględnieniem planów produkcji i zaopatrzenia, remontów, przekazania części zadań w outsourcing, zbudowania planu finansowego przedsiębiorstwa, ustalenia planu spotkania z zarządem przedsiębiorstwa;
- etap 5 – spotkanie najwyższego kierownictwa przedsiębiorstwa – kulminacyjny moment opracowania planu SOP. Na tym etapie zaangażowani są najwyżsi kierownicy każdego z obszarów (obejmowanego przez SOP) oraz zarząd przedsiębiorstwa. Na spotkaniu menedżerowie zapoznają kierownictwo z aktualnym stanem firmy oraz prezentują wypracowane rozwiązania. Zadaniem zarządu jest wybranie ich zdaniem najlepszych oraz zatwierdzenie planu do realizacji.

Zaprezentowane etapy opracowywania planu pokazują jak szerokie jest spectrum działań w tym zakresie. Planowanie przepływu materiałów realizowane jest w jednym z trzech wariantów: wyrównanym – plan produkcji jest niezmienny a różnice pomiędzy sprzedażą

i produkcją pochłaniają zapasy, dostosowawczym – plan produkcji dopasowywany jest do prognoz sprzedaży w każdym z okresów planistycznych oraz mieszanym – łączącym cechy poprzednich wariantów [Bozarth, Handfield 2007, s.482]. Najistotniejszymi zdaniem L.K. Iverta i P. Jonssona [Ivert, Jonsson 2010, s.667] etapami procesu SOP są spotkania, na których wymieniane zostają poglądy na temat planów działania poszczególnych komórek funkcjonalnych. Zatem w proces tworzenia planu SOP zdaniem L. Lapide [Lapide 2007, s.21] powinien być zaangażowany interdyscyplinarny zespół, w którego skład wchodziliby specjaliści z obszarów:

- planowania produkcji i logistyki – odpowiedzialni za planowanie wytwarzania wyrobów w ilości zgodnej z prognozami sprzedaży, bilansowanie zadań z dostępnymi zasobami oraz przekazywanie informacji o brakach lub rezerwach zasobów;
- łańcucha dostaw – koordynowanie i synchronizowanie wszystkich planów począwszy od zaopatrzenia w materiały produkcyjne, usługi, energię, po dystrybucję wyrobów do klienta końcowego;
- marketingu – decydujący o wprowadzaniu nowych wyrobów na rynek, ustalaniu przyszłych cen, badaniu rynku, potrzeb klientów, kreowaniu produktów odpowiadających potrzebom nabywców;
- sprzedaży – tworzący plany sprzedaży, delegujący zadania sprzedażowe;
- finansów – przedstawianie wszystkich planów w formie pieniężnej, zestawianie rzeczywistych wyników finansowych z planowanymi.

C. Mellen w swojej pracy [Mellen 2010, s.43] podaje szczegółowe wskazówki dotyczące horyzontu planu SOP oraz konsekwencji przyjęcia rekomendowanych rozwiązań. Nawiązując do definicji planu SOP obejmuje on swoim horyzontem najbliższy rok. Częstym przypadkiem jest tworzenie planu na 18 miesięcy w celu objęcia pełnego roku rozliczeniowego. W celu posiadania aktualnych planów należy opracowywać go rolująco w układzie miesięcznym. Oznacza to, że co miesiąc plan na kolejny rok (lub dowolną liczbę miesięcy – w zależności od potrzeb przedsiębiorstwa) jest uaktualniany. Za uaktualnienie rozumie się doprecyzowanie informacji dla najbliższych miesięcy oraz dodania ostatniego miesiąca. Takie działania wymagają od przedsiębiorstwa nie tylko doskonałej komunikacji pomiędzy wszystkimi jego działami ale również stabilnie funkcjonujących procesów. Dane przekazywane na spotkania S&OP są podstawą do podejmowania decyzji. Od ich jakości zależy przyszłość przedsiębiorstwa. Stąd tak istotne jest posiadania uregulowanych procesów, które zwracają określone dane o wysokim walorze analitycznym. K. Parker [Parker 2008, s.30] zwraca

z kolei uwagę na konieczność opomiarowania procesu planowania. W tym celu można wykorzystać wskaźniki i mierniki np. wydajności, błędów prognoz, kapitału obrotowego, wykonania założeń planu. Dzięki temu opracowujący plany otrzymają informację zwrotną, która będzie mogła służyć doskonaleniu kolejnych wersji planu.

Podsumowując rozważania na temat procesowego ujęcia planu sprzedaży i operacji należy zaznaczyć, że jego opracowanie może stanowić dla przedsiębiorstwa wyzwanie. Dzieje się tak w sytuacji kiedy poziom, na którym znajduje się organizacja jest niski a procesy w niej funkcjonujące niestabilne. Pojawiają się wówczas duże trudności z pozyskaniem informacji a w konsekwencji z opracowaniem planu taktycznego. Korzyści wynikające z wykorzystania planowania w ujęciu SOP stanowią jednak doskonały argument do podjęcia wyzwania wdrożenia planowania sprzedaży i operacji. Przygotowanie organizacji do wdrożenia planu może być kilkuetapowe z uwagi na fakt stopniowej integracji poszczególnych procesów planowania. Więcej informacji na temat wdrażania planu sprzedaży i operacji zamieszczono w kolejnym podrozdziale.

2.3.5. Kontekst wdrożeniowy SOP

Uzyskanie pozytywnego wpływu zintegrowanego planowania SOP na przedsiębiorstwo możliwe jest wówczas gdy określona zostanie wizja wdrożenia planu i oczekiwania wobec niego. Dzięki temu osoby zaangażowane we wdrożenie uzyskają wspólny wzorzec (do którego dążą). P. Bower uważa [Bower 2010, s.7], że we wdrożenie powinny być zaangażowane wszystkie działy przedsiębiorstwa dzięki czemu możliwe jest uzyskanie efektu integracji i kompleksowe określenie sytuacji przedsiębiorstwa. Poza wizją E.J. Tinker [Tinker 2010, s.7-11] wymienia się jeszcze sześć podstawowych determinantów sukcesu we wdrażaniu planu sprzedaży i operacji:

- wsparcie kierownictwa – tworzenie planów musi mieć przełożenie na realizację, jeśli cały proces nie zakończy się finalnym planem, którego wpływ na organizację będzie pozytywny trudno będzie w późniejszym czasie przekonać pracowników do wysiłku związanego z jego opracowywaniem;
- kształt planu – powinny zostać określone wszystkie niezbędne dane do opracowania planu oraz nakreślone obszary decyzyjne, które ma obejmować swoim zasięgiem plan;

- delegowanie uprawnień – za tworzenie planu powinni odpowiadać kierownicy obszarów znajdujący się na poziomie taktycznym, którzy najlepiej znają szczegóły realizacji procesów operacyjnych, zadaniem kierownictwa jest wybieranie wariantów planów oraz ich akceptacja;
- raportowanie – realizacja planu powinna być raportowana w jasny i przejrzysty sposób co daje możliwość wykorzystania informacyjnych sprzężeń zwrotnych w opracowywaniu kolejnych wersji planu;
- wsparcie technologii – opracowywanie planów powinno być wspomagane narzędziami IT ze szczególnym naciskiem na systemy klasy ERP, które jednocześnie mogą stanowić bazę danych jak i narzędzie realizacji planu;
- wykorzystanie mierników i wskaźników – opomiarowanie procesów oraz analiza ich efektywności z uwzględnieniem procesów planowania pozwala na określanie słuszności realizowanych działań.

Wykorzystanie przedstawionych powyżej rad może przyczynić się do sukcesu wdrożenia planowania sprzedaży i operacji. Wielu autorów zwraca szczególną uwagę na znaczenie systemów IT wspomagających wymianę danych. P. Hadaya i L. Cassivi [Hadaya, Cassivi 2007, s.974] twierdzą, że wewnątrzorganizacyjne systemy wymiany danych mają pozytywny wpływ na efektywność przedsiębiorstwa. . R. Oliva i N. Watson w swojej pracy [Oliva, Watson 2011, s.438] charakteryzują proces wymiany informacji w zależności od stopnia wdrożenia SOP. Na początku dane różnych obszarów funkcjonalnych są od siebie odseparowane. W miarę wdrażania SOP dane są konsolidowane uzyskując w najbardziej zaawansowanej formie system udostępniający dane w czasie rzeczywistym. Sukcesem wdrożenia należy uznać osiągnięcie zakładanego kształtu planu i jego wpływu na działalność przedsiębiorstwa. E.J. Tinker [Tinker 2010, s.12] wyróżnia pięć etapów wdrażania planu sprzedaży i operacji:

- przygotowawczy – funkcjonują tylko niektóre wskaźniki, plan sprzedaży tylko na najbliższy tydzień, zarządzanie w krótkich horyzoncie, częste zmiany planów;
- podstawowy – horyzont planowania pokrywa najdłuższe cykle produkcyjne, podział asortymentu na grupy, spotkania interdyscyplinarnego zespołu, pomiary zestawu wskaźników;
- funkcjonalny – proces wspomagany narzędziami IT, opracowane scenariusze spotkań zespołu SOP, podejmowanie decyzji biznesowych;

- dojrzały – krótkie spotkania zespołu, podejmowanie decyzji w ramach SOP wspomagane narzędziami IT, poszukiwanie optymalizacji kosztowej oraz przychodowej, wszystkie działania opomiarowane, ustalane cele działań w wartości mierników i wskaźników;
- najwyższy – pełna integracja z procesem budżetowania, integracja z planowaniem strategicznym, wydłużone horyzonty planistyczne, analiza realizacji planów jako wsadowa do podejmowania kolejnych decyzji.

Wdrożenie planowania sprzedaży i operacji oraz proces jego opracowywania uzależniony jest od realizowanej strategii produkcyjnej. Temat ten podejmują w swojej pracy M. Adamczak, P. Cyplik, R. Domański i B. Miszon [Adamczak et al. 2011, s.6]. Szczegółowy opis wybranych strategii produkcyjnych przedstawiony zostanie w rozdziale 2.4.

Podsumowując rozważania na temat wdrożenia planu sprzedaży i operacji należy wskazać podstawowe korzyści wynikające z jego wykorzystania. Według S. Daviaud [Daviaud 2006, s.33-34] należy do nich zaliczyć:

- bilansowanie zadań z dostępnymi zasobami;
- powiązanie planów sprzedaży z planami marketingowymi;
- zgromadzenie danych niezbędnych do podjęcia decyzji o rozbudowaniu posiadanych zasobów;
- przedstawienie planów najwyższemu kierownictwu przez menedżerów średniego szczebla, dzięki czemu członkowie organizacji dzielą się posiadaną wiedzą, co służy podejmowaniu trafnych decyzji.

W kontekście opracowywania planu SOP P. Bower [Bower 2010, s.20] zwraca szczególną uwagę na znaczenie bilansowania zadań z aktualnymi zdolnościami opartego na kryterium zyskowności. Dzięki zaangażowaniu wielu działów w opracowywaniu planu możliwe jest sprawdzenie realności wykonania zadań, stworzenie scenariuszy alternatywnych i porównienie ich pod względem zyskowności każdego z rozwiązań. Planowanie sprzedaży i operacji pozwala dodatkowo przedsiębiorstwu na osiągnięcie korzyści związanych z obsługiwanym rynkiem, takich jak: wzrost udziału w rynku, wzrost sprzedaży, zwiększenie zysków ze sprzedaży a także związanych z realizacją procesów wewnętrznych, rozumianych jako: poprawa efektywności, redukcja strat, zmniejszenie wielkości zaangażowanego kapitału a w konsekwencji zwiększenie zysków. Zdaniem J. Mazela [Mazel 2004, s.7] biorąc pod uwagę zaprezentowane korzyści SOP może stać się najważniejszą bronią przedsiębiorstw

konkurujących na rynku, które chcą być pewne, że są zyskowne dzięki dostarczaniu właściwym klientom, właściwych produktów poprzez właściwe kanały.

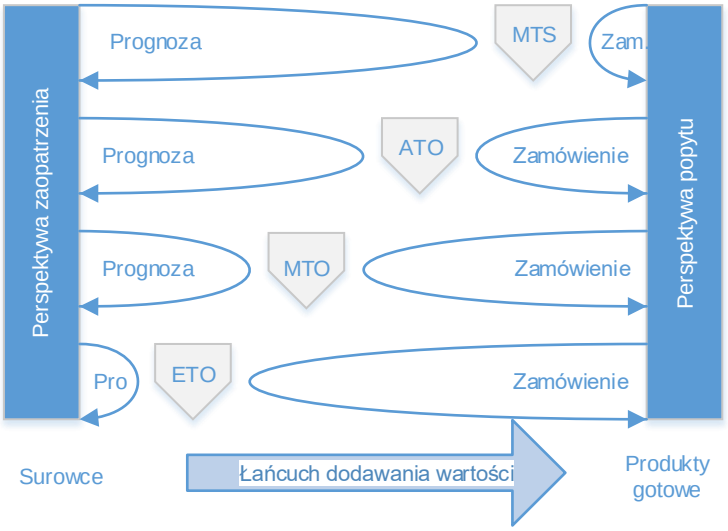
2.4. Strategie produkcyjne

Pojęcie strategii produkcyjnej do słownika naukowego wprowadził Skinner (Skinner, 1969) w 1969 roku. Od tego czasu w literaturze przedmiotu odnaleźć można wiele publikacji traktujących o tym zagadnieniu. Wskazać należy jednak, że nie jest ono rozumiane przez wszystkich autorów jednakowo.

Zgodnie z pracami (Leong, Snyder, i Ward, 1990; Dangayach i Deshmukh, 2001) startegia produkcyjna to pojęcie rozpatrywane w dwóch płaszczyznach: priorytetów konkurencyjnych oraz kategorii decyzyjnych. Priorytety konkurencyjne zostały zdefiniowane w pracy (Jonsson, Rudberg, 2014, s.55), jako zestaw celów jakie stawiane są przed produkcją, i które łączą wymagania rynku z zadaniami realizowanymi w systemie produkcyjnym. Kategorie decyzyjne ci sami autorzy w oparciu o prace (Hill, 2000; Miltenburg, 2005) określają mianem zbioru decyzji podejmowanych na etapie projektowania systemu produkcyjnego a dotyczących sposobu realizacji zadań produkcyjnych, dostarczania wyrobów gotowych, ich różnorodności, wielkości wolumenu przepływu czy możliwości ich dostosowywania do potrzeb klientów.

W pracy (Cid Yáñez, Frayret, Léger i Rousseau, 2009, 6298) funkcjonują dwie główne strategie produkcyjne push oraz pull. Są one jednak uzupełnianie przez strategie rozumiane przez pryzmat lokalizacji punktu rozdzielającego. Natomiast zdaniem Meredith i Akins (Meredith, Akinc, 2007, s.626) strategia produkcyjna jest utożsamiana wyłącznie z lokalizacją punktu rozdzielającego w łańcuchu dostaw. I tą orientację jako obowiązującą przyjął autor pracy w dalszych rozważaniach. Takie ujęcie wiąże się również z pierwszym z zaprezentowanych podejść do definiowania strategii produkcyjnej. Zdaniem autora pracy plasuje się ono na płaszczyźnie kategorii decyzyjnych ze szczególnym wskazaniem na sposób dostarczania wyrobu gotowego.

Punkt rozdzielający jest miejscem w procesie dodawania wartości, w którym produkt powiązany jest z konkretnym zamówieniem klienta (Skipworth i Harrison, 2006, s.1629). Typowe lokalizacje punktów rozdzielających w łańcuchu dodawania wartości przedstawiono na rysunku 2.5.



Rysunek 2.5. Lokalizacja głównych punktów rozdzielających w łańcuchu dodawania wartości
Źródło: [Rudberg, Wikner, 2004, s.447]

Rysunek 2.5 przedstawia cztery podstawowe alokacje punktu rozdzielającego w łańcuchu dodawania wartości. Produkcja na zapas (MTS – Mate to Stock) opiera się na prognozach sprzedaży danego produktu. Wytwarzane zgodnie z opracowanym (często spoziomowanym) planem produkcji wyroby trafiają na magazyn, skąd mogą być pobierane przez klientów. W wariancie tym klienci nie mają bezpośredniego wpływu na specyfikację techniczną nabywanego produktu (Wikner, Naim i Rudberg, 2007, s.147).

Umieszczenie punktu rozdzielającego przed montażem (ATO – Assemble to Order) pociąga za sobą konieczność produkcji części składowych na zapas. Montaż wyrobów gotowych wyzwalany jest przez zamówienie złożone przez klienta. Produkowane części składowe mają charakter standardowy. Dostosowanie produktu do wymagań klienta następuje na etapie montażu. Zwykle etap montażu w wariancie ATO jest o wiele mniej pracochłonny niż etap produkcji części składowych. Ze względu na różnice pracochłonności etapów produkcji realizowanych przed i za punktem rozdzielającym montaż wyrobów zaczyna się zwykle w momencie gdy dostępny jest komplet komponentów [Dayanik, Song i Xu, 2003, s.213]. W pracy [Sochocki, 1997] znajduje się opis środowiska produkcyjnego działającego zgodnie ze strategią ATO oraz proces transformacji ze strategii MTO do ATO.

W wariancie MTO (Make to Order) produkcja danego wyrobu rozpoczynana jest po złożeniu zamówienia przez klienta. Przedsiębiorstwo gromadzi zapasy materiałów i surowców, z których wytwarzany jest zamówiony produkt [Wikner, Naim i Rudberg, 2007,

s.147]. W pracy [Hendry i Kingsman, 1989] odnaleźć można opis problematyki planowania w ramach strategii MTS oraz MTO.

Projektowanie na zamówienie (ETO – Engineer to Order) to wariant zgodnie, z którym produkt opracowywany jest na zamówienie klienta. Nabywca otrzymuje doskonale dopasowany do swoich potrzeb wyrób jednak czas oczekiwania na jego dostarczenie jest relatywnie długi. O czasach realizacji w ramach strategii ETO traktuje praca (Mather, 1992).

W pracy (Vaagen i Wallace, 2010, s.94) znaleźć można opinię, że kolejną strategią produkcyjną może być szybka reakcja (quick response - QR). Autorzy Ci prezentują jednocześnie pogląd, że QR jest ściśle związana ze zwinnością organizacji oraz systemu produkcyjnego. Zwinność w szerokim biznesowym znaczeniu rozumiana jest jako koncepcja opierająca się o zdolność do szybkiego dostosowywania się do zmieniających się wymagań klientów (van Hoek, Harrison i Christopher, 2001, s. 146). Pojęcie to wywodzi się z obszaru zarządzania systemami produkcyjnymi (Aitken, Christopher i Towill, 2002). Zwinność w systemach produkcyjnych uzyskuje się dzięki: zróżnicowanemu parkowi maszynowemu, szerokiej sieci kooperantów oraz projektowaniu wyrobów i technologii ich wytwarzania w taki sposób aby niewielka zmiana powodowała dopasowanie wyrobu do potrzeb klientów (Chan i Zhang, 2001, s.2314; Naylor, Naim i Berry,1999, s.110).

Alokacja punktu rozdzielającego, a co za tym idzie wybór strategii produkcyjnej jest uzależniona od wielu czynników. Wśród nich wyróżnia się czynniki rynkowe, czynniki związane z produktem oraz procesem produkcyjnym. Czynniki rynkowe to głównie: akceptowalny czas dostarczenia wyrobu do klienta, zmienność popytu, wielkość popytu, asortyment produktów, wielkości i częstotliwość zamówień klientów. Czynniki związane z produktem to głównie: modułowa konstrukcja wyrobu, możliwości ich dostosowywania do indywidualnych potrzeb klientów. Czynniki związane z procesem produkcyjnym to pracochłonność procesu produkcyjnego, skomplikowanie procesu planowania produkcji, istnienie „wąskich gardeł” w procesie, elastyczność procesu produkcyjnego (Olhager 2003, s.321).

3. Integracja procesów

3.1. Istota podejścia procesowego

Zdaniem P. Grajewskiego [Grajewski 2002, s.51-52] proces jako element budowy organizacji znany był już w epoce przedindustrialnej. Rewolucja przemysłowa i zmiany jakie za sobą pociągnęła spowodowały, że podstawowym kryterium wyodrębniania obszarów w organizacji stało się kryterium funkcjonalne. Obecne dynamiczne zmiany na rynku i wzrost konkurencji[9] powodują, że powraca się do podejścia procesowego. Zdaniem S. Nowosielskiego [Nowosielski (red.) 2008, s.40] podejście to ukierunkowuje organizację na procesy w niej zachodzące. Ma to prowadzić do wzrostu efektywności organizacji, której naturalną determinantą staje się proces. Aby lepiej zrozumieć czym jest proces w tabeli 3.1 przedstawiono definicję tego pojęcia stworzone przez różnych autorów.

Tabela 3.1. Definicje procesów

Autor definicji	Definicja procesu
M. Hammer, J. Champy	Proces to wiązka aktywności skierowana na jedno lub klika wejść, w wyniku której klient dostaje wyrób o pożądanej przez niego wartości [Hammer, Champy 1996, s.17].
M. Trocki	Procesy to zespoły realizowanych w organizacji działań pozostających w związkach przyczynowo skutkowych, wykonywane dla uzyskania zamierzonego celu przez zespoły wykonawców na wielu stanowiskach pracy, w wielu komórkach organizacyjnych [Romanowska, Trocki 2004, s.63].
K. Perechuda	Proces to zbiór czynności przebiegających równolegle, warunkowo lub sekwencyjnie, prowadzących do zmian zasobów przedsiębiorstwa na wejściu w efekty końcowe w postaci wyrobu lub usługi [Perechuda (red.) 2000, s.88].
PN-EN ISO 9000:2006	Proces to zestaw wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących działań, które przekształcają wejścia w wyjścia [ISO 9000:2006].
APICS	Zaplanowana seria działań, operacji (mechanicznych, elektrycznych, chemicznych, kontrolnych, testowych), która zwiększa wartość wyrobu lub usługi [Blackstone 20008, 103].

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując definicje procesu zaprezentowane w tabeli 3.1 należy wskazać na kilka powtarzających się w nich elementów, które warunkować będą sposób postrzegania procesów w niniejszej pracy, a są nimi: proces może dotyczyć zarówno przepływu fizycznego jak i informacyjnego, proces powinien być działaniem zaplanowanym i może być realizowany w różnych obszarach funkcjonalnych przedsiębiorstwa, w celu osiągnięcia założonego efektu zwiększającego wartość wyrobu lub usługi. Odnosząc się do tego ostatniego P. Grajewski [Grajewski 2002, s.57] uważa, że kolejnym istotnym elementem

[9] Więcej na ten temat w rozdziale 1.1.

podejścia procesowego jest punkt odniesienia w analizie efektów działania. Jego zdaniem proces jest weryfikowany przez poziom wartości ocenianej przez klienta a nie jak w organizacji funkcjonalnej przez kierownika. Podejście to można powiązać z łańcuchem wartości Portera[10].

Podobnie jak w przypadku planowania[11] tak również w klasyfikacji procesów istnieją rozmaite podziały. R. Müller i P. Rupper [Müller, Rupper 2000, s.21] dzielą procesy na megaprocesy prowadzące do powstania nowego produktu lub usługi na potrzeby klienta oraz procesy główne i procesy pomocnicze, które wchodzą w skład megaprocesów i zostają wyodrębnione na podstawie jednorodnych celów i realizowanych działań. J. Brilman [Brilman 2002, s.287] wprowadza do swojego podziału kryterium klientów zewnętrznych i wewnętrznych. Autor ten dzieli procesy na operacyjne wytwarzające wartość dla klienta zewnętrznego oraz procesy pomocnicze adresowane do klienta wewnętrznego i tworzące warunki do funkcjonowania procesów operacyjnych. S. Nowosielski [Nowosielski (red.) 2008, s.40] w kontekście procesów adresowanych do klienta wewnętrznego wyróżnia procesy wewnątrzfunkcyjne (zawierające się w ramach jednej funkcji) i międzyfunkcyjne (przebiegające przez różne obszary funkcjonalne). W części badawczej pracy wykorzystane zostaną procesy główne adresowane do klientów zewnętrznych – poziom przepływu materiałowego oraz procesy pomocnicze międzyfunkcyjne – poziom planowania w horyzoncie taktycznym.

Istotne z punktu widzenia procesów jest także środowisko w jakim one zachodzą. Element ten opisuje w swojej pracy S. Krawczyk [Krawczyk 2001, s.39], który definiuje środowisko procesu jako „*zbiorowość biernych i aktywnych, stymulujących lub utrudniających podmiotów, których istnienie i specyficzne własności musimy uwzględnić w planowaniu i realizacji procesów".* Proces jako zbiór czynności korzysta z zasobów nazywanych też infrastrukturą. Ten sam autor definiuje infrastrukturę procesów jako „*wyróżnione w środowisku podmioty zaangażowane w ten proces, wykorzystywane obiekty oraz relacje między podmiotami a obiektami"* [Krawczyk 2001, s.39]. Infrastruktura może być wewnętrzna oraz zewnętrza a kryterium podziału opiera się o ich podległość wobec menedżera procesu. Zarządzanie procesami zdaniem P. Grajewskiego [Grajewski 2002, s.56] polega właśnie na optymalizowaniu struktury elementów organizacji (infrastruktury procesów) pod względem kreowania wartości dla klienta końcowego. Oznacza

[10] Więcej na ten temat w rozdziale 2.1.3.
[11] Opisane szerzej w rozdziale 2.1.2.

to minimalizację operacji nieefektywnych oraz maksymalizację udziału elementów dodających wartość z punktu widzenia klienta. K. Perechuda [Perechuda 1999, s.40-41] odpowiada natomiast na pytanie, dlaczego zarządzanie procesami znalazło zastosowanie we współczesnych organizacjach. Jego zdaniem wynika to głównie z rosnącej turbulencji otoczenia i wnętrza firmy spowodowanych indywidualizacją potrzeb i rosnącymi oczekiwaniami klientów, deregulacją systemu konkurencji rynkowej, skróceniem cyklu życia wyrobu, wzrostem znaczenia wartości niematerialnych oraz redukcją odległości komunikacyjnej między organizacją a jej klientami.

Zdaniem P. Grajewskiego [Grajewski 2002, s.57-61] podejście procesowe ułatwia pracownikom zrozumienie ich roli w strategicznym działaniu całej organizacji, co niesie za sobą możliwość samooceny własnej pracy i jej doskonalenia pod względem wartości, jakie ona niesie dla klienta (zewnętrznego lub wewnętrznego). Tak naprawdę tylko klient zna prawidłową odpowiedź na pytanie, co dla niego jest najważniejsze. Wprowadzenie reguł rynkowych do wnętrza organizacji może przyczynić się do osiągnięcia przez nią przewagi konkurencyjnej. Biorąc zatem pod uwagę warunki działania współczesnych organizacji podejście procesowe jest atrakcyjną alternatywą dla dotychczasowych konwencji organizowania działań zespołowych. Daje ono przede wszystkim możliwość dynamizacji organizacji, co skutkuje zwiększeniem elastyczności reagowania na sytuacje rynkowe.

3.2. Determinanty i kierunki integracji procesów

3.2.1. Ewolucja rynku

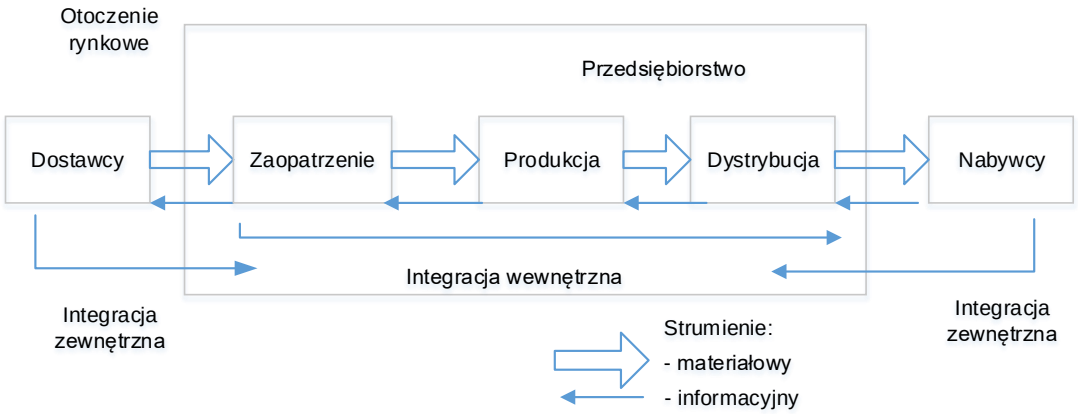
M.E. Porter [Porter 1992, s.22] w swojej pracy prezentuje pogląd, że na siłę konkurencji w sektorze mają nie tylko konkurenci i nabywcy, ale również potencjalni wchodzący, substytuty oraz dostawcy. Świadczy to o licznych powiązaniach istniejących na współczesnych rynkach. Wszystkie te elementy mogą decydować o sukcesie firmy na rynku. Każda zmiana otoczenia przedsiębiorstwa powinna powodować dostosowanie się do niej organizacji przedsiębiorstwa, aby mogła być ona postrzegana, jako szansa a nie zagrożenie dla jego działalności. J. Bendkowski i M. Kramarz [Bendkowski, Kramarz 2006, s.21-22] doprecyzowują, że rynek już dawno zapomniał o wiodącej roli efektu skali i jak największych wolumenach produkcji. Obecnie zdaniem autorów obserwuje się podążającą za coraz większym bogaceniem się ludzi indywidualizację ich potrzeb. Wymusza

to na przedsiębiorstwach dużą różnorodność asortymentową, krótkie serie produkcyjne uruchamiane możliwie najszybciej po pojawieniu się potrzeby na rynku oraz dużą ilość innowacji stosowanych w produktach. Przedstawione warunki zdaniem M. Fertscha [Fertsch 2003, s.16] stwarzają zupełnie nowe wyzwania przed planowaniem i sterowaniem produkcją. Nacisk nastawiony jest nie tylko na koszt realizowanych zadań ale również na szybką i terminową realizację zleceń. Na ten sam aspekt w swojej pracy zwraca uwagę J.R. Schermerhorn [Schermerhorn 2008, s.124]. Jego zdaniem zmiany zachodzące na rynku wskazują na wzrost znaczenia planowania i konieczność jego reorganizacji wynikającą z narastania potrzeb planistycznych we współczesnych organizacjach. M. Fertsch [Fertsch 2003, s.16] analizując rolę planowania we współczesnych systemach produkcyjnych zwraca uwagę na istnienie logistyki produkcji, która przejęła odpowiedzialność za zsynchronizowany przepływ dóbr pomiędzy „wejściem" do przedsiębiorstwa a „wyjściem" z niego oraz za stworzenie warunków do efektywnego planowania i sterowania produkcją. Jest to możliwe dzięki integracji działań tradycyjnie realizowanych w sposób rozproszony. Mowa tu o zasilaniu systemu produkcyjnego w materiały, narzędzia czy części zamienne. Ponadto system logistyczny i produkcyjny powinny wykazywać w przedsiębiorstwie daleko idące podobieństwa. Szczególnie powinno to dotyczyć obszaru planowania, które powinno być wykonywane wszędzie według tych samych standardów. P. Blaik [Blaik 1997, s.166] zwraca natomiast uwagę na znaczenie integracji obszarów marketingu i logistki w przedsiębiorstwie. Interesujący jest fakt, iż przesłanki tej integracji są dokładnie takie same jak w przypadku produkcji i zaopatrzenia. Orientacja na przypływy i potrzeby klienta jest drogą do możliwości konkurowania na dynamicznych rynkach.

3.2.2. Kierunki integracji

Integracja ogólnie definiowana jest, jako proces tworzenia się całości z części, zespalanie elementów w całość. W znaczeniu ekonomicznym z kolei oznacza proces gospodarczy, polegający na scalaniu przedsiębiorstw, gałęzi i działów gospodarki [Słownik wyrazów obcych 1997, s.479]. Inaczej można powiedzieć, że jest to utworzenie lub proces tworzenia jednostki, obejmującej większą liczbę mniejszych jednostek [Pfohl 1998, s.315]. Najogólniejszą definicję integracji zgodnie, z którą będzie to pojęcie rozumiane w dalszej części pracy przedstawił P. Romano [Romano 2003, s.120]. Zdaniem tego autora integracja to pokonywanie wszelkich barier pomiędzy obszarami funkcjonalnymi przedsiębiorstwa oraz pomiędzy przedsiębiorstwami w łańcuchu dostaw. Odnosząc się do tej definicji można

wyróżnić dwa podstawowe kierunki integracji: wewnętrzną i zewnętrzną. Pisał o tym w swojej pracy już blisko 20 lat temu H.Ch. Pfohl [Pfohl 1998, s.315]. Jego zdaniem w zależności od zakresu integracji wyróżnić można integrację wewnątrz działów albo wewnątrz funkcji, integrację na szczeblu powyżej działów oraz integrację na poziomie, obejmującym przedsiębiorstwa. Zjawisko to prezentuje rysunek 3.1.



Rysunek 3.1. Kierunki integracji
Źródło: [Hadaś, 2003, s.70 za: Christopher 2000a]

Nawiązując do rysunku 3.1 zdaniem Ł. Hadasia [Hadaś 2003, s.70-71] integracja w ramach przedsiębiorstwa i trzech jego podstawowych obszarów: zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji nazywana jest integracją wewnętrzną. Ł. Hadaś uważa, że celem integracji wewnętrznej jest optymalizowanie przepływów wewnątrz przedsiębiorstwa, co ma prowadzić do usprawnienia zachodzących w nim procesów. Usprawnienie procesów niesie za sobą lepsze wykorzystanie posiadanych zasobów i zmniejsza koszty działalności przedsiębiorstwa. Ten sam autor zwraca również uwagę na integrację planowania wewnątrz przedsiębiorstwa, która ma charakter informacyjno-decyzyjny. Integracja procesów wewnętrznych pozwala na efektywną współpracę różnych komórek funkcjonalnych przedsiębiorstwa w ramach realizowanych procesów. Takie wnioski prezentują w swoich pracach M. Pagel [Pagel 2004], P. Dense, P. Romano i M. Formentini [Dense et al. 2013] oraz Y.J. Seo, J. Dinwoodie i D.W. Kwak [Seo, et al. 2014]. Integracja wewnętrzna wymaga przede wszystkim integracji planowania i kontroli realizacji procesów w celu identyfikacji warunków możliwych rozwiązań oraz okresowo występujących trudności [Gimenez, Ventura 2005, s.23]. Integracja wewnętrzna związana jest z pojęciem łańcucha wewnętrznego, który tworzony jest przez samą organizację i jest skutkiem działań składających się na funkcje podstawowe (główne) i pomocnicze realizowane w zbiorze kompetencji organizacji

[Strategor 2000, s.62]. Łańcuch wewnętrzny jest często nazywany także łańcuchem dostaw w organizacji (company supply chain) [Wang et al. 2012]. Szczególnym przypadkiem łańcucha wewnętrznego jest wewnętrzny łańcuch logistyczny[12] tworzą jednostki funkcjonalne przedsiębiorstwa realizujące określony cel przedsiębiorstwa [Fechner 2007, s.14].

Podręcznik autorstwa zespołu Strategor [Strategor 2000, s.62] wyróżnia oprócz łańcucha wewnętrznego także łańcuch zewnętrzny, który jest skutkiem powiązań kooperacyjnych organizacji z jej dostawcami (powiązania wstecz) oraz dystrybutorami i nabywcami (powiązania w przód). Z łańcuchem zewnętrznym związane jest pojęcie integracji zewnętrznej. Dotyczy ona głównie ścisłej współpracy z partnerami w ramach łańcucha dostaw. M. Christopher [Christopher 2000a, s.16] definiuje łańcuch dostaw jako sieć organizacji zaangażowanych poprzez powiązania z dostawcami i odbiorcami, w różne procesy i działania, które tworzą wartość w postaci produktów i usług dostarczanych ostatecznym konsumentom. Z uwagi na specyfikę niniejszej pracy istotniejsza wydaje się definicja łańcucha dostaw zaprezentowana w Słowniku terminologii logistycznej [Słownik terminologii logistycznej, s.95]: *„Łańcuch dostaw w sensie procesowym to – sekwencja zdarzeń w przemieszczaniu dóbr zwiększająca ich wartość”*. Definicja ta nie wprowadza kryterium ilości organizacji biorących udział w przemieszczaniu dóbr. Łańcuch dostaw może być zatem zarówno wewnątrz organizacji jak i obejmować kilka podmiotów gospodarczych.

3.2.3. Czynniki integracji

Odwołując się do definicji łańcucha dostaw w sensie procesowanym oraz do pojęcia łańcucha dostaw w organizacji zaprezentowanych w rozdziale 3.2.2, w bieżącym rozdziale czynniki integracji wewnętrznej poszukiwane będą wśród czynników integracji tradycyjnie opisywanych w literaturze w kontekście integracji zewnętrznej (łańcuchów dostaw rozumianych, jako sieć organizacji).

Współcześnie rynek, o czym była już mowa, podlega prawom globalizacji i indywidualizacji potrzeb. Zdaniem J. Witkowskiego [Witkowski 2002, s.11] przedsiębiorstwa chcące skutecznie konkurować muszą nakierować się na racjonalizację przepływu materiałów i informacji w celu poszukiwania nowych źródeł zysku. Racjonalizacja przepływu materiałów i informacji może być realizowana poprzez likwidację barier a zatem

[12] Łańcuch logistyczny sieć powiązań pomiędzy przedsiębiorstwami zaangażowanymi w procesy i działania, których celem jest przepływ dóbr fizycznych tworzący wartość w odniesieniu do celu tego przepływu [Fechner 2007, s.12].

poprzez integrację. Integracja według A. Kawy [Kawa 2010, s.21] stanowi obok koordynacji podstawę konkurencyjności strategii SCM[13] (supply chain management). Koordynacja to zdaniem T.W. Malone [Malone 1987, s.1320] wzorzec procesu podejmowania decyzji i komunikacji pomiędzy realizatorami określonych zadań dążących do realizacji wyznaczonego celu.

K. Rutkowski [Rutkowski 2000, s.25-27] zalicza do kluczowych aspektów tworzenia zintegrowanego łańcucha dostaw: procesy planowania, prognozowania popytu oraz realizacji zamówień. Dodaje przy tym, że w integracji wymagane jest postrzeganie potrzeb zarówno ostatecznych klientów, jak i potrzeb oraz możliwości wszystkich partnerów. A. Harrison i R. van Hoek [Harrison, van Hoek 2010, s.307] rozpatrują czynniki integracji bardziej szczegółowo wyróżniając osiem głównych:

- dostęp do systemów planowania;
- zapoznawanie partnerów z planami produkcji;
- wspólna sieć elektronicznej wymiany danych;
- znajomość struktury i wielkości zapasów;
- zindywidualizowane pakowanie;
- częstotliwość dostaw;
- wspólne wyposażenie logistyczne;
- wspólne korzystanie z usług operatorów logistycznych.

Wymienione czynniki można podzielić na dwie grupy informacyjne (cztery pierwsze) oraz infrastrukturalne (od piątego do ósmego). Z punktu widzenia niniejszej pracy najistotniejsze wydają się czynniki informacje. Wśród nich najistotniejszą rolę odgrywa właśnie planowanie. Zdaniem D. Kisperskiej-Moroń [Kisperska-Moroń 2006, s.17] procesy planowania są instrumentem zarządzania relacjami dostawców i odbiorców, dzięki czemu dają możliwość równoważenia i bilansowania potrzeb nabywców ze zdolnościami zasobów w łańcuchu dostaw w ramach planowanych przepływów. A. Harrison i R. van Hoek [Harrison, van Hoek 2010, s.37] uważają, że im ściślejsza integracja w zakresie informacyjnym, tym większy ma ona wpływ na wyniki osiągane w łańcuchu dostaw. Poszerzenie zakresu integracji zmniejsza niepewność, która towarzyszy przepływowi dóbr w sieci dostaw, co z kolei sprzyja podniesieniu efektywności i przepływu materiałowego. I. Fechner [Fechner 2007, s.93] do czynników tworzących warunki integracji łańcucha dostaw zalicza również sposób wykorzystania informacji oraz szeroko rozumianą standaryzację. Zdaniem tego autora

[13] SCM – supply chain management – zarządzanie łańcuchem dostaw.

o funkcjonowaniu łańcucha dostaw w dużym stopniu decyduje postać, jakość i dostępność informacji. Aby łańcuch dostaw mógł efektywnie reagować na popyt i utrzymywać wysoki poziom obsługi przy relatywnie niskich kosztach, konieczna jest wielokierunkowa wymiana informacji między wszystkimi jego ogniwami. Między ogniwami powinny przepływać m.in. informacje na temat wyników sprzedaży, wielkości zapasów u odbiorców i dostawców, plany produkcji, zamówienia i ich statusy, faktury oraz przygotowywane promocje i modyfikacje produktu. Wymiana powyższych informacji w ramach łańcucha dostaw zwiększa możliwości jego konkurowania i utrzymywania przywództwa na rynku [Fechner 2007, s.117-119]. K. Rutkowski [Rutkowski 2000, s.14] stwierdza, że dzielenie się informacjami przez współpracujące przedsiębiorstwa jest kluczowym warunkiem osiągnięcia sukcesu. M. Christopher [Christopher 2000a, s. 216] zauważa, że w ciągu ostatnich już 20 lat zjawiska integracji łańcucha dostaw a poprzez to także i integracji procesów realizowanych w tych łańcuchach ciągle przybierają na sile. Zjawisko to jest podyktowane pozytywnym wpływem integracji procesów na konkurencyjność przedsiębiorstw tworzących łańcuch dostaw.

3.3.Modele integracji w łańcuchach dostaw

Zarówno teoretycy jak i praktycy są na ogół zgodni, że osiągnięcie pełnej integracji partnerów jest uwarunkowane przejściem przez trudną, długą i wieloetapową drogę. W literaturze przedmiotu nie ma jednak zgodności poglądów na temat szczegółowych procedur służących osiąganiu wyższych poziomów integracji [Witkowski 2010, s.67]. W tym rozdziale przedstawione zostaną modele integracji wykorzystywane w łańcucha dostaw. Z uwagi na założenie dotyczące interpretacji łańcucha dostaw zaprezentowane w rozdziale 3.2.2 część z tych modeli może być z powodzeniem wykorzystywana w łańcuchach wewnętrznych.

Najstarszym typem modeli łańcuchów dostaw są tzw. modele dojrzałości łańcucha dostaw. Najbardziej znanym modelem dojrzałości łańcucha dostaw jest model CMMI Capability Maturity Model Integration. Model ten został opracowany przez Software Engineering Institute (SEI) w celu opisu procesów, jakie muszą zostać wdrożone, aby osiągnąć kolejne poziomy dojrzałości łańcucha dostaw w kontekście jego efektywności. Model opisuje pięć poziomów dojrzałości: początkowy, zarządzania, definiowania, zarzadzania opartego na liczbach, optymalizacji [SEI 2004]. Kolejny model dojrzałości łańcucha dostaw można odnaleźć w pracy G. Pache´ i A. Spalanzanihave [Pache, Spalanzanihave 2007, s.82].

Zaproponowali oni również pięciostopniowy model: dojrzałość wewnątrz organizacji, dojrzałość pomiędzy organizacjami, rozszerzona dojrzałość pomiędzy organizacjami, dojrzałość między łańcuchami, dojrzałość społeczna. Procesy planowania i ich integracja w tym modelu powinny mieć miejsce już na poziomie drugim i trzecim. W przedstawionych modelach znajdują się na ich pierwszych poziomach. Potwierdza to wcześniejsze obserwacje, że planowanie jest jednym z kluczowych czynników integracji. Ponad to integracja wewnętrzna stanowi podstawę budowy łańcuchów dostaw.

Przedstawione modele dojrzałości łańcucha dostaw skupiają się na stopniu integracji wewnętrznej oraz zewnętrznej. Zdaniem autorów modeli dzięki integracji możliwa jest poprawa efektywności. Zestawiając ze sobą przedstawione modele dojrzałości łańcucha dostaw można określić, że integracja może mieć wymiar podmiotowy oraz funkcjonalny. Podmiotowy skupiony jest wokół liczby współpracujących ze sobą podmiotów gospodarczych. Wymiar funkcjonalny natomiast dotyczy funkcji, pomiędzy którymi zachodzi integracja.

W przedstawionych modelach dojrzałości łańcucha dostaw dostrzec można różne podejścia do poprawy efektywności. Dojrzałość łańcucha w modelu SCOR utożsamiana jest z łańcuchem wewnętrznym przedsiębiorstwa. Model CMMI skupia się na procesach, nie ma w nim mowy o integracji pomiędzy przedsiębiorstwami w łańcuchu dostaw. Najbardziej kompletnym modelem dojrzałości łańcucha z punktu widzenia podejmowanej problematyki badawczej wydaje się model Pache´ i Spalanzanihave. Oprócz integracji wewnętrznej oraz zewnętrznej sygnalizuje on również znacznie szersze oddziaływanie łańcuchów dostaw, w tym oddziaływanie na społeczeństwo.

Poszukując modeli integracji łańcuchów dostaw zespół autorów D. Estampe, S. Lamouri, J.L. Paris, oraz S. Brahim-Djelloul w swojej pracy [Estampe et al. 2013, s.247–258] przedstawili szesnaście wybranych przez siebie modeli łańcuchów dostaw. Wśród nich znalazły się: ABC – Activity Based Costing, FLR:Framework for Logistics Research, BSC: Balanced Score Card, SCOR:Supply Chain Operation Reference Model, GSCF framework, ASLOG audit, SASC: Strategic Audit Supply Chain, Global EVALOG, WCL: World Class Logistics Model, AFNOR FD X50-605 SCM/SME, APICS: Association for Operations Management, ECR: Efficient Customer Response, EFQM: Excellence Model, SCALE: Supply Chain Advisor Level Evaluation, Strategic Profit Model. Dokonując zestawienia cech wszystkich zaprezentowanych modeli autor pracy poszukiwał modelu, który w sposób najtrafniejszy będzie mógł oddać warunki integracji procesów planowania i przepływu

materiałowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Przy wyborze zastosowano zatem zastaw następujących kryteriów:

- poziom decyzyjny – model powinien odzwierciedlać łańcuch dostaw i realizowane w nim procesy w horyzoncie taktycznym oraz operacyjnym (planowanie w horyzoncie taktycznym, przepływ materiałowy w horyzoncie operacyjnym);
- typ przepływu – model powinien umożliwiać opisywanie przepływów materiałowych, informacyjnych czy finansowych;
- zakres integracji – model powinien umożliwiać opis integracji wewnętrznej;
- zastosowanie – model powinien mieć możliwość zastosowania w przedsiębiorstwach z sektora przemysłowego lub być wobec tego kryterium uniwersalnym.

W tabelach 3.2, 3.3 przedstawiono zestawienie cech poszczególnych modeli łańcuchów dostaw. Wyróżniono w nich te cechy, które stanowią kryterium wyboru modelu.

Tabela 3.2. Porównanie modeli łańcuchów dostaw cz.1

	FLR:Framework for Logistics Research	GSCF framework	SASC: Strategic Audit Supply Chain	WCL: World Class Logistics Model	ASLOG audit	Global EVALOG	AFNOR FD X50-605h	SCM/SME
Poziom decyzyjny								
Poziom strategiczny	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Poziom taktyczny	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Poziom operacyjny	✓	✓			✓	✓		
Typ przepływu								
Przepływ materiałowy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Przepływ informacyjny	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Przepływ finansowy				✓			✓	
Zakres integracji								
Wewnątrzna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zewnętrzna		✓	✓	✓		✓	✓	✓
Rozszerzona zewnętrzna								
Wielołańcuchowa								
Społeczna							✓	✓
Zastosowanie								
MSP								✓
Handel								
Przemysł						✓		
Usługi								
Wszytskie sektory	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Inne								
Zrównoważony rozwój							✓	✓

Źródło: [Estampe et al. 2013, s. 247–258]

Tabela 3.3. Porównanie modeli łańcuchów dostaw cz.2

	BSC: Balanced Score Card	Strategic Profit Model	ABC – Activity Based Costing	SCOR: Supply Chain Operation Reference Model	SCALE: Supply Chain Advisor Level Evaluation	APICS:Association for Operations Management	ECR: Efficient Customer Response	EFQM: Excellence Model
Poziom decyzyjny								
Poziom strategiczny	✓	✓			✓	✓	✓	✓
Poziom taktyczny			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Poziom operacyjny			✓	✓		✓		
Typ przepływu								
Przepływ materiałowy				✓	✓	✓	✓	✓
Przepływ informacyjny	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Przepływ finansowy	✓	✓	✓	✓	✓			
Zakres integracji								
Wewnątrzna	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Zewnętrzna		✓	✓	✓			✓	
Rozszerzona zewnętrzna		✓		✓	✓		✓	
Wielołańcuchowa		✓		✓				
Społeczna	✓			✓	✓			✓
Zastosowanie								
MSP								
Handel							✓	
Przemysł						✓	✓	
Usługi								
Wszytskie sektory	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Inne								
Zrównoważony rozwój	✓			✓		✓		✓

Źródło: [Estampe et al. 2013, s. 247–258]

Po przeprowadzeniu analizy szesnastu modeli łańcuchów dostaw pod względem spełniania przedstawionych powyżej kryteriów, jedynie model SCOR spełniał je wszystkie. Zdaniem autora pracy będzie się on najlepiej nadawał do wykorzystania w części badawczej do odzwierciedlenia łańcucha wewnętrznego, w którym procesy planowania na poziomie taktycznym będą podlegać integracji.

Odnosząc się do integracji łańcucha dostaw w literaturze przedmiotu można odnaleźć cztery modele dedykowane do opisu tego zjawiska w łańcucha dostaw. Są to:

- Pięciopoziomowy model Poiriera [Poirier 1999];

- Czteropoziomowy model Kompasu [Simichi-Levi et al. 2000];
- Czteropoziomowy model Stevensa [Stevens 1989];
- Trójpoziomowy model A.T. Kearney [A.T. Kearney 1994].

W przedstawionych powyżej modelach integracja procesów planowanie nie jest opisana w sposób szczegółowy. W modelu Poiriera na poziomie integracji zewnętrznej (konstruowania sieci) planowanie jest elementem koncentracji modelu. W modelu Kompasu[14] jednym z kryteriów jest planowanie. W obu modelach integracja w zakresie planowania odnosi się do łańcucha wewnętrznego. Stąd bezpośrednie ich wykorzystanie w części badawczej pracy nie będzie możliwe. Pokazuje to jednak z kolejnej perspektywy występowanie zidentyfikowanej luki badawczej w postaci braku badań ilościowych na temat wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia.

3.4. Doskonalenie procesów

Doskonalenie procesów wpisuje się w nurt teoretyczny zarządzania zmianami. Podstawą potrzeby dokonywania zmian w organizacji jest zmienność jego otoczenia[15] [Brilman 2002, s.375]. Organizacja chcąc funkcjonować na rynku musi się do tych zmian dostosowywać. W literaturze przedmiotu można odszukać wiele rozmaitych klasyfikacji zmian organizacyjnych. J. Majchrzak [Majchrzak 2002, s.18] przedstawia w opracowanej przez siebie klasyfikacji podział wg. kryterium charakteru zmian i wyróżnia w nim zmiany adaptacyjne oraz innowacyjne. Zmiany adaptacyjne polegają na tym, że do istniejących rozwiązań dodaje się nowe elementy lub modyfikuje dotychczasowe rozwiązania. Zmiany innowacyjne polegają na wprowadzaniu nowych rozwiązań, co prowadzi do głębokiego przeobrażenia organizacji. Opierając się na tym podziale przedstawione zostaną poniżej metody wykorzystywane w doskonaleniu procesów. Do grupy metod adaptacyjnych zaliczono znane z zarządzania jakością metody kaizen oraz six sigma.

Kaizen to dokonywanie w organizacji ciągłych zmian dążących do doskonalenia procesów. Zmiany te powinny być wprowadzane przez każdego pracownika (z uwzględnieniem specyfiki jego pracy). Usprawnienia metodą kaizen nie powinny nieść

[14] Model ten wydziela poziomy integracji zgodne z pięcioma poziomami dojrzałości łańcucha dostaw w modelu SEI.
[15] Tematyka zmian w otoczeniu została bliżej przedstawiona w rozdziale 5.3.

za sobą dużych nakładów inwestycyjnych. Zmiany w organizacji (oraz funkcjonujących w niej procesach) następują ewolucyjnie [Kisielnicki 2008, s.203]. Zdaniem M. Imai [Imai, 2007, s.35-37] kaizen to niewielkie udoskonalenia stanu istniejącego wiążące się z ciągłym podwyższaniem standardów. Rolą kierownictwa jest monitorowanie tego procesu i ewentualne utrzymywanie jego rezultatów. W związku z tym kaizen nie powinno być wiązane z innowacją (ta jest domeną wysokiego kierownictwa).

Zdaniem G. Eckes'a [Eckes 2007, s.64] metoda six sigma to filozofia ciągłego doskonalenia w drodze do ideału, na której nie ma akceptacji dla stanu istniejącego. Opiera się o siedem kroków doskonalenia organizacji i realizowanych w niej procesów [Eckes 2007, s.66-68]:

- obserwacja – identyfikowanie obiektów i ich własności;
- klasyfikacja – sortowanie obiektów i wytypowanie tych, które będą podlegać pomiarowi;
- pomiar – określenie sposobu pomiaru;
- zbieranie i organizowanie – zbieranie i rejestrowanie danych ich klasyfikowanie w celu uzyskania pierwszych uogólnień;
- przewidywanie i wyciąganie wniosków - formułowanie uogólnień na podstawie zebranych danych;
- wskazywanie zmiennych – formułowanie hipotezy na podstawie obserwacji oraz opracowanie metody, która pozwalałaby zweryfikować jej słuszność;
- synteza – integrowanie wcześniejszych elementów i interpretacja wyników.

W pomiarze metoda wykorzystuje założenie, że wyniki każdego procesu mogą różnić się od siebie. Stąd też w interpretacji wyników wykorzystywane są narzędzia statystycznej analizy danych uwzględniające normalność rozkładu wartości określonych zmiennych.

Zaprezentowane powyżej metody przedstawiają sposoby postępowania w doskonaleniu procesów. Działanie takie niewątpliwie można określić działaniem zorganizowanym[16]. W związku z tym możliwe jest zastosowanie podejść organizatorskich do doskonalenia procesów. Zdaniem Z. Martyniaka [Martyniak 1999, s.9] podejścia organizatorskie (nazywane również strategiami organizatorskimi) określają etapy postępowania organizatorskiego oraz stosowany w tym postępowaniu zbiór zasad metod i technik. W grupie metod adaptacyjnych powinno znaleźć się podejście opisowo-ulepszające bazujące na rejestracji stanu faktycznego. Materiał empiryczny zebrany w toku obserwacji poddany

[16] Przedstawiono tutaj ujęcie czynnościowe pojęcia organizacja.

zostaje krytycznej analizie i ocenie w celu znalezienia możliwych usprawnień [Martyniak 1999, s.11-12].

Przechodząc do drugiej grupy metod odnoszących się do zmian innowacyjnych należy wskazać na reengineering. Twórcy reengineeringu M. Hammer i J. Champy [Hammer, Champy 1996, s.49] zwracają szczególną uwagę na zagadnienia zarządzania procesami w doskonaleniu organizacji. Zdaniem R.L. Manganelli'ego i M.M. Klein'a [Manganelli, Klein 1998, s.26-27] *„Reengineering jest metodą szybkiego i radykalnego przeprojektowania strategicznych dodających wartość z punktu widzenia klienta procesów oraz powiązanych z nimi systemów, procedur, a także struktury organizacyjnej w celu optymalizacji toku pracy i produktywności organizacji"*. Zdaniem cytowanych już autorów, aby doprowadzić do realizacji wszystkich elementów przytoczonych w definicji konieczne jest znalezienie aspektów funkcjonowania przedsiębiorstwa wymagających poprawy, zidentyfikowanie wszystkich procesów, które opisują działania podejmowane przy produkcji wyrobów lub świadczeniu usług, wyselekcjonowanie procesów strategicznych, które jednocześnie dodają wartość z punktu widzenia klienta, opisanie elementów mających wpływ na realizację procesów (np. struktura organizacyjna, procedury), określenie czasu w jakim powinien być zrealizowany projekt i zakresu zmian. Zaznaczają oni również, że wszelkie działania podejmowane w ramach reengineeringu powinny być przeprowadzane szybko aby kierownictwo otrzymało efekty w czasie krótszym niż kiedykolwiek wcześniej oraz radykalnie co ma prowadzić do zauważalnych lub nadzwyczajnych efektów [Manganelli, Klein 1998, s.31-32]. Za rozwinięcie pojęcia reengineeringu może zostać uznany Business process reengineering (BPR), który polega na przeprojektowaniu procesów (zwykle przy udziale technologii informatycznych). Głównym celem BPR jest integracja procesów realizowanych w różnych obszarach funkcjonalnych w jeden proces [Altinkemer et al. 2011, s.130].

Podejściem organizatorskim, które może zostać przypisane do grupy metod innowacyjnych jest podejście funkcjonalno-wzorujące. Najistotniejszym elementem tego podejścia jest określenie celów i zadań jakie ma spełniać rozpatrywany system. Warianty możliwych usprawnień uzyskuje się poprzez analizę najnowszych, wzorcowych rozwiązań. W podejściu tym preferuje się pozyskiwania informacji z zewnątrz oraz metodę idealizacji [Martyniak 1999, s.12].

Podejście organizatorskie, które nie może zostać wprost przypisane do żadnej ze zdefiniowanych grup jest podejście diagnostyczno-funkcjonalne. Powstało ono jako efekt

niepowodzeń praktycznego wdrożenia podejścia funkcjonalno-wzorującego. Jednym z twórców tego podejścia był E. Nagel, który postulował w pierwszej kolejności dokładny opis stanu istniejącego systemu badanego a dopiero potem analizę funkcji przez ten system spełnianych [Martyniak 1999, s.12]. Rozwiązanie to jest najbliższe poglądom reprezentowanym przez autora pracy, stąd zdecydowano o bliższym przedstawieniu zmodyfikowanej metody prognostycznej (metodyki diagnostyczno-funkcjonalnej) opracowanej przez J. Trzcianeckiego. Opiera się ona na metodzie prognostycznej (odwołującej się do koncepcji IDEALS - Ideal Design of Effective and Logical Systems opracowanej przez Nadlera) należącej do grupy metod funkcjonalno-wzorujących. Ze względu jednak na przyjęcie analizy stanu faktycznego jako niezbędnego etapu postępowania w procesie usprawniania organizacji, podkreślenie korygującej roli tej analizy w stosunku do etapów poprzedzających oraz usytuowanie jej przed projektowaniem systemu wzorcowego sprawia, że metoda zaliczana jest do grupy metod diagnostyczno-funkcjonalnych. Zmodyfikowana metoda prognostyczna obejmuje siedem etapów [Trzcieniecki 1979, s.43]:

- ustalanie celów – rozpoznanie celów, podział na cele główne i poboczne;
- określenie zadań – ustalenie granic systemu poprzez dekompozycję i mapowanie, ustalenie czasowych ram badania oraz harmonogramu prac;
- analiza stanu faktycznego – pozyskiwanie danych o stanie faktycznym;
- projektowanie wzorcowego systemu organizacyjnego – uwzględniające: cel, wejścia, wyjścia, środowisko, ludzi, aparaturę;
- ustalanie warunków ograniczających tworzenie możliwych wariantów – zgodne z podejściem Nadlera;
- wybór wariantu optymalnego – ocena wariantów z uwagi na przyjęte uprzednio kryteria (można stosować różne techniki np. ocenę punktowa);
- wdrożenie projektu – ostatni krok który jest tożsamy z innymi podejściami organizatorskimi.

W zmianach adaptacyjnych jak i innowacyjnych (szczególnie w podejściu funkcjonalno-wzorującym) można wykorzystać również metodę benchmarkingu oraz modele referencyjne procesów[17]. J. Skalik [Skalik 1996, s.100] definiuje benchmarking jako „…*porównywanie się z najlepszymi i uczenie się od nich lepszych metod rozwiązywania problemów”.* Wyczerpujący opis metody benchmarkingu przedstawiono w pracy [Kowalak 2009].

[17] Opisane bliżej w rozdziale 3.3.

4. Efektywność przepływu materiałowego

4.1. Pojęcie efektywności

Istotność zagadnienia będącego przedmiotem niniejszego rozdziału związana jest z wykorzystaniem wyników symulacji do klasyfikacji procesów planowania. Klasyfikacja procesów planowania powinna odbywać się według kryterium rynkowego, czyli odzwierciedlającego potrzeby współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych. W obecnych warunkach rynkowych przedsiębiorstwa zobligowane są przez swoich interesariuszy do efektywnego wykorzystania posiadanych zasobów, po to aby utrzymywać relacje z obecnymi klientami i otwierać dalsze możliwości rozwoju [Frankowska, Jedliński 2011, s.58]. P. Drucker [Drucker 1994a, s.182] dodaje, że efektywność to kluczowy czynnik rozwoju przedsiębiorstwa służący samorealizacji i zdolności jego przetrwania. Te same wnioski wysuwa G. Osbert-Pociecha [Osbert-Pociecha 2007, s.339] określając efektywność, jako właściwość przesądzającą o istocie przedsiębiorstwa i warunkującą jego rozwój. W podmiotach gospodarczych wysoka efektywność działań nakazuje ich intensyfikację, natomiast niska wskazuje na ich ograniczenie lub zaprzestanie [Kalauskaite, Buciuniene 2008, s.8]. E. Szymańska [Szymańska 2010, s.152] uważa, że w sytuacji zmienności warunków otoczenia przedsiębiorstwa mogą osiągać swoje cele (przetrwanie i rozwój) jedynie w sytuacji, w której jego działania są efektywne w wymierze operacyjnym i strategicznym. Odnosząc się do znaczenia terminu efektywność należy wskazać na rozmaite podejścia do jego definiowania prezentowane przez wielu autorów na przestrzeni lat. Z. Kowalski [Kowalski 1992, s.22] twierdzi, że efektywność *„… nie posiada jednoznacznej treści empirycznej. Konkretne jego znaczenie wynika z kontekstu analizy lub dodatkowego komentarza (efektywność substytucji, efektywność inwestycji itp.) szczegółowy sens tego pojęcia związany jest bowiem z charakterem działalności, która podlega ocenie, z podmiotem oceniającym, celami analizy itp.”.* E. Pasour [Pasour 1981, s.135] twierdzi natomiast, że efektywność ma zawsze charakter subiektywny i nie może być definiowana ani mierzona w oderwaniu od celów osoby decyzyjnej. Taki stan rzeczy spowodował wykształcenie się wielu synonimów efektywności. W tabeli 4.1 przedstawiono zestawienie wybranych z nich.

Tabela 4.1. Terminologia używana w badaniach efektywności

Autor definicji	Synonim	Pseudonim	Treść pojęcia
Efektywność	gospodarność, korzystność, racjonalność, opłacalność, ekonomiczność, produktywność, skuteczność	optymalność, wydajność	stosunek wyniku użytecznego do nakładu poniesionego dla uzyskania tego wyniku
Efektywny	gospodarny, racjonalny, ekonomiczny, opłacalny, produktywny, korzystny, skuteczny, rezultatywny	optymalny, najlepszy, wydajny	dodatni (pożądany) wynik, lecz niekoniecznie najwyższa efektywność
Optymalność	maksymalny stan, minimalny stan	efektywność, racjonalność, produktywność	przyjmuje tylko wartości 0 lub 1
Optymalny	najlepszy z punktu widzenia przyjętego kryterium	efektywny	stan, w którym funkcja celu osiąga ekstremum (min, max) przy danych ograniczeniach
Efektywność społeczna	efektywność: produkcji społecznej, makroekonomiczna, obiektywna, alokacyjna, gospodarowania	efektywność ekonomiczna	uzyskane rezultaty są korzystne dla gospodarki jako całości z punktu widzenia poniesionych nakładów
Efektywność ekonomiczna	efektywność gospodarowania	efektywność społeczna	dotyczy zjawisk i procesów wymiernych, które można kształtować
Efektywność produkcji	efektywność wytwarzania	efektywność ekonomiczna, pracy, przedsiębiorstwa	dotyczy pośredniej działalności produkcyjnej związanej z procesem wytwarzania wyrobów
Efektywność przedsiębiorstwa	efektywność: mikroekonomiczna, podmiotowa, subiektywna ekonomiczna, gospodarowania	efektywność produkcji, efektywność pracy	obejmuje procesy gospodarowania w przedsiębiorstwie w ujęciu całościowym
Efektywność pracy	wydajność pracy, pracochłonność	efektywność produkcji, przedsiębiorstwa	relacja wyniku pracy do poniesionych nakładów pracy
Efektywność techniczna	brak	wydajność	porównanie parametrów określonego produktu z parametrami wzorca
Efektywność ekologiczna	ekoefektywność	efektywność społeczna, efektywność produkcji	analiza stanu otoczenia przyrodniczego przedsiębiorstwa przed i po uruchomieniu danej produkcji

Źródło: [Czechowski 1997, s.19]

Bazując na synonimach efektywności oraz treści tego pojęcia zaprezentowanych w tabeli 4.1 w dalszej części rozdziału przedstawiono jego wybrane definicje.

W najszerszym ujęciu efektywność może być utożsamiana z racjonalnością gospodarowania. W tym ujęciu definiuje ją O. Lange, zgodnie z którym jest to sposób postępowania w ramach prowadzonej działalności gospodarczej, aby przy danym nakładzie środków osiągnąć największy stopień realizacji celu lub czy danym stopniu realizacji celu

użyć najmniejszej ilości środków [Lange 1980, s.149]. Oba te warianty zostały rozróżnione przez Kotarbińskiego jako wydajność i oszczędność. Postępowanie jest tym wydajniejsze im wartościowszy jest jego efekt, natomiast oszczędniejsze jest wówczas, gdy określony rezultat osiągnięto najmniejszym nakładem [Kotarbiński 1982, s.120]. Dwa zaprezentowane powyżej kierunki działania w ramach gospodarowania podnoszone są przez wielu autorów. To, którą drogą pójdzie określone przedsiębiorstwo w dużej mierze determinowane jest przez asortyment oraz rynek na jakim konkuruje [Jurga et al. 1994, s.19].

Efektywność zdaniem D.R. Kamerschena, R.B. McKenziego oraz C. Nardinellego to maksymalizacja produkcji wynikająca z właściwej alokacji zasobów przy zidentyfikowanych ograniczeniach podaży, rozumianych jako koszty ponoszone przez producentów [Kamerschen et al., 1991, s.61]. W literaturze przedmiotu wydzielić może dwa podejścia do opisu efektywności:

- celowościowe;
- systemowe.

Ujęcie celowościowe przedstawione zostało m.in. przez Frankowską oraz Jedlińskiego [Frankowska, Jedliński 2011, s.61]. Jego nazwa odnosi się ich zdaniem do triady „cele-efekty-nakłady", zgodnie z którą organizacja jest stworzona po to aby osiągać określone cele za pomocą ponoszonych przez nią nakładów. R. Matwiejczuk określa istotę efektywności w tym podejściu, jako sumę [Matwiejczuk 2000, s.28-30]:

- skuteczności w działaniu – realizacji założonych celów lub tez maksymalizacji zgodności uzyskiwanych celów w porównaniu z założeniami (więcej na temat skuteczności w [Drucker 1994b, s.29-44]);
- racjonalności gospodarowania[18] - maksymalizacji różnicy pomiędzy uzyskiwanymi efektami a ponoszonymi nakładami.

Suma obu przedstawionych powyżej elementów nazywana jest przez J. Zieleniewskiego [Zieleniewski 1975, s.232-236] sprawnością[19]. Ta z kolei może być rozumiana zdaniem M.D. Holstein-Beck [Holstein-Beck 1997, s.45] w dwojaki sposób:

- syntetycznie – jako pozytywna ocena cech działania (np. bardziej skutecznie, ekonomicznie, oszczędnie);

[18] Racjonalność gospodarowania nazywana jest również ekonomicznością lub korzystnością [Zieleniewski 1975, s.232-236].

[19] Niejednoznaczność literatury polskojęzycznej w tym zakresie jest duża. Według Druckera sprawność jest obok skuteczności składową efektywności. Sprawność to: *„robienie rzeczy we właściwy sposób"* [Drucker 1994b, s.29-44] – termin ten jest bliskoznaczny racjonalności gospodarowania zdefiniowanej przez Matwiejczuka [Matwiejczuk 2000, s.28-30].

- uniwersalnie – jako odrębna prezentacja każdej z cech (np. sprawność to skuteczność, ekonomiczność, oszczędność).

W ujęciu systemowym zdaniem M. Bielskiego [Bielski 1992, s.114] istotniejsze od osiągania postawionych celów przez organizację jest ocena szans i możliwości rozwoju w przyszłości. Zdaniem Z. Pierścionka efektywność przedsiębiorstwa, jako systemu zależy od skali jego elementów (np. ilości wykorzystywanych środków produkcji) ich jakości oraz struktury[20]. Struktura to kluczowy element systemu z uwagi na fakt, że stanowi ona konfigurację elementów systemu (w tym podsystemów) oraz powiązań między nimi, relacji celów i funkcji a także ilościowych proporcji pomiędzy nimi.

Oprócz rozmaitych definicji efektywności w literaturze odnaleźć można także wymiary efektywności. Rozwiązanie zaproponowane przez E. Skrzypek przedstawiono w tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Wymiary efektywności

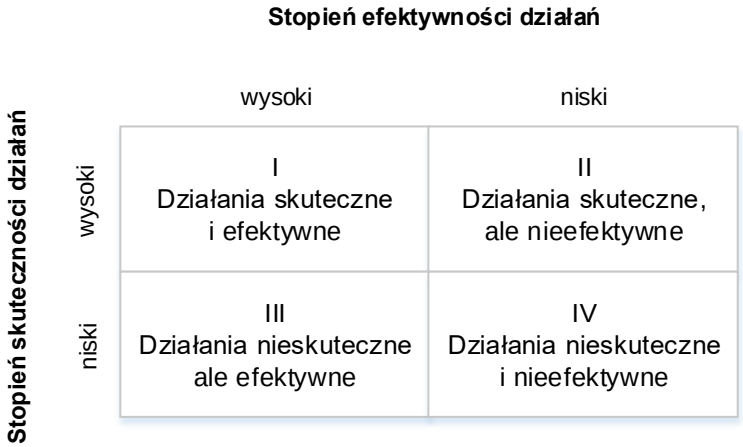
Efektywność	Charakterystyka
Finansowa	Z jednej strony nadal stanowi istotny instrument oceny i zarządzania, z drugiej zaś nie gwarantuje sukcesu w przyszłości, ponieważ bazuje na danych z przeszłości; nie zawsze wzrost zysków oznacza większą efektywność działania.
Operacyjna	Dąży do minimalizowania zużycia środków produkcji przypadających na jednostkę produktu, co wpływa z kolei na wzrost wydajności pracy, obniżkę kosztów, zmniejszenie strat spowodowanych brakami oraz skracanie długości cyklu produkcyjnego.
Rynkowa	Czynnikami przyczyniającymi się do sukcesu przedsiębiorstwa są: produkt, serwis, marka, reputacja, forma płatności, dostosowanie się do potrzeb klientów.
Dynamiczna	Jest wykorzystywana przez firmę do pomiaru tempa, stopnia rozwoju produktów, rynków, tworzenia i wdrażania nowych technologii.

Źródło: [Skrzypek 2000, s.216-218]

Zdaniem M. Szafrańskiego [Szafrański 2007, s.46] wszystkie wymiary efektywności stanowią szczególne przypadki efektywności ekonomicznej. Efektywność ekonomiczna zgodnie z encyklopedię PWN [encyklopedia.pwn.pl] to: *„rezultat działalności gospodarczej określany przez relację uzyskanego efektu do nakładu danego czynnika produkcji lub zespołu tych czynników”*. Przedstawicielem nurtu efektywności ekonomicznej jest również J. Penc. Efektywność ekonomiczna jego zdaniem może zostać określona jako rezultat działalności podmiotu gospodarczego będący wynikiem relacji uzyskanych efektów do poniesionych kosztów [Penc 1997, s.99]. Zdaniem E. Weiss [Weiss 2006, s.118] efektywność ekonomiczną należy uzupełnić o celowość działań. Efektywność ekonomiczna może być zatem

[20] Przedsiębiorstwo jako system oraz jego efektywność jest w tym przypadku zgodna z ogólną definicją systemu zaprezentowaną w pracy [Bertalanffy 1984].

rozpatrywana jako oddzielna kategoria od skuteczności. Daje to możliwość wyznaczenia czterech typów działań. Działania te zaprezentowano na rysunku 4.1.



Rysunek 4.1. Skuteczność i efektywność działań w ujęciu ekonomicznym
Źródło: [Marciniak 1998, s.224]

Na podstawie rysunku 4.1 należy stwierdzić, że najbardziej oczekiwanym rodzajem zadań są te łączące w sobie cechy skuteczności i efektywności. To oczywiste spostrzeżenie będzie w dalszej części pracy stanowić podstawę klasyfikacji analizowanych wariantów przepływu materiałowego. Oprócz efektywności ekonomicznej w literaturze wyróżnia się również efektywność techniczną. Efektywność techniczna wiązana jest głównie z maksymalizowaniem wielkości produkcji przy wykorzystaniu danych nakładów [Dębniewski et al. 2000, s.31]. W ramach efektywności technicznej wyróżnia się [Rutkowska 2013, s.441]:

- efektywność technologii – stosunek wartości produkcji uzyskanej do założonej wartości maksymalnej;
- efektywność skali – polega na osiąganiu lepszej relacji wyników do nakładów wraz ze wzrostem wielkości produkcji.

Zestawiająca ze sobą efektywność ekonomiczną i efektywność techniczną H.G. Adamkiewicz-Drwiłło [Adamkiewicz-Drwiłło 2002, s.16] twierdzi, że wybór technologii w oparciu o kryterium efektywności ekonomicznej bazuje na minimalizacji kosztów produkcji natomiast w przypadku efektywności technicznej na maksymalizacji wielkości produkcji.

Analizując pojęcie efektywność z punktu widzenia organizacji E. Szymańska [Szymańska 2010, s.152] wyróżnia efektywność operacyjną oraz strategiczną. Efektywność strategiczna

związana jest z działaniem w sposób innowacyjny (wdrożenie unikatowych koncepcji biznesowych). Efektywność operacyjna polega na lepszym (autorka nie podaje kryteriów oceny i klasyfikacji działań) niż konkurencja realizowaniu podstawowych procesów biznesowych. G. Rummler i A.P. Brache zaproponowali analizę efektywności organizacji na trzech poziomach: organizacji, procesu oraz stanowiska pracy. Czynniki wpływające na efektywność na każdym z nich zdefiniowała E. Szymańska. Zaprezentowano je w tabeli 4.3.

Tabela 4.3. Czynniki wpływające na efektywność organizacji

Poziom	Czynniki wpływające na efektywność
Organizacji	Strategia, cele ogólnoorganizacyjne i metody ich pomiaru, struktura organizacyjna, sposób wykorzystania zasobów
Procesu	Opracowanie nowych produktów (innowacje), proces zaopatrzenia, proces produkcji, proces sprzedaży, proces dystrybucji, proces fakturowania, proces ściągania należności
Stanowiska pracy	Metody rekrutacji i awansowania, zakresy zadań i obowiązków, stosowane standardy pracy, przekazywane informacje zwrotne, nagrody, szkolenia

Źródło: [Szymańska 2010 s.156 na podstawie Rummler, Brache 2000]

Analizę efektywności oprócz przedstawionych w tabeli 4.3 poziomów organizacji można przeprowadzać również w ujęciu czasu [Leszczyński, Skowronek-Mielczarek 2000, s.16]:

- efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa – analiza retrospektywna (ex post) służąca identyfikacji sytuacji obecnej na podstawie danych historycznych oraz przeprowadzonej analizie wskaźnikowej;
- efektywność rozwoju – analiza prospektywna (ex ante) dotycząca efektywności inwestycji.

Rozmaitość definicji efektywności oraz terminologii wykorzystywanej w jej określaniu wymaga dokonania wyboru podejścia dopasowanego do planowanego eksperymentu symulacyjnego. Najczęściej pojawiającym się w litaraturze określeniami definiującymi efektywność są racjonalność gospodarowania, wydajność i skuteczność. Dodatkowym elementem zawężającym pole poszukiwań ujęcia efektywności wykorzystywanego w pracy jest odniesienie go do działalności gospodarczej i wyników przedsiębiorstwa. Wobec powyższych efektywność w niniejszej pracy będzie rozumiana, jako efektywność

ekonomiczna zgodnie z ujęciem przedstawionym przez M. Frankowską i M. Jedlińskiego [Frankowska, Jedliński 2011, s.61] jako suma dwóch czynników[21]:

- sprawności działania – optymalnego wykorzystania posiadanych zasobów (może być powiązana z racjonalnością gospodarowania, ekonomicznością lub korzystnością);
- skuteczności działania – zdolności do realizacji postawionych celów.

Z uwagi na tematykę podejmowaną w pracy w kolejnym rozdziale zostanie przeprowadzony przegląd mierników efektywności (sprawności i skuteczności działania) rozumianej jako efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa. Ujęcie prospektywne jako wykraczające poza ramy niniejszej pracy zostanie w niej pominięte.

4.2.Pomiar efektywności

Analogicznie jak w przypadku definiowania pojęcia efektywności tak i w pomiarze tego zjawiska występuje wiele podejść. Można je podzielić na trzy grupy [Szymańska 2010, s.159]:

- wskaźnikowe – opierające się na obliczaniu relacji pomiędzy określonymi wartościami, do ich interpretacji często wykorzystuje się przyjęte założenia bazowe;
- parametryczne – wykorzystują znaną z mikroekonomii funkcję produkcji czyli zestawienie wielkości produkcji oraz nakładów niezbędnych do jej wytworzenia, pozwala na wskazanie maksymalnej ilości produktu jaki można wytworzyć przy założeniu określonej wielkości nakładu[22]. W ramach tej grupy można wyróżnić takie metody jak: SFA (ang. *Stochastic Frontier Approach*), TFA (ang. *Thick Frontier Approach*), DFA (ang. *Distribution Free Approach*);
- nieparametryczne – stosują procedurę programowania liniowego bez uwzględniania wpływu czynnika losowego. Metody te nie analizują również zależności pomiędzy nakładami a wynikami. W ramach tej grupy można wydzielić takie metody jak: DEA (ang. *Data Envelopment Analysis*), FDH (ang. *Free Disposal Hull*).

Mając na uwadze trzy przedstawione powyżej grupy metod pomiaru efektywności, w niniejszej pracy bliżej przedstawione zostanie podejście wskaźnikowe. Takie założenie wynika z dobrego dopasowania tych metod do potrzeb określania efektywności

[21] Ujęcie to jest zaczerpnięte z pracy M.M. Helmsa [Helms 2006, s.211], zgodnie z którym: *„...efektywność odnosi się do robienia rzeczy w odpowiedni sposób, natomiast skuteczność odnosi się do robienia właściwych rzeczy”*.

[22] Porównaj z efektywnością techniczną – rozdział 4.1.

ekonomicznej[23] [Bilawa 2013, s.29]. Efektywność w ujęciu wskaźnikowym może być określana w dwojaki sposób [Weiss 2006, s.118]:

- różnicowy – jako absolutna różnica pomiędzy wynikami i nakładami (Wynik – Nakład);
- ilorazowy – jako relatywna wartość pomiędzy wynikami i nakładami (Wynik/Nakład).

Przedstawione powyżej ujęcie wskaźnikowe w swych definicjach odnosi się do efektywności ekonomicznej. A. Rutkowska [Rutkowska 2013, s. 445] dodaje, że może ona być mierzona nie tylko w ujęciu całkowitych wartości efektów i nakładów, ale także za pomocą przyrostów tych wartości w czasie. E. Szymańska [Szymańska 2009, s.250] zwraca uwagę na konieczność dokładnego oszacowania wielkości wyników i nakładów oraz interpretacji wyników w oparciu o przyjętą wartość wzorcową. M. Gotowska i A. Jakubczak w swojej pracy [Gotowska, Jakbuczak 2010, s.272] opisują, że efektywność ekonomiczna może być mierzona w różnych wymiarach[24]. Do każdego z nich wybrać należy te grupy wskaźników (lub całe systemy wskaźników), które najlepiej zaprezentują interesujący badającego wymiar. B. Pomykalska i P. Pomykalski [Pomykalska, Pomykalski 2007, s.66-67] doprecyzowują, że wskaźniki efektywności ekonomicznej najczęściej można pogrupować w: wskaźniki rentowności, wskaźniki płynności finansowej i wypłacalności), wskaźniki sprawności działania, wskaźniki zadłużenia i zdolności obsługi długu, wskaźniki rynkowe. Wskaźniki te mogą być zdaniem J. Kulawika [Kulawik 1995, s.13] wykorzystywane w formie pojedynczych miar (tych najważniejszych) lub w postaci miar syntetycznych, powstałych z połączenia wielu wskaźników.

Znając podstawy pomiaru efektywności w dalszej części rozdziału zaprezentowany zostanie przegląd wskaźników (i mierników) mogących znaleźć zastosowanie w określeniu efektywności ekonomicznej organizacji. Przeglądu wskaźników (i mierników) stosowanych do analizy funkcjonowania łańcuchów dostaw dokonano w kierunku identyfikacji takich, które odpowiadać będą potrzebie określenia efektywności przepływu materiałowego, z punktu widzenia skuteczności przedsiębiorstwa produkcyjnego oraz racjonalności gospodarowania. Zdaniem T. Nowakowskiego [Nowakowski 2011, s.78] w literaturze przedmiotu można znaleźć wiele metod pomiaru służących do oceny funkcjonowania procesów w łańcuchu logistycznym. Autor zauważa jednak, że metody te mają ograniczenia, które obejmują:

[23] Przyjętego w pracy rozumowania pojęcia efektywność.
[24] zwanych przez tych autorów także fragmentami efektywności ekonomicznej.

- *„brak spójności między miernikami logistycznymi poszczególnych obszarów logistycznych;*
- *ukierunkowanie przede wszystkim na wykorzystanie miary ekonomicznej zamiast operacyjnej, obejmującej m.in. miarę obszaru obsługi klienta czy jakości produktu;*
- *brak powiązań pomiędzy wykorzystywanymi miarami logistycznymi a realizowaną w łańcuchu logistycznym strategią logistyczną;*
- *pomiar przede wszystkim obszaru funkcjonowania pojedynczego uczestnika łańcucha dostaw zamiast rezultatów osiąganych w całym łańcuchu."*

Nawiązując do wymiarów efektywności zidentyfikowanych przez E. Skrzypek[25] A. Bielawa zdefiniowała narzędzia pomiaru efektywności. Efekty pracy autorki zaprezentowano w tabeli 4.4.

Tabela 4.4. Narzędzia pomiaru efektywności

Efektywność	Narzędzie pomiaru
Finansowa	niezdefiniowane
Operacyjna	Produktywność pracowników, koszt, czas
Rynkowa	Udział w rynku, pozyskanie nowych klientów, utrzymanie obecnych, stopień zadowolenia klientów (zysk netto/klienta)
Dynamiczna	Jaki procent twórczych pomysłów przeradza się w nowe produkty lub udoskonalenia procesów produkcyjnych? Jaka jest ilość wynalazków powstających w firmie i ile z nich znalazło wykorzystanie w nowych produktach? Jaki jest procent zysków uzyskanych z ulepszeń opracowanych w firmie w ciągu ostatnich pięciu lat? Ile jest pomysłów będących w fazie realizacji i czekających na nią? Jaka jest wielkość nakładów na szkolenia dotyczące wiedzy i technologii informacyjnej przyczyniające się do zwiększania współpracy między pracownikami w celu tworzenia nowych rozwiązań?

Źródło: [Bielawa 2013, s.33]

Przedstawione w tabeli 4.4 narzędzia pomiaru efektywności to głównie wskaźniki pozwalające na określenie efektywności w ujęciu ekonomicznym[26]. Zastosowanie konkretnych wynika z indywidualnych potrzeb organizacji i celów stawianych przez najwyższe kierownictwo. A. Bielawa nie zdefiniowała narzędzi pomiaru efektywności finansowej (tabela 4.4). R. Ziarkowski [Ziarkowski 2004, s.20] utożsamia efektywność finansową z efektami uzyskanymi z przedsięwzięcia wyrażonymi w formie nadwyżki

[25] Przedstawiono w rozdziale 4.1.
[26] Przedstawione wskaźniki odnoszą w większości rezultaty do nakładów poziesionych do ich osiągnięcia.

przychodów bądź wpływów pieniądza nad kosztami lub wydatkami. Narzędzia pomiaru tej efektywności zdaniem tego autora może być rachunek opłacalności inwestycji.

Tematykę mierników efektywności podejmuje w swoich pracach również J. Twaróg. Jego zdaniem za podstawowy miernik efektywności zintegrowanego łańcucha dostaw (za który możemy traktować przedsiębiorstwo produkcyjne[27]) należy uznać poziom satysfakcji końcowego odbiorcy. Drugi ważny miernik to miernik ekonomiczności w postaci całkowitego kosztu produktu w miejscu jego konsumpcji [Twaróg 2005, s.120]. Inne przykłady mierników efektywności i ekonomiczności procesów logistycznych stosowanych w firmach amerykańskich przedstawiono w tabeli 4.5.

Tabela 4.5. Mierniki efektywności procesów logistycznych stosowanych w firmach amerykańskich

Mierniki efektywności	Wyszczególnienie	% wskazań
Mierniki procesów związanych ze współpracą z partnerami handlowymi	Liczba reklamacji zgłaszanych przez odbiorców	76,6
	Liczba dostaw zrealizowanych na czas	68,6
	Stwierdzone rozbieżności pomiędzy dostawcami a fakturami	72,3
	Liczba otrzymanych zwrotów	69,1
	Czas realizacji zamówienia	62,3
	Poziom satysfakcji odbiorców	60,8
	Wartość utraconej sprzedaży z powodu braków magazynowych	58,7
	Poprawność prognoz popytu	54,4
	Poprawność fakturowania	52,1
	Liczba całkowita zrealizowanych zamówień	39,5
	Czas potrzebny na udzielenie odpowiedzi na zapytania	29,6
Mierniki procesów wewnętrznych	Rozbieżność pomiędzy rzeczywistym stanem magazynu a informacja z systemów magazynowych	85,5
	Wartościowy wskaźnik realizacji zamówień	80,8
	Braki magazynowe – towar niedostępny do sprzedaży	70,5
	Wskaźnik realizacji zamówień obliczany na podstawie liczby pozycji na zamówieniu	68,5
	Wartość niezrealizowanych zamówień	64,4
	Wartość przestarzałych zapasów	62,7
	Jakość otrzymywanych materiałow i surowców	61,6
	Stopień wypełnienia opakowań zbiorczych	39,1
	Długość cyklu od gotówki do gotówki (zakup-sprzedaż)	32,3

Źródło: [Twaróg 2005, s.122]

Analizując tabelę 4.5 należy zauważyć, że w obu grupach najczęściej wykorzystywanymi przez przedsiębiorstwa amerykańskie miernikami efektywności są te związane z szeroko pojętym poziomem satysfakcji końcowego odbiorcy.

[27] Przedsiębiorstwo jako łańcuch dostaw przedstawiono w rozdziale 3.2.2.

Normy ISO z serii 9000 zakładają konieczność pomiaru skuteczności organizacji pozwalając jednak na dobrowolność w zakresie pomiaru efektywności. Norma ISO 9004 zaleca jednak aby w pomiarze obu wielkości dokonywać przekształcenia danych z procesów na informacje dotyczące finansów [PN EN ISO 9004:2001, s.31].

Z uwagi na wybór modelu SCOR do odzwierciedlenia przepływu materiałowego na poziomie operacyjnym zasadnym wydaje się sprawdzenie jakie mierniki i wskaźniki zostały zaproponowane przez twórców tego rozwiązania. Wskaźniki w modelu SCOR dzieli się według kryterium elementów (source, make, deliver). Powiązania pomiędzy wskaźnikami wskazują na możliwość ich agregacji i dezagregacji. Model SCOR integruje koncepcje reorganizacji procesów biznesowych, benchmarkingu i wskaźników procesów w spójny standard w ramach wielofunkcyjnej struktury [Kawa 2011, s.62]. Wskaźniki w modelu SCOR skupione są wokół pięciu obszarów [SCC 2010a, s.15]:

- niezawodność – wskazuje na realizację zamówień klientów przez łańcuch dostaw, dostawy powinny mieć miejsce we właściwym czasie, właściwej ilości, jakości, koszcie, we właściwym opakowaniu, właściwymi dokumentami, atrybut ten skupia się na rezultatach procesów;
- reaktywność – pokazuje jak szybko łańcuch dostaw jest w stanie zrealizować zamówienia klientów;
- elastyczność – szybkość reakcji i możliwość dostosowania się łańcucha dostaw do zmian zachodzących w otoczeniu, zmiany te powinny się charakteryzować brakiem możliwości prognozowania ich np. katastrofy naturalne, niestabilność na rynkach finansowych itp.;
- koszty – całkowite koszty związane z operacjami wykonywanymi w łańcuchu dostaw;
- zasoby – efektywność zarządzania zasobami oraz aktywami łańcucha dostaw w procesie realizacji potrzeb klientów.

Dla każdego z pięciu przedstawionych powyżej obszarów w modelu SCOR zdefiniowano wskaźniki i mierniki na trzech poziomach [SCC 2010a, s.29]:

- poziom 1 – mierniki strategiczne – mierzą efektywność całego łańcucha dostaw, określają cele łańcucha dostaw, przekładają problem biznesowy lub strategię na mierzalny kwantyfikator,

- poziom 2 – mierniki diagnozy stanu obecnego – skupiają się na opomiarowniu fragmentu łańcucha dostaw oraz wycinka strategii biznesowej, pozwalają na odnalezienie źródła problemu występującego w łańcuchu dostaw,
- poziom 3 – mierniki szczegółowe – model nie specyfikuje mierników i wskaźników na tym poziomie, mogą być wykorzystywane mierniki funkcjonujące w łańcuchu dostaw, dostosowane do jego charakterystyki,

W tabeli 4.6 przedstawiono dziesięć wskaźników przypisanych do poziomu strategicznego.

Tabela 4.6. Wskaźniki na poziomie strategicznym modelu oceny łańcucha dostaw

Wskaźniki na poziomie strategicznym	Perspektywa klienta			Perspektywa wewnętrzna	
	Niezawodność	Reaktywność	Elastyczność	Koszty	Zasoby
Perfect order	•				
Czas realizacji zamówienia		•			
Elastyczność górnej części łańcucha dostaw			•		
Przystosowawczość górnej części łańcucha dostaw			•		
Przystosowawczość dolnej części łańcucha dostaw			•		
Całkowita wartość ryzyka w łańcuchu dostaw			•		
Koszty zarządzania łańcuchem dostaw				•	
Koszty sprzedanych dóbr				•	
Cykl obrotu gotówki					•
Zwrot z aktyw trwałych zaangażowanych w łańcuch dostaw					•
Zwrot z kapitału pracującego					•

Źródło: [SCC 2010b, s.1-24]

Przedstawione w tabeli 4.6 wskaźniki zostały przypisane do dwóch perspektyw: zewnętrznej czyli klienta oraz wewnętrznej. Taki podział w powiązaniu z obszarami badania

(niezawodność, reaktywność, elastyczność, koszty, zasoby) pozwala na precyzyjny dobór wskaźników do wyróżnionego wymiaru efektywności[28].

Analizę pomiaru efektywności w poszczególnych obszarach funkcjonalnych przedsiębiorstwa[29] rozpoczęto od obszaru dystrybucji. N. Szozda i A. Świerczek [Szozda, Świerczek 2014, s.390-391] wyróżniają w nim takie procesy jak planowania popytu, realizacji zamówień oraz badania satysfakcji klienta. Dedykują do nich następujące wskaźniki efektywności:

- planowania popytu – średni bezwzględny błąd prognozy MAPE (ang. *Mean Absolute Percentage Error*);
- realizacji zamówień – dostępność produktów z zapasu;
- badania satysfakcji klientów – stosunek dostaw zrealizowanych terminowo i kompletnie OTIF (ang. *on Time in Full*).

Efektywnością procesu produkcyjnego jego ujęciami oraz metodami i technikami oceny zajął się w swojej pracy A. Koliński [Koliński 2011, s.1085-1088]. Wydzielił on pięć ujęć efektywności produkcji (w nawiasach przedstawiono metody i techniki pomiaru):

- operacyjną – (wskaźniki produktywności, rentowności, analiza wydajności i stopnia wykorzystania stanowisk, efektywność przestrzenna organizacji produkcji, ekonomiczna ocena struktury produkcyjnej);
- rynkową – (strategiczna karta wyników, analiza udziału w rynku, analiza satysfakcji klienta, analiza progu rentowności);
- kryterium zysku – (Metoda Make or Buy, analiza wąskich gardeł);
- techniczną – (Dynamiczny Plan Kontroli, 5 Why, 8D, Statystyczne Sterowanie Procesem);
- dynamiczną – (procent twórczych inicjatyw, procent zysków pochodzących z produktów zaprojektowanych nie dawniej niż przed 5 laty, liczba wynalazków powstających w firmie).

Efektywność planowania, rozumiana jako oddzielne pojęcie, w literaturze przedmiotu nie występuje. Najczęściej utożsamiana jest z efektywnością przepływu materiałowego, realizowanego zgodnie z opracowanym planem. Takie ujęcie spotykane jest właśnie w literaturze traktującej o SOP. Występują w niej dwie główne kategorie pomiaru efektywności: efektywność ekonomiczna (zwana też finansową) oraz efektywność

[28] Porównaj praca [Gotowska, Jakbuczak 2010, s.272].
[29] Z punktu widzenia tematu pracy najistotniejszymi obszarami funkcjonalnymi przedsiębiorstwa będą dystrybucja, produkcja oraz planowanie.

operacyjna. Wśród mierników efektywności ekonomicznej najczęściej wykorzystywane są: poziom kosztów logistycznych, kosztów ogólnych, zysk oraz rentowność sprzedaży. Mierniki te można zaobserwować w pracy G.J. Hahna i H. Kuhna [Hahn, Kuhn 2011]. Efektywność operacyjna jest najczęściej wyrażana za pomocą takich miar jak: poziom obsługi klienta, czas dostawy, trafność prognozy, poziom zapasu. Miary te zastosowali w swojej pracy M.S. Sodhi i C.S. Tang [Sodhi, Tang 2011].

5. Wybrane aspekty modelowania i symulacji procesów przepływu materiałowego

5.1. Modelowanie i symulacja jako metoda badawcza

5.1.1. Modelowanie i symulacje w badaniach ilościowych

Z uwagi na postawiony problem oraz zaproponowane podejście do jego rozwiązania, praca niewątpliwie osadzona jest w szkole ilościowo-systemowej zarządzania. Ilościowa teoria zarządzania odnosi się do wykorzystania modeli matematycznych, statystycznych, identyfikacji zależności, oraz formułowania mierników efektywności. Według H.M. Wagnera [Wagner 1980, s.23] do cech metod ilościowych można zaliczyć: ukierunkowanie na podejmowanie decyzji, możliwość oceny na podstawie kryteriów efektywności ekonomicznej, konieczność stosowania środków informatycznych z uwagi dużą liczbę przetwarzanych danych. W celu uzasadnienia wykorzystania w pracy metod modelowania i symulacji jej autor posłuży się modelem 7S McKinseya. Elementy twardego zarządzania wydzielone w tym modelu są jednym z ujęć analizy wykorzystywanych w szkole ilościowo-systemowej. Wśród elementów twardego zarządzania wyróżnia się [Peters, Waterman 2000, s.40]:

- strategie – wspomagane przez metody sformalizowane;
- struktury – modele formalne;
- systemy – sformalizowane procedury postępowania.

Z powyższej listy w niniejszej pracy analizie poddane zostaną struktury procesów planowania oraz systemy w formie przedsiębiorstw (interpretację przedsiębiorstwa jako systemu przedstawił w swojej pracy Z. Pierścionek[30] [Pierścionek 1997, s.15]).

Zdaniem B. Mielczarka [Mielczarek 2009, s.46] modelowanie symulacyjne jest paradygmatem naukowym, rozumianym jako zbiór wzorcowych mechanizmów analizy złożonych systemów rzeczywistych, które umożliwiają budowę modelu uproszczonej wersji systemu, a następnie eksperymentowanie na nim w celu poznania natury struktury tego systemu i opisania jego zachowań w trakcie przeprowadzania eksperymentu. Autor

[30] Przedsiębiorstwo to system, który charakteryzuje ilość i jakość elementów oraz powiązań go tworzących, a także struktura tych elementów i powiązań. Efektywność przedsiębiorstwa jako systemu zależy od skali (wielkości) elementów a także od jakości ich struktury. Struktura elementów to sposób uporządkowania elementów systemu w tym jego podsystemów.
System to kompleks elementów znajdujących się we wzajemnej interakcji [Bertalanffy 1984].

ten wskazuje tym samym na możliwość zastosowania metod modelowania i symulacji do analizy funkcjonowania przedsiębiorstw. Ciekawe zestawienie uszczegóławiające tą opinię, dla poszczególnych funkcji zarządzania przedstawił J. Kisielnicki (patrz tabela 5.1).

Tabela 5.1. Metody ilościowe w badaniu poszczególnych funkcji zarządzania

Funkcje zarządzania	Metody ilościowe					
	Metody optymalizacyjne	Metody symulacyjne	Metody ekonometryczne	Metody dynamiczne	Metody statystyczne	Metody teorii grafów
Prognozowanie	X	X	X			
Programowanie	X	X			X	
Planowanie	X	X		X		X
Koordynowanie						X
Monitorowanie					X	X

Źródło: [Kisielnicki 2008, s.43]

Analizując tabelę 5.1 należy zauważyć, że według J. Kisielnickiego metody symulacyjne nadają się do analizy funkcji planowania. Spostrzeżenie to zostanie wykorzystane w części badawczej pracy w rozwiązaniu problemu.

5.1.2. Model i modelowanie

Modelowanie jest to ciąg czynności, w wyniku których zostaje utworzony określony model. Model z łac. „modus", „modelus" oznacza miarę lub obraz. Istnieje wiele definicji modelu. Najczęściej przez model rozumie się taki dający się pomyśleć lub materialnie zrealizować układ, który odzwierciedlając lub odtwarzając przedmiot działania, zdolny jest zastępować go tak, że jego badanie dostarcza nam nowej informacji o tym obiekcie [Staff 1966, s. 29]. Proces modelowania to ciąg czynności składający się z: sformułowania problemu, zbierania danych, budowy modelu, oceny modelu, oceny wariantów, wyboru wariantów, dokumentowania i wdrożenia [Sussams 1995, s.3]. Zdaniem S. Kaczmarczyka [Kaczmarczyk 2001, s.3-4], aby model mógł spełnić swoją rolę, podczas jego tworzenia należy uwzględnić następujące zalecenia:

- konstrukcji modelu musi towarzyszyć świadomość celu, dla którego jest on tworzony;
- model powinien odzwierciedlać elementy, własności oraz relacje między elementami i ich własnościami;
- model powinien być wewnętrznie spójny i zgodny z informacjami, które były podstawą jego konstrukcji;

- prezentacja modelu powinna uwzględniać relacje między realnym fragmentem rzeczywistości, a jego otoczeniem.

Model jak wynika z zaprezentowanej definicji to pojęcie bardzo szerokie. Istnieje zatem potrzeba klasyfikacji modeli. Tematykę tą w swoich pracach podejmuje wielu autorów. Wśród nich należy wymienić Cz. Cempla [Cempel 2002, s.44-56], S. Stachaka [Stachak 1997, s.245-249] czy W. Pytalakowskiego [Pytlakowski 1985, s.174-184]. Z uwagi na charakterystykę niniejszej pracy najklarowniejszą strukturę przedstawił M. Brzeziński [Brzeziński 2007, s.98-102]. Wyróżnił w niej modele symulacyjne[31] jako przykład modeli myślowych, czyli takich które za pomocą elementów znakowych lub obrazowych odzwierciedlają badaną rzeczywistość (nazywane są też modelami ikonicznymi). Modele symulacyjne dzielą się na statyczne i dynamiczne. Zdaniem M. Jacyny [Jacyna 2009, s. 30] modele statyczne nie odwzorowują procesów i zmian zachodzących w obiektach. Modele dynamiczne pozwalają na odzwierciedlenie działania systemów w czasie.

Istotne z punktu widzenia części badawczej pracy jest modelowanie procesów. Zdaniem S. Nowosielskiego [Nowosielski 2008, s.62-63] modelowanie procesów to sposób na odzwierciedlanie architektury poszczególnych procesów niezbędnych przedsiębiorstwu do osiągnięcia jego celów. Dzięki nim możliwe jest ujęcie skomplikowanych procesów na różnych poziomach szczegółowości oraz ustalenie związków pomiędzy procesami. W taki sposób aby skupić się tylko na wybranym poziomie bez potrzeby szczegółowej analizy całej struktury. Te sam autor wskazuje na dwa możliwe sposoby modelowania w zależności od zastosowanego podejścia. Zgodnie z tym kryterium możliwe jest wydzielenie podejścia diagnostycznego (wychodząc od pytania jak jest) lub prognostycznego (zaczynając od pytania jak być powinno?)[32].

W modelowaniu procesów informacyjnych szczególnie istotne jest operowanie wejściami oraz wyjściami z procesów. S. Krawczyk [Krawczyk 2001, s.47-49] wyróżnia cztery podstawowe typy relacji pomiędzy wejściami a wyjściami z procesu:

- wejście jest takie samo jak wyjście $I = O$;
- można określić pewną funkcję, która wyjściu przyporządkowuje wejście $I = f_1(O)$;
- można określić pewną funkcję, która wejściu przyporządkowuje wyjście $O = f_2(I)$;
- między wejściem a wyjściem zachodzi pewna relacja nie będąca jednak funkcją $I\ R\ O$.

[31] Szerzej na temat symulacji w rozdziale 5.1.3.
[32] Podejścia te mają wiele wspólnego z metodami doskonalenia organizacji i procesów opisanymi w rozdziale 3.4.

Kontynuując wątek modelowania procesów należy wskazać na możliwe warianty wzajemnych uwarunkowań procesów. Tematykę tą w swojej pracy podejmuje S. Krawczyk [Krawczyk 2001, s.49-51]. Zgodnie z tym kryterium można wydzielić procesy:

- synchroniczne – procesy realizowane równolegle, które nie mają ze sobą związku i mogą być realizowane oddzielnie, ich koordynacja polega głównie na zależnościach czasowych;
- seryjne – realizowane w pewnej sekwencji, wyjście procesu stanowi wejście (lub jego element) dla kolejnego procesu. Koordynacji w tym przypadku podlegać będzie nie tylko aspekt czasowy, ale również przedmiotowy (zgodność wejść i wyjść z procesów);
- krzyżujące się - stanowiące wariant mieszany dwóch poprzednich typów.

Ustalanie wzajemnych uwarunkowań pomiędzy procesami oraz kontrola wejść, wyjść oraz mechanizmów transformacji wewnątrz procesów jest zadaniem skomplikowanym i wielowątkowym. Stąd też często w celu uproszczenia i nadania modelowi uniwersalnych charakterystyk wykorzystuje się modele referencyjne. Do najpopularniejszych modeli referencyjnych można zaliczyć ARIS oraz SCOR. Oba te modele stanowią jednocześnie architektury referencyjne organizacji oraz łańcuchów dostaw. Stąd też ich szczegółowy opis został zamieszczony w innym rozdziale pracy[33].

Zdaniem M. Chaberka [Chaberek 2001, s.7] modelowanie można uznać za jedno z największych osiągnięć metodycznych nauki zarówno na polu badań podstawowych, jak i stosowanych. Modelowanie jest jedynym skutecznym narzędziem poznawczym współczesnych zjawisk gospodarczych.

5.1.3. Symulacja procesów i metody eksperymentu

Słowo symulacja wywodzi się z języka łacińskiego od słowa „similis" mającego znaczenie: podobieństwo lub podobny. Samo pojęcie oznacza przybliżone, sztuczne odtwarzanie zjawiska lub zachowania danego obiektu za pomocą jego modelu [Słownik PWN 2013]. Symulacja wiąże się zatem nierozerwalnie z modelowaniem. J. Reiss wyróżnia dwie interpretacje słowa symulacja [Reiss 2011, s.244]:

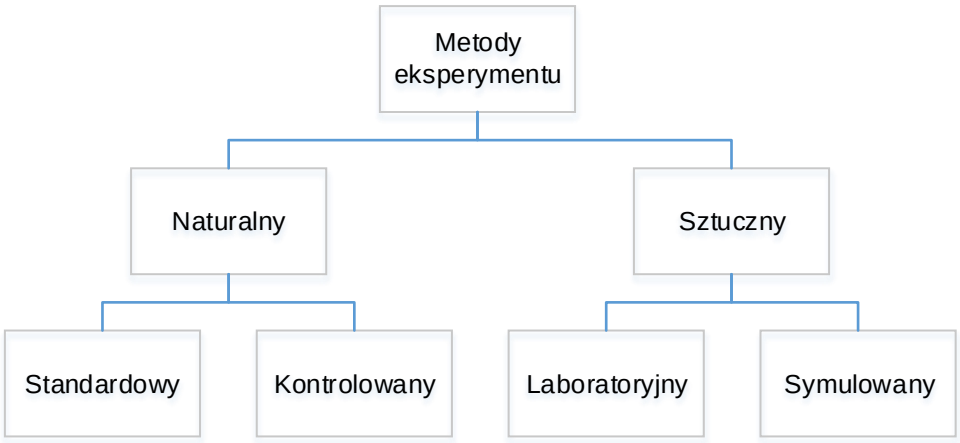
- wykorzystanie narzędzi informatycznych w celu rozwiązywania równań, których nie można rozwiązać metodami analitycznymi;

[33] Model ARIS i SCOR jako architekturę referencyjną w zarządzaniu opisano w rozdziale 5.2. Model SCOR jako model integracji łańcucha dostaw opisano dodatkowo w rozdziale 3.3.

- naśladowanie określonego procesu w innym procesie (zwykle komputerowym).

W niniejszej pracy symulacja będzie rozumiana zgodnie z pierwszą z zaprezentowanych powyżej definicji. Brak możliwości rozwiązania równań metodami analitycznym jest rozumiany w kontekście tej pracy jako brak możliwości odzwierciedlenia w modelach matematycznych wymiaru czasu i zmienności wartości atrybutów modelu wynikających ze zmienności stochastycznej danych wejściowych. W kontekście narzędzi informatycznych wspierających symulacje procesów należy wskazać na ich szeroka ofertę. Wskazuje na to zespół autorów Pawlewski et al. [Pawlewski et al. 2011, s.17]. C. Mańkowski [Mańkowski 2010, s.143] opisuje narzędzie iGrafx jako te, które posiada komplet funkcji niezbędnych do modelowania i symulacji procesów gospodarczych w tym w szczególności procesów wsparcia logistycznego.

Symulacja jako metoda badawcza wykorzystywana jest w eksperymentach. Eksperyment jest formą doświadczenia badawczego, które polega na ustaleniu wpływu zmiennej niezależnej, czyli wybranego czynnika na zmienną zależną (określone zjawisko). J. Marak [Marak 2005, s.169-170] wśród eksperymentów wyróżnia te z jedną zmienną oraz z wieloma zmiennymi niezależnymi. Zdaniem S. Kaczmarczyka [Kaczmarczyk 2003, s.243] eksperymenty z wieloma zmiennymi niezależnymi „obrazują pomiar jednoczesnego wpływu więcej niż jednej zmiennej niezależnej na zmienną lub zmienne zależne”. Klasyfikację eksperymentów z uwagi na ich pochodzenie przedstawiono na rysunku 5.1.



Rysunek 5.1. Klasyfikacja eksperymentów

Źródło: [Kaczmarczyk 2003, s. 247]

W nawiązaniu do klasyfikacji zaprezentowanej na rysunku 5.1 w części badawczej pracy wykorzystana zostanie metoda eksperymentu sztucznego symulowanego. Zdaniem

S. Kaczmarczyka [Kaczmarczyk 2003, s.247-249] zastosowanie eksperymentu sztucznego powoduje, że możliwe jest maksymalne kontrolowanie wpływu zmiennych niezależnych. Z uwagi na duże koszty prowadzenia badań symulacyjnych zaleca się wykorzystywanie metod symulacyjnych, a w ramach nich budowę łatwych modeli, które odzwierciedlają zjawiska rzeczywiste. Zwykle eksperyment symulacyjny składa się z określonej liczby symulacji, będących odzwierciedleniem wybranych rzeczywistych scenariuszy zachowań modelowanych podmiotów. W eksperymencie każda symulacja może być powtarzana wielokrotnie np. w celu uzyskania wyników niezależnie od zmienności stochastycznej danych wejściowych. Powtórzenia te nazywane są iteracjami. Według J. Reissa [Reiss 2011, s.248] w stosunku do tradycyjnych eksperymentów, symulacje charakteryzują korzyści, wśród których można wymienić:

- możliwość dokładnego powtórzenia eksperymentu;
- możliwość zmiany parametrów systemu, których zmiana w rzeczywistości byłaby trudna lub wręcz niemożliwa;
- zmniejszenie kosztów eksperymentu;
- skrócenie czasu przeprowadzenia eksperymentu.

Według A. Greasleya [Greasley 2004, s.8-10] główne obszary w których wykorzystuje się symulacje to: produkcja wraz z logistyką i transportem, a także wszelkie decyzje inwestycyjne, systemy kolejkowe jak i szeroko rozumiana obsługa klienta. S. Robinson [Robinson 2004, s. 10] idzie o krok dalej i uznaje, że wspomaganie symulacyjne jest możliwe przy praktycznie każdym systemie o charakterze kolejkowym, czyli takim, w którym poszczególne elementy przechodzą przez szereg etapów przetwarzania, co w rezultacie zmienia ich stan lub stan całego systemu. W ramach symulacji stan systemu zapisywany jest w postaci atrybutów procesów. Zdaniem B. Słowińskiego [Słowiński 2010, s.60] atrybuty procesu, czyli parametry, charakteryzują dany proces i mogą służyć do jego identyfikacji oraz wprowadzania ewentualnych zmian. Atrybuty procesu mogą też służyć w momencie formułowania mierników danego procesu.

Zdaniem Z. Martyniaka [Martyniak 1999, s.14 za: Ackoff 1969, s.52] dzięki zastosowaniu badań operacyjnych i modelowania matematycznego w doskonaleniu organizacji możliwe stało się oderwanie od stanu faktycznego i poszukiwanie rozwiązań idealnych. Metodologia organizowania wiele zawdzięcza badaniom operacyjnym, w szczególności podstawy kwalifikacji celów badawczych i pomiaru stopnia ich osiągnięcia. Wiąże się to z precyzowaniem kryteriów optymalizacji i decyduje o wartości otrzymanych wyników. Zdaniem S. Mitchella [Mitchell 2009, s.46], symulacje komputerowe są alternatywą

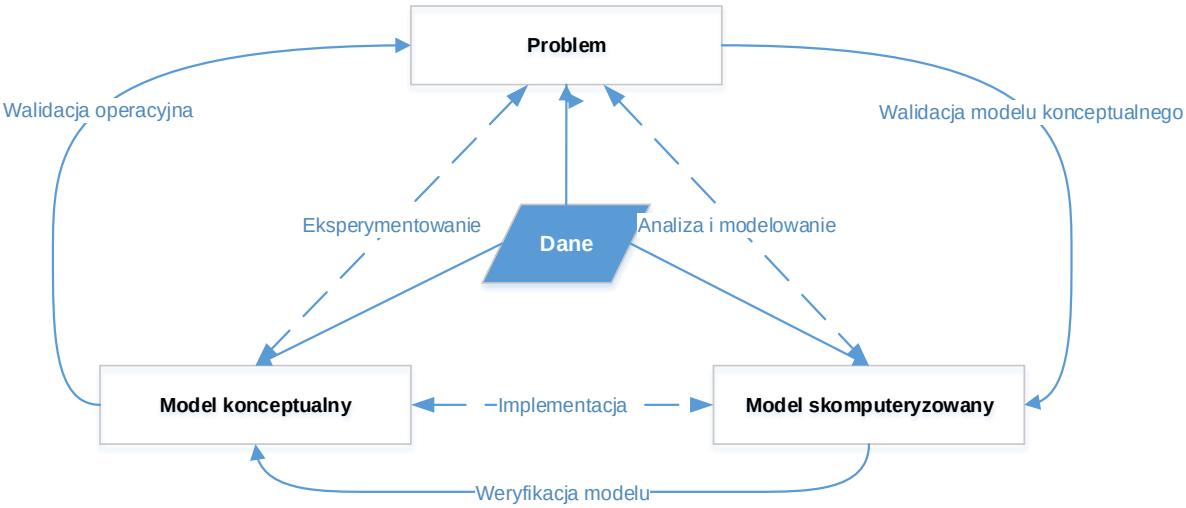
do analitycznego rozwiązywania modeli matematycznych. Charakteryzują się one znacznie większą elastycznością niż modele matematyczne, między innymi z powodu mniejszej ilości wymaganych założeń i ograniczeń przy tej samej użyteczności wyniku.

5.1.4. Walidacja modelu symulacyjnego

Walidacja modelu symulacyjnego jest jednym z najważniejszych etapów realizacji eksperymentów symulacyjnych. Pozwala ona na udowodnienie, że model komputerowy w określonym środowisku posiada założony poziom dokładności. Dodatkowo walidacji powinno się dokonywać w ujęciu celu w jakim model został opracowany [Pawlewski et al. 2011, s. 15]. Podążając w kierunku wyjaśnienia czym jest i jak w pracy będzie rozumiana walidacja, przedstawione zostaną dwie definicje tego działania. Cytując za A. Balcerak walidacja to:

- stwierdzanie, że działanie modelu, w założonej dziedzinie zastosowań, jest zasadne; zgodne z celami modelowania [Balcerak 2003, s.28 za: Balci 1997];
- proces rozstrzygania o stopniu, w jakim model jest wiernym odwzorowaniem rzeczywistości z perspektywy jego zamierzonych zastosowań [Balcerak 2003, s.28 za: Tucker et al. 1995].

Walidacja przebiega zwykle w trzech fazach co przedstawiono na rysunku 5.2.



Rysunek 5.2. Fazy tworzenia i oceny modelu symulacyjnego
Źródło: [Balcerak 2003, s.29 za: Sargent 1998]

Przedstawione na rysunku 5.2 ujęcie walidacji wskazuje na trzy etapy tego procesu. Walidacja modelu konceptualnego pozwala na dokonanie oceny realizacji założeń modelu w kontekście rozpoznanego problemu badawczego. Weryfikacja modelu ogranicza się do sprawdzenia poprawności jego implementacji w wybranym narzędziu informatycznym. Działanie to zwykle związane jest z kontrolą odzwierciedlania kompletu zależności zdefiniowanych w modelu konceptualnym w modelu skomputeryzowanym. Walidacja operacyjna to badanie modelu w trakcie jego eksploatacji, natomiast walidacja danych odbywa się we wszystkich fazach oceny modelu symulacyjnego. W badanych naukowych występuje wiele narzędzi walidacji. M Karkula [Karkula 2012, s. 719] dzieli na cztery grupy:

- nieformalne – weryfikacja i walidacja modelu odbywa się bez sformalizowanych narzędzi matematycznych;
- formalne – wykorzystanie technik z tej grupy polega na badaniu poprawności modelu z wykorzystaniem narzędzi matematycznych;
- statyczne – służą do walidacji modelu konceptualnego oraz prawidłowości translacji na model komputerowy, należą do nich analizy przepływu danych, analizy składni i semantyki modelu;
- dynamiczne – wymagają „uruchomienia" modelu i analizy jego dynamicznego zachowania; ta grupa metod jest szczególnie ważna w przypadku walidacji modeli procesów i systemów logistycznych.

Ten sam autor w swojej pracy [Karkula 2012, s. 719-721] opisuje również wybrane techniki walidacji. Najistotniejsze z punktu widzenia niniejszej pracy należy uznać:

- konfrontacja z innymi modelami – porównywanie wyników modelu z wynikami innych modeli, które zostały pozytywnie zwalidowane;
- walidacja zdarzeniowa – porównywanie zdarzeń wygenerowanych w modelu symulacyjnym ze zdarzeniami zachodzącymi w systemie rzeczywistym;
- testy degeneracyjne – przeprowadzane w oparciu o model uproszczony;
- walidacja ekspertowa – opiera się o opinie wydane przez specjalistów.

Przedstawione na rysunku 5.2 ujęcie walidacji wskazuje na trzy etapy tego procesu. Powyżej techniki zostaną wykorzystane w części badawczej do przeprowadzenia walidacji modelu symulacyjnego zintegrowanego planowania.

5.2. Architektury referencyjne w zarządzaniu

Mając na uwadze charakterystykę współczesnego rynku przedstawioną w rozdziale 1.1 zauważa się potrzebę zarządzania zmianami[34] na poziomie nie tylko operacyjnym ale również organizacyjnym. Narzędziem pomocnym przy realizacji tych celów może być architektura referencyjna nazywana też w literaturze architekturą przedsiębiorstwa. Zdaniem P. Pawlewskiego [Pawlewski 2008a s. 204] architektura referencyjna jest to *„...zbiór modeli, które opisują i definiują strukturę przedsiębiorstwa, jego funkcjonalność i zachowania. Składa się z modeli procesów, modeli danych, modeli IT, modeli infrastruktury, modeli ekonomicznych itd. Pozwala ona na przejście ze stanu obecnego AS IS (bieżącej architektury) do stanu pożądanego TO BE (architektury docelowej).”* Dzięki zastosowaniu architektury przedsiębiorstwa możliwe jest doskonalenie organizacji poprzez obniżanie kosztów operacyjnych, ich funkcjonowania oraz poprawa skuteczności w zakresie osiągania celów rynkowych. Dlatego też architektury, które na początku dotyczyły głównie infrastruktury informatycznej zaczęły rozszerzać swój zakres na całokształt prowadzonej działalności biznesowej [Simon et al. 2013 s.6].

P. Pawlewski w kolejnej swojej publikacji przedstawia zestawienie i charakterystyki najważniejszych architektur referencyjnych [Pawlewski 2008b s. 190-200]:

- Aris – opisana w pracy w rozdziale 5.1.2 jako metoda modelowania procesów;
- SCOR – architektura uniwersalna o bardzo szerokim zastosowaniu. Została opisana szczegółowo w rozdziale 3.3 jako model łańcucha dostaw;
- DoDaf – (The Department of Defence Architecture Framework) architektura opracowana przez Departament Obrony USA składająca się z pięciu podstawowych modeli, w skład, których wchodzą: model biznesu, model obsługi serwisu, model techniczny, model danych i informacji, model wykonania [DoD 2010];
- FEA – Federalna Architektura Przedsiębiorstwa powstała na zlecenie Biura ds. Zarządzania i Budżetu Białego Domu w celu ułatwienia współdziałania informacji i zasobów agencji federalnych [EOPUS];
- CAEF – Podobne znaczenie co FEA w USA ma ta metoda w UE. Powstała ona na potrzeby integracji narzędzi informatycznych wykorzystywanych przez Komisję Europejską [DIGIT 2006];
- CIMOSA – metoda obejmuje takie elementy jak: struktura przedsiębiorstwa, język modelowania przedsiębiorstwa, terminologię oraz zintegrowaną strukturę

[34] Przedstawiono szerzej w rozdziale 3.4.

zarządzania modelem. Podstawową strukturą modelowania jest sześcian, którego trzy wymiary tworzą: poziom architektury odniesienia (od poziomu ogólnego do szczegółowego), poziom modelowania opisujący wprowadzenie modelu oraz poziom przekrojów (funkcjonalny, informacyjny, zasoby, organizacyjny) [Kosanke 2013, s.3-5];

- GRAI – model opisujący w sposób uogólniony strukturę systemu wytwarzania. Zbudowany jest z pięciu podstawowych domen: reorganizacji przedsiębiorstwa, rozwiązania informatyczne, zarządzanie wydajnością, strategie produkcyjne, zarządzanie wiedzą [Chen et al. 1997, s.389-381];
- TOGAF – szkielet architektury udostępniany przez twórcę (Open Group) dla organizacji do ich własnego zastosowania. Architektura ta modelowana jest na czterech poziomach: procesy biznesowe , zastosowanie, dane, technologia [Sobczak 2013]
- Siatka Zachmana – metoda bazująca na sześciu podstawowych pytaniach: Co? Jak? Gdzie? Kiedy? Kto? Dlaczego? Pozwala w ustrukturalizowany sposób zdefiniować architekturę systemów korporacyjnych [Zachmann 2008]
- PERA – w metodzie wyróżnia się trzy podstawowe systemy: informacyjny, organizacyjny i personelu, wyposażenia produkcyjnego. Na najwyższym poziomie modelu definiowana jest misja organizacji, która pozwala na dalsze tworzenie architektury przedsiębiorstwa, w skład której wchodzą wymagania funkcjonalne oraz dostępne zasoby. Ważnym elementem tej metody jest koncentracja na długości cyklu wytwarzania (z dążeniem do jego skracania) [pera.net].

Po zapoznaniu się z podstawowymi charakterystykami poszczególnych architektur organizacji dokonano analizy ich cech pod kątem możliwości zastosowania w części badawczej pracy. Analizę podzielono na trzy etapy:

- etap I – ustalenie przedmiotu zainteresowania architektury, oczekiwany przedmiot związany jest z procesami przepływu materiałowego w przedsiębiorstwach, architektury dedykowane do potrzeb struktur systemów IT czy usług publicznych nie spełniały kryterium wybór w etapie I;
- etap II – określenie stopnia dopasowania architektury do potrzeb modelowania procesów planowania, architektura powinna dawać możliwość określania referencyjnych wzorców planowania;

- etap III – sprawdzenie możliwości określania poziomów planowania, aby spełnić kryterium architektura musi w swej strukturze uwzględniać hierarchię procesów planowania odnoszącą się do horyzontu planistycznego.

Wyniki analizy przedstawiono w tabeli 5.2.

Tabela 5.2. Metody ilościowe w badaniu poszczególnych funkcji zarządzania

Architektura organizacji	**Etapy i kryteria analizy**		
	ETAP I: Przedmiot zainteresowania	**ETAP II:** Dopasowanie do potrzeb modelowania procesów planowania	**ETAP III:** Odzwierciedlenie poziomów planowania
ARIS	-	-	-
SCOR	+	+	-
DoDaf	-	-	-
FEA	-	-	-
CAEF	-	-	-
CIMOSA	+	-	-
GRAI	+	+	+
TOGAF	-	-	-
Siatka Zachmana	-	-	-
Pera	-	-	-

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując wyniki przedstawione w tabeli 5.2 tylko architektura GRAI spełniła kryteria założone w każdym z etapów analizy. Jest ona tym samym dobrze dopasowana do potrzeb opracowywanego modelu i zostanie w nim wykorzystana.

5.3. Otoczenie przedsiębiorstwa

Traktując przedsiębiorstwo produkcyjne, jako organizację można utożsamić zagadnienie przedstawione w tytule rozdziału jako tożsame wobec otoczenia organizacji. To z kolei definiowane jest jako: *„…to co znajduje się na zewnętrz niej (organizacji), poza jej granicami i oddziałuje na nią”* [Koźmiński, Piotrowski 2006, s.33]. Wracając do samego terminu organizacja jest on rozumiany wielorako. Wśród rozmaitych podejść do jego zdefiniowania można wyróżnić trzy zasadnicze ujęcia: rzeczowe, atrybutowe oraz czynnościowe. Ujęcie rzeczowe oraz atrybutowe przez część z autorów zostało połączone w ujęciu rezultatowym. To z kolei definiowane jest przez A. Stabryłę i J. Trzcienieckiego jako: *„…system złożony z ludzi i zasobów techniczno-materiałowych (obejmuje także zasoby pieniężne, informacyjne, wszelkie wytwory), których współdziałanie i wykorzystanie jest charakteryzowane przez*

następujące własności: istnienie celów systemu, i zachodzenie zgodności między nimi, odpowiedniość między strukturą a funkcjami systemu, zależność systemu i otoczenia, wzajemne warunkowanie się lub związek przyczynowo-skutkowy między działaniami poszczególnych elementów systemu" [Stabryła, Trzcienecki (red.) 1986, s.23-24]. Analizując charakterystykę podejścia rezultatowego oraz własności organizacji w nim opisane można jednoznacznie stwierdzić, że przedsiębiorstwo (w tym przedsiębiorstwo produkcyjne) może być określane mianem organizacji.

Otoczenie organizacji często utożsamiane jest również z otoczeniem systemu i stąd wiele definicji tego pojęcia odnosi się właśnie do teorii systemów. Pogląd ten prezentują m.in. J.W. Gościński oraz S. Sudoł. Przedstawione przez wymienionych autorów definicje otoczenia przedsiębiorstwa bazują na teorii systemów:

- *„...przez otoczenie systemu będziemy rozumieć zbiór tych składników, które nie należą do systemu, a których zmiana właściwości może spowodować zmianę stanu systemu."* [Gościński 1997, s.36];
- *„otoczenie organizacji to te wszystkie elementy, które nie wchodzą w jego skład ale równocześnie mają z nim związek, tzn. oddziałują na stan systemu lub system oddziałuje na nie. Oddziaływanie to zachodzi przez wejścia i wyjścia do systemu."* [Sudoł 2006, s.43].

W literaturze spotkać można również utożsamianie otoczenia organizacji ze środowiskiem organizacji. Pogląd taki przedstawia S. Sudoł w swojej pracy [Sudoł 2006, s.43]. Należy jednak uznać, że są to pojęcia tożsame. Na potrzeby niniejszej pracy za obowiązującą definicję otoczenia przedsiębiorstwa przyjęto definicję zaproponowaną przez A.K. Koźmińskiego i W. Piotrowskiego.

Rozważając tematykę otoczenia przedsiębiorstwa istotne jest wyróżnienie rodzajów otoczenia. Interesującą klasyfikację przedstawiono w pracy E. Masłyk-Musiał, A. Rakowska, E. Krajewska-Bińczyk oraz w tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Rodzaje otoczenia organizacji

Kryterium	Rodzaj otoczenia		
Granice organizacji	wewnętrzne	zewnętrzne	
Charakter zmian	stabilne	zmienne	burzliwe
Charakter sił między otoczeniem a organizacją	bliższe	dalsze	

Źródło: [Masłyk-Musiał et al. 2012, s.57].

Podstawowe kryterium pozwalające wyróżnić rodzaje otoczenia to granice organizacji. Otoczenie zewnętrzne to otoczenie, które zostało zdefiniowane na początku tego rozdziału. Otoczenie wewnętrzne zwane również środowiskiem wewnętrznym to: kadra kierownicza, właściciele, pracownicy, fizyczne warunki pracy itd. Kryterium to nie wnosi nic nowego wobec przytoczonej definicji otoczenia.

Z uwagi na charakterystykę zmian wyróżnia się trzy rodzaje otoczenia. Pierwszym z nich jest otoczenie stabilne czyli takie, w którym nie występują gwałtowne zmiany. Otoczenie zmienne charakteryzuje się występowaniem widocznych zmian, które jednak z uwagi na swój przebieg w przeszłości dają możliwość przewidywania kształtowania się ich przebiegu w przyszłości. Otoczenie burzliwe cechuje się natomiast silnymi zmianami, których możliwość przewidywania jest ograniczona z uwagi na ich nieliniowy charakter [Masłyk-Musiał et al. 2012, s.58]. Współcześnie jak zauważa R. Krupski podstawową cechą otoczenia jest jego niestabilność oraz turbulencja [Krupski (red.) 2004, s.16]. Stąd też swoją uwagę należy skupić na dwóch ostatnich rodzajach otoczenia. Ten sam autor w innym swoim opracowaniu dodaje, że postrzega współczesne zarządzanie z perspektywy teorii chaosu [Krupski (red.) 2007, s.522]. Mechanizm zachowania się chaosu na potrzeby zarządzania opisał z kolei E.N. Lorenz [Lorenz 1963, s.130-141] i określił mianem „efektu motyla", polegającego na wywoływaniu dużych zmian przez pozornie błahe przyczyny (mechanizm działania jest jednak w tym przypadku prawidłowością). Związane jest to ze zjawiskiem globalizacji kluczowych pod względem strategicznym działań oraz usieciowieniem gospodarki [Castells 2009, s.17]. Efekt ten jest dodatkowo wzmacniany przez fakt, że współcześnie przedsiębiorstwa (a w szczególności przedsiębiorstwa produkcyjne o czym pisano we wprowadzeniu do pracy) działają na rynkach o wysokim stopniu konkurencji. Konkurencja rozumiana podmiotowo jak i czynnościowo jest elementem trzeciego kryterium rodzajów otoczenia (przedstawionych w tabeli 5.3) a mianowicie charakterem sił oddziaływania pomiędzy otoczeniem a organizacją. Według tego kryterium wydzielono dwa rodzaje otoczenia: bliższe i dalsze. Otoczenie bliższe to całokształt podmiotów, zjawisk i procesów, które w bezpośredni sposób wywierają wpływ na organizację. Według M.J. Hatcha można wśród nich wymienić [Hatch 1994, s.66]:

- agencje rządowe – nadzorujące działalność organizacji np. Izba Skarbowa;
- klientów – w tym bezpośrednich nabywających dobra od określonej organizacji lub pośrednich, czyli klientów klientów tej organizacji, do tej kategorii należy włączyć wszystkie działania związane z chęcią utrzymania kontroli przez producenta nad siecią dystrybucji [Bień et al. 1997, s.139];

- partnerów – organizacje, z którymi realizuje się wspólne przedsięwzięcia, np. inne podmioty z łańcucha dostaw współpracujące przy realizacji akcji marketingowej;
- konkurentów – organizacje oferujące te same produkty na tych samych rynkach, rozszerzając to pojęcie należy wskazać na rozmaite strategie konkurowania, dążące do ograniczania pola manewru konkurentom [Kochalski 2000, s.17-18];
- grupy nacisku – zorganizowane grupy, które dążą do przeforsowania ważnych dla siebie rozwiązań legislacyjnych, np. grupy o charakterze proekologicznym;
- dostawców – organizacje, które przedają przedsiębiorstwu określone dobra lub usługi potrzebne mu do dalszego funkcjonowania, mogą stanowić jeden z elementów przewagi konkurencyjnej, dlatego też wybór dostawy powinien być poprzedzony wielokryterialna analizą [Rajzler 2001,s.75-83];
- związki zawodowe – grupy profesjonalne wymagające przestrzegania przepisów prawa, zasad, „reguł sztuki" lub „etyki zawodowej".

Otoczenie dalsze to, nawiązując do wcześniej przyjętej definicji całokształt podmiotów, zjawisk i procesów, które w pośredni sposób wywierają wpływ na organizację. W literaturze występuje wiele typologii otoczenia dalszego. Można je odnaleźć m.in. w pracach L.J. Krzyżanowskiego i M.J. Hatcha [Krzyżanowski 1999, s.39-50; Hatch 1994, s.67-70]. Z uwagi na zachowanie jednolitości poglądów zdecydowano o przedstawieniu typologii wg M.J. Hatcha. Wydziela on następujące elementy otoczenia dalszego [Hatch 1994, s.67-70]:

- sektor prawny – normy prawne regulujące działalność gospodarczą;
- sektor środowiska fizycznego – złożone ze środowiska naturalnego oraz elementów sztucznych np. systemu transportowego;
- sektor środowiska ekonomicznego – rynki, na których funkcjonuje organizacja wraz z ich charakterystykami, elementy interwencjonizmu państwa [Kotowicz-Jawor 1998, s.28] ;
- sektor środowiska technologicznego – wiedza i informacje na temat stosowanych technologii w celu wytworzenia wyrobów gotowych, technologia stanowi jeden z kluczowych czynników przewagi konkurencyjnej [Kochalski 2000, s.13];
- sektor środowiska społecznego – struktura społeczna, w ramach której funkcjonuje organizacja (zawodowa, dochodowa, wiekowa, płci) wraz ze zmianami zachodzącymi w tej strukturze [Fleczko 1996, s.137];
- sektor środowiska politycznego – decyzje władzy ustawodawczej oraz wykonawczej mające wpływ na działalność przedsiębiorstwa, z uwzględnieniem działania grup

dążących do ustanowienia korzystnych przepisów dla pewnej grupy podmiotów [Hryniewicz 2004, s.73];

- sektor środowiska kulturowego – zestaw norm, wartości rytuałów i symboli jakie obowiązują w ramach społeczeństwa otaczającego organizację, które kształtują zachowania nabywców [Gąciarz 2001, s.60].

Podsumowując przeprowadzoną analizę dotyczącą otoczenia przedsiębiorstwa istotne na dalszym etapie pracy będzie odzwierciedlenie zmiennych oraz burzliwych warunków otoczenia (określanych wspólnie mianem zróżnicowanych) dla zewnętrznych elementów otoczenia bliższego i dalszego. Pomimo precyzyjnego ustrukturalizowania otoczenia przedsiębiorstwa i podejmowania tego tematu w wielu pracach badawczych dostrzega się tendencję pomijania tego zagadnienia w badaniach empirycznych. Dąży się w nich do potraktowania otoczenia organizacji jako zespołu parametrów [Sterniczuk, Żandarowski 1983 ,s.235].

6. Badania własne

6.1. Badanie pilotażowe

Celem badania pilotażowego było potwierdzenie istnienia w praktyce gospodarczej zidentyfikowanej w ramach studiów literaturowych luki badawczej. Dla badań pilotażowych zidentyfikowano podstawowe zakresy:

- przedmiotowy –wykorzystanie planowania w horyzoncie taktycznym, struktura procesów planowania, bariery wdrożenia, proces opracowywania planu. Wymienione badania prowadzone były z uwzględnieniem lokalizacji punktu rozdzielającego oraz modelu przepływu materiałowego;
- podmiotowy – przedsiębiorstwa mikro, małe, średnie i duże prowadzące działalność produkcyjną, w badaniu wzięło udział dziesięć przedsiębiorstw;
- przestrzenny – przedsiębiorstwa z terenu województwa wielkopolskiego;
- czasowy – badania prowadzono na przestrzeni 3 miesięcy maj-lipiec 2012 roku[35].

Z uwagi na analizowaną tematykę badania miały charakter mieszany jakościowo-ilościowy, niewyczerpujący, deskrypcyjny. Badania jakościowe pozwalają lepiej poznać charakterystykę zjawiska odpowiadając na pytanie „Dlaczego?". Takie podejście jest szczególnie cenne w badaniach pilotażowych mających na celu potwierdzenie istnienia zidentyfikowanej luki badawczej. W kwestionariuszu znalazły się również pytania o charakterze ilościowym opisujące skalę opisanego zjawiska. Ich znaczenie jednak na tym etapie badań było mniejsze niż ujęcia jakościowego.

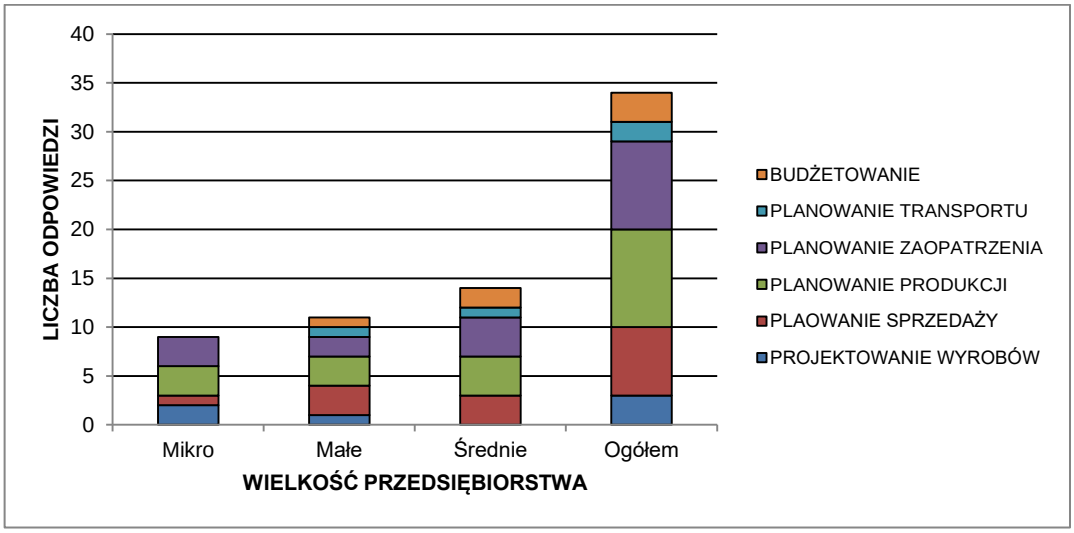
Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu metody wywiadu bezpośredniego indywidualnego, standaryzowanego[36]. Kwestionariusz wywiadu przedstawiono w załączniku 01. Kwestionariusz wywiadu Autor badania w wyniku rozmowy z respondentami klasyfikował wolne wypowiedzi w ramy określone w kwestionariuszu wywiadu. Działanie takie pozwoliło na obiektywną analizę wyników badania pilotażowego.

Przeprowadzone badania pozwoliły na dokonanie obserwacji w dwóch obszarach:

- szczegółowym – dotyczącym planowania produkcji i działalności operacyjnej[37];
- ogólnym – dotyczącym funkcjonowania przedsiębiorstw na rynku.

[35] Badanie przeprowadzono w ramach realizacji projektu „Nauka bliżej biznesu, biznes bliżej nauki" POKL.08.02.01-30-018/10.
[36] Opis metody badawczej dostępny w pracach [Kędzior, Karcz 2001, s.94; Kaczmarczyk, Pałgan 2008, s.94].
[37] W cytowanym poniżej artykule oraz w załączonym kwestionariuszu wywiadu nazywane „planem produkcji i sprzedaży".

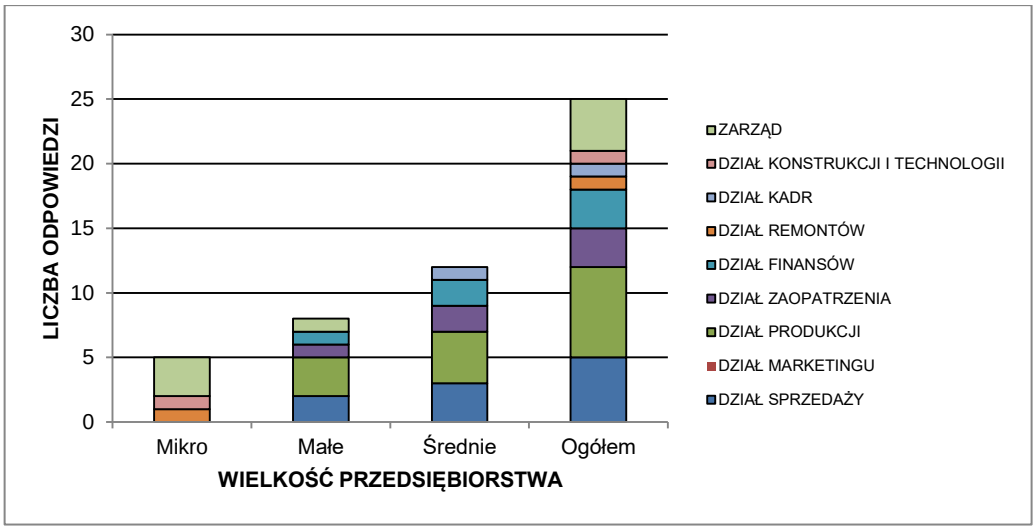
Obserwacje szczegółowe dotyczące planowania sprzedaży i działalności operacyjnej można podzielić na dwie zasadnicze grupy. Pierwszą z nich jest zakres rzeczowy integracji planu. Wyniki badania pilotażowego w tym aspekcie zaprezentowano na wykresie 6.1.



Wykres 6.1. Funkcje szczegółowe planowania sprzedaży i działalności operacyjnej
Źródło: Opracowanie własne

Jak wynika z wykresu 6.1 zakres rzeczowy integracji planu rozumiany jako ilość funkcji szczegółowych realizowanych w ramach planowania sprzedaży i działalności operacyjnej jest zależny od wielkości przedsiębiorstwa. Większe przedsiębiorstwa mają bardziej rozbudowane struktury procesów planowania przez co zakres integracji jest szerszy (większa liczba planów generująca sprzężenia zwrotne do planu SOP).

Druga grupa obserwacji szczegółowych dotyczy procesu opracowywania planu SOP i zaangażowanych w niego jednostek organizacyjnych. Wyniki badania pilotażowego w tym zakresie przedstawiono na wykresie 6.2.



Wykres 6.2. Komórki organizacyjne zaangażowane w opracowywanie planu sprzedaży i działalności operacyjnej
Źródło: Opracowanie własne

Wyniki badania przedstawione na wykresie 6.2 pozwalają zauważyć, że proces opracowywania planu SOP jest również zależny od wielkości przedsiębiorstwa. Im mniejsze przedsiębiorstwo tym odpowiedzialność za realizację planowania na poziomie taktycznym zależy w większym stopniu od osoby zarządzającej całym przedsiębiorstwem (zwykle właściciela). W większych przedsiębiorstwach plan opracowywany jest przez większą liczbę komórek organizacyjnych.

W ramach obserwacji ogólnych zasadne wydaje się wskazanie zależności pomiędzy miejscem, jakie zajmuje przedsiębiorstwo w łańcuchu dostaw a istotnością planów. Dla przedsiębiorstw znajdujących się w górnej części łańcucha dostaw[38] istotniejsze jest zoptymalizowanie planu produkcji w ograniczeniach planu sprzedaży. Dla przedsiębiorstw znajdujących się w dolnej części łańcucha dostaw[39] zależność ta wydaje się być odwrotna. Gdy dodatkowo przedsiębiorstwo to realizuje produkcję w modelu MTO[40] planowanie wydaje się przypominać bardziej zarządzanie projektami.

Szczegółową prezentację wyników badania pilotażowego odnaleźć można w publikacji „Use Of Sales And Operations Planning In Small And Medium-Sized Enterprises" [Adamczak et al. 2013].

Podsumowując badania pilotażowe należy stwierdzić, ze stały się one podstawą dalszych poszukiwań w ramach tematyki planowania działalności w horyzoncie taktycznym z użyciem

[38] Bliżej dostawców.
[39] Bliżej klientów finalnych.
[40] MTO – make to order – produkcja na zamówienie.

metody planowania sprzedaży i działalności operacyjnej[41]. Zidentyfikowano w nich dwa kierunki dalszych poszukiwań w ramach przedsiębiorstw produkcyjnych:

- identyfikację struktur procesów planowania;
- opis elementów otoczenia oraz ich wpływu na proces planowania przepływu materiałowego.

Oba te kierunki zostały odzwierciedlone w dalszych etapach badań własnych autora pracy. Badania pilotażowe pozwoliły tym samym na potwierdzenie zasadności obranego tematu badań i doprecyzowanie jego kształtu.

6.2. Identyfikacja struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych

6.2.1. Metodyka badania struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych

Celem głównym przeprowadzonego badania była konfrontacja zdobytej wiedzy literaturowej z praktyką gospodarczą w zakresie struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Jako cele pomocnicze zdefiniowano: określenie stopnia formalizacji planów oraz identyfikację problemów mających swoje przyczyny w planowaniu.

Dla tego badania zidentyfikowano cztery podstawowe zakresy:

- przedmiotowy – odnoszący się do przedstawionego powyżej celu: identyfikacja struktur procesów planowania, określenie stopnia formalizacji planów, diagnoza problemów wynikających z niewłaściwego funkcjonowania procesów planowania. Powyższe badania prowadzono w kontekście: lokalizacji głównego punktu rozdzielającego oraz wielkości przedsiębiorstwa;
- podmiotowy – małe, średnie i duże przedsiębiorstwa prowadzące działalność produkcyjną (przedsiębiorstwa z grupy C – „Przetwórstwo przemysłowe", według podziału podstawowego rodzaju prowadzonej działalności wykorzystywanego przez Główny Urząd Statystyczny);
- przestrzenny – przedsiębiorstwa mające swoją siedzibę lub zakłady produkcyjne na terenie Polski;

[41] Szczegółową prezentację wyników badania pilotażowego odnaleźć można w publikacji „Use Of Sales And Operations Planning In Small And Medium-Sized Enterprises" [Adamczak et al. 2013].

- czasowy – badania prowadzono na przestrzeni 3 miesięcy wrzesień-listopad 2013 roku.

Przedstawione powyżej badanie miało charakter mieszany jakościowy-ilościowy z przewagą cechy jakościowej z uwagi na konieczność uzyskania odpowiedzi na pytania „Jak?" oraz „Dlaczego?". Badania jakościowe pozwalają na lepsze poznanie badanego zjawiska oraz na ukierunkowanie dalszych badań co jest bliskie intencjom ich autora. Badania ilościowe w tym zakresie posłużyły identyfikacji częstotliwości występowania obserwacji przedstawionych jakościowo. Badania mają też charakter deskrypcyjny, który wynika z faktu, iż autor badał jak już zostało zaznaczone częstotliwość występowania oraz określał zależności korelacyjne pomiędzy zmiennymi. Badanie przeprowadzono metodą ankietową z wykorzystaniem kwestionariusza internetowego [Bronakowski 2003, s. 61-62].

Ze względu na dużą liczebność wyodrębnionej populacji (zakres podmiotowy), badanie miało charakter niewyczerpujący, czyli zostało przeprowadzone na części populacji, określanej mianem próby. Dobór próby przeprowadzono z zachowaniem poprawności statystycznej. Operatem badanej populacji była baza klientów systemu GS1 pozyskana z Instytutu Logistyki i Magazynowania. Na podstawie zawartych w tej bazie informacji szczegółowych wyznaczona została docelowa grupa przedsiębiorstw spełniających kryteria grupy docelowej. Do obliczeń minimalnej wielkości próby losowej przyjęto maksymalny błąd szacunku 10%, natomiast współczynnik ufności ustalono na poziomie 98%. Wobec powyższego kwantyl rozkładu normalnego $t_{0,02}$=2,326. Ponieważ nieznany jest rząd wielkości parametrów f przyjęto, że wynosi on f=0,5. Wielkość wyodrębnionej populacji określono na poziomie 33 952 przedsiębiorstw. Są to przedsiębiorstwa małe, średnie i duże z grupy C „Przetwórstwo przemysłowe"[42]. Z uwagi na obserwacje poczynione w badaniu pilotażowym z populacji wyłączono mikro przedsiębiorstwa. Po wstawieniu powyższych danych do wzoru na wielkość próby [Sobczak 1997, s.159] otrzymano[43]:

$$N_{min} = \frac{33952(2{,}326^2 \cdot 0{,}5(1-0{,}5))}{33952 \cdot 0{,}1^2 + 2{,}326^2 \cdot 0{,}5(1-0{,}5)} = 134{,}72 \approx 135$$

[6.1]

Oznacza to, że w celu uzyskania reprezentatywności liczebności próby przy poziomie ufności (1-α)=98% z maksymalnym błędem szacunku 10% należy przebadać 135

[42]Zgodnie z klasyfikacją GUS zaprezentowaną w Roczniku Statystycznym Głównego Urzędu Statystycznego z roku 2009.

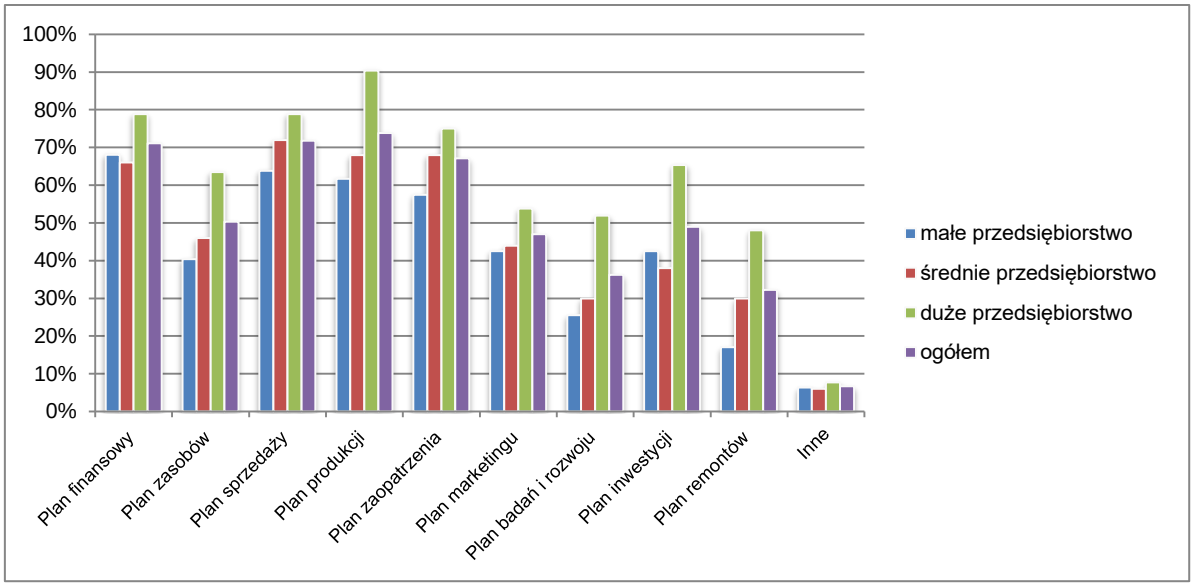
[43] Obliczając wielkość próby założono, że populacja ma skończoną liczbę elementów i określonej wielkości frakcji obliczono na podstawie formuły.

przedsiębiorstw dobranych z populacji generalnej. Kwestionariusz ankiety zaprezentowano w załączniku 02. Kwestionariusz ankiety badania struktur procesów planowania[44].

6.2.2. Wyniki badania struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych

W badaniu wzięło udział 149 przedsiębiorstw produkcyjnych (31,5% - małych, 33,6% - średnich, 34,9% - dużych). Najczęściej identyfikowaną strategią produkcyjną była strategia MTO – 65,8% przedsiębiorstw, kolejna to MTS - 49% oraz elastyczności ilościowa i asortymentowa obie powyżej 40%[45].

Odnosząc się do wniosków płynących z badania pilotażowego przy identyfikacji struktury procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych istotne jest odniesienie się do wielkości przedsiębiorstwa. Procent przedsiębiorstw z każdej z grup (małe, średnie, duże), w których wykorzystywany jest określony typ planu przedstawiono na wykresie 6.3.



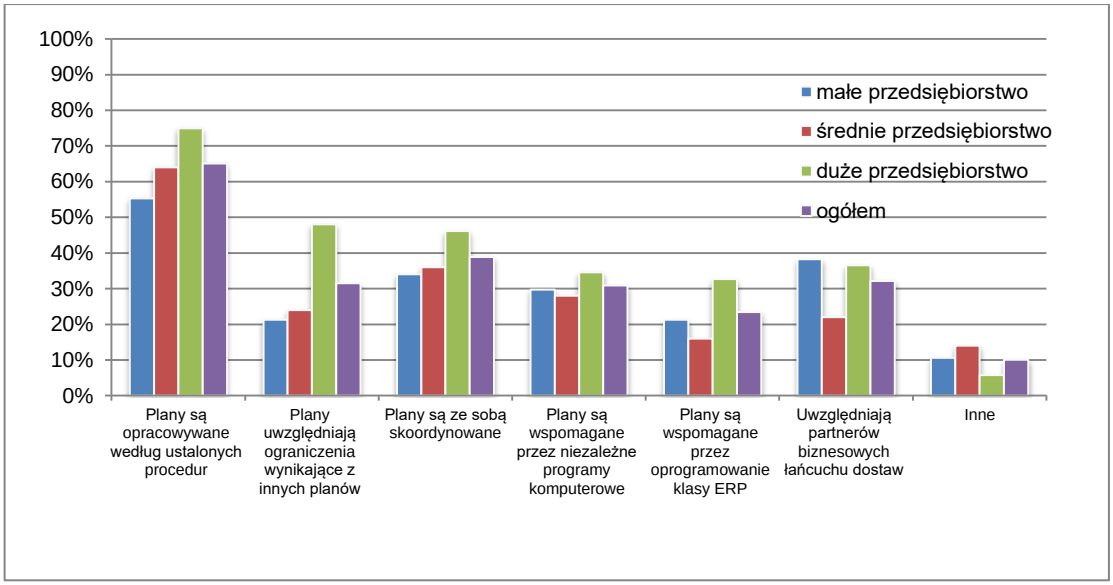
Wykres 6.3. Funkcje szczegółowe planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych
Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione na wykresie 6.3 wyniki pozwalają potwierdzić wnioski poczynione na etapie badania pilotażowego. Wykorzystanie określonego typu planu (% przedsiębiorstw,

[44] Badanie struktur procesów planowania zostało przeprowadzone w ramach projektu „Badanie wieloaspektowych uwarunkowań integracji w łańcuchach logistycznych typu forward i backward w odniesieniu do zintegrowanego planowania produkcji w kontekście wykorzystania surowców wtórnych" (nr UMO-2011/03/B/HS4/03419) finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki i realizowanego w Wyższej Szkole Logistyki w Poznaniu w latach 2012-2014. W załączniku przedstawiono tylko fragment całego kwestionariusza ankiety opracowany przez autora niniejszej pracy.
[45] Założono, że jedno przedsiębiorstwo może realizować więcej niż jedną strategię produkcyjną.

które go wykorzystują) rośnie wraz ze wzrostem wielkości przedsiębiorstwa. Najczęściej wykorzystywane plany to: plan produkcji, sprzedaży, finansowy, zaopatrzenia. W drugiej grupie można sklasyfikować plany: zasobów i inwestycji. Niski procent odpowiedzi udzielonych dla kategorii inne świadczy o dobrej identyfikacji typów planów poczynionej na etapie przygotowywania kwestionariusza ankiety.

Odnosząc się do sfery opracowywania planów istotna jest identyfikacja charakterystyk tego procesu. Z uwagi na wnioski płynące z powyższej analizy i w tej warto wydzielić opinie w zależności od wielkości przedsiębiorstwa. Wyniki tego badania przestawiono na wykresie 6.4.

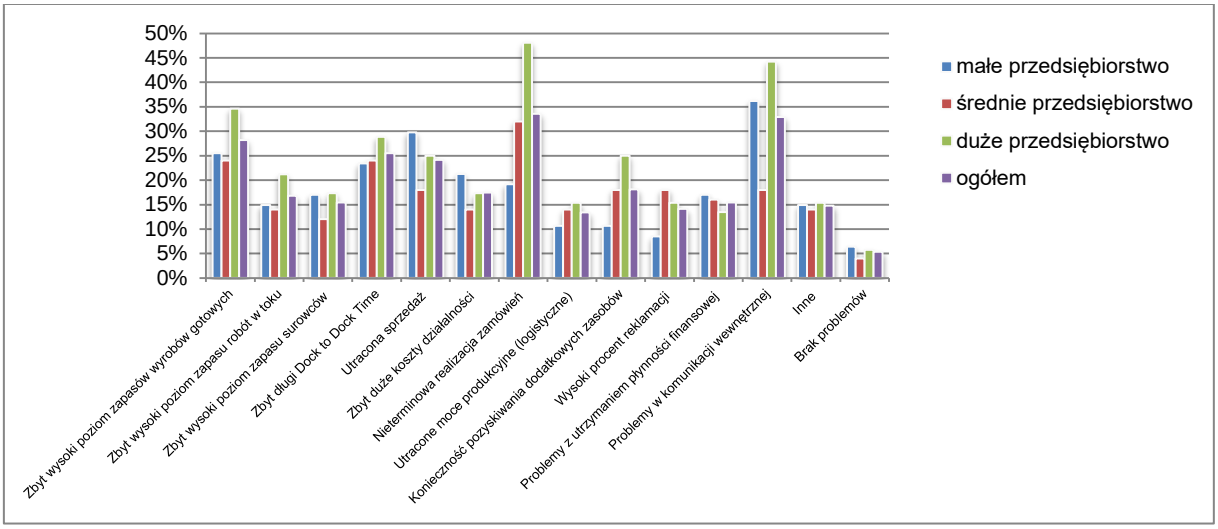


Wykres 6.4. Charakterystyka sposobu planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych
Źródło: Opracowanie własne

Analizując wyniki przedstawione na wykresie 6.4 można jednoznacznie stwierdzić, że dojrzałość procesowa w przedsiębiorstwach jest proporcjonalna do jego wielkości. Przedsiębiorstwa duże uwzględniają w procesie planowania ograniczenia wynikające z innych planów ponad dwa razy częściej niż małe. Uwzględniając wielkość błędu wynikającego z przyjętej wielkości próby badawczej istotne różnice na korzyść przedsiębiorstw dużych dostrzegalne są również w sprocedurowaniu planowania, koordynacji[46] planów oraz wykorzystaniu systemów klasy ERP. Należy również zwrócić uwagę na fakt, że pomimo, iż w blisko 75% dużych przedsiębiorstw plany opracowywane są według procedur to w mniej niż połowie przedsiębiorstw plany te są ze sobą skoordynowane

[46] Koordynacja rozumiana jest jako wzorzec podejmowania decyzji i komunikacji pomiędzy wykonawcami poszczególnych zadań zmierzających do osiągnięcia postawionych celów [Malone 1987, s.1318].

i uwzględniają ograniczenia wynikające z innych planów. Ta sytuacja pokazuje, że funkcjonujące w przedsiębiorstwach procedury są nieprawidłowe i nie pozwalają na pełne wykorzystanie ich potencjału biznesowego. Jakie zatem problemy wynikają z niewłaściwej koordynacji planów? Informacje na ten temat przedstawia wykres 6.5.



Wykres 6.5. Typowe problemy wynikające z braku koordynacji planów w przedsiębiorstwach produkcyjnych[47]

Źródło: Opracowanie własne

Jak wynika z wykresu 6.5 najczęściej wskazywanymi problemami wynikającymi z braku koordynacji planów są: nieterminowana realizacja zamówień, zbyt wysoki poziom zapasu wyrobów gotowych i produkcji w toku, nieefektywna komunikacja wewnętrzna, utracona sprzedaż, zbyt wysokie koszty działalności. W tym przypadku nie można wskazać związku pomiędzy częstością występowania problemów, a wielkością przedsiębiorstwa.

Drugim obok wielkości przedsiębiorstwa kryterium prowadzenia badań była wykorzystywana przez przedsiębiorstwo strategia produkcyjna. W celu identyfikacji zależności pomiędzy typem strategii a typem wykorzystywanych planów zastosowano współczynnik korelacji rho-Spermana (z uwagi na wartości rangowane obu badanych cech). Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 6.1.

[47] Dock to Dock Time – całkowity czas przejścia materiału przez przedsiębiorstwo, począwszy od dostarczenia materiałów, surowców, części do wydania z magazynu wyrobu gotowego.

Tabela 6.1. Wartości współczynników korelacji pomiędzy strategią produkcyjną a wykorzystaniem określonego typu planu

Strategie produkcyjne / Typ planu	MTS	MTO	ETO	Elastyczność ilościowa	Elastyczność asortymentowa	Zwinność
Plan finansowy	0,269	-0,054	0,152	0,065	0,095	0,244
Plan zasobów	0,275	0,076	0,059	0,225	0,128	0,133
Plan sprzedaży	0,405	-0,012	0,075	0,144	0,082	0,102
Plan produkcji	0,187	0,246	0,015	0,201	0,193	-0,028
Plan zaopatrzenia	0,429	0,037	0,161	0,252	0,058	0,027
Plan marketingu	0,369	-0,001	0,254	0,283	0,192	0,235
Plan badań i rozwoju	0,294	0,044	0,227	0,372	0,241	0,282
Plan inwestycji	0,248	0,198	0,105	0,248	0,207	0,333
Plan remontów	0,129	0,195	0,181	0,166	0,214	0,145

Źródło: Opracowanie własne

W tabeli 6.1 oprócz wartości współczynników korelacji rho-Spermana szarym kolorem zaznaczono te wartości, które są istotne ze statystycznego punktu widzenia. W tym celu dodatkowo przeprowadzono testowanie istotności wartości współczynnika korelacji (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) stawiając hipotezy:

H_0: $\rho_S = 0$ *(brak korelacji pomiędzy typem strategii produkcyjnej, a typem planu)*

H_1: $\rho_S \neq 0$ *(istnieje korelacja pomiędzy typem strategii produkcyjnej, a typem planu)*

Weryfikując powyższe hipotezy w przypadku dużej próby wykorzystuje się statystykę U, która ma graniczny rozkład normalny N(0,1) przy założeniu, że H_0 jest prawdziwe:

Analizując tabelę 6.1 zauważyć należy, że dla strategii MTS oraz elastyczności ilościowej (zbliżonej ideowo do MTS) występują zależności z największą liczba planów. W pozostałych strategiach zależności te dotyczą znaczniej mniejszej ilości planów. Świadczy to o najbardziej rozbudowanych strukturach planowania dla dwóch wymienionych powyżej strategiach a przedstawione zależności w dużej mierze odzwierciedlają ich charakterystyki.

6.3. Ocena elementów otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych

6.3.1. Metodyka badania

Celem badania jest identyfikacja elementów (oraz ich charakterystyk) otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego, które powinny zostać uwzględnione w opracowywanym

modelu zintegrowanego planowania i przepływu materiałowego. Rekomendowane elementy i ich charakterystyki powinny spełniać dwa podstawowe warunki:

- mieć istotny wpływ na działanie przedsiębiorstwa produkcyjnego;
- pojedyncze przedsiębiorstwo poprzez realizowane procesy planowania oraz przepływu materiałowego powinno mieć na nie wpływ i móc na nie reagować.

Dla badań elementów otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych zidentyfikowano cztery podstawowe zakresy:

- przedmiotowy – siła oddziaływania wyszczególnionych elementów otoczenia na przedsiębiorstwo produkcyjne, możliwości wpływania i reagowania na zmiany wprowadzane do otoczenia przez te elementy, szczegółowe charakterystyki tych elementów ich siła oddziaływania na przedsiębiorstwa produkcyjne oraz możliwość wpływania i reagowania tych podmiotów na zmiany otoczenia wynikające z tych charakterystyk;
- podmiotowy – eksperci teoretycy zajmujący się w swojej pracy naukowej badaniami z zakresu ekonomii, praktycy piastujący kierownicze stanowiska w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz pracownicy jednostki badawczo rozwojowej prowadzącej zarówno prace badawcze jak i wdrożeniowe w zakresie zarządzania logistyką oraz produkcją - łącznie 24 ekspertów;
- przestrzenny – eksperci głównie z terytorium Polski (jeden ekspert z terenu Niemiec);
- czasowy – badania prowadzono na przestrzeni 2 miesięcy wrzesień-październik 2014 roku.

Przeprowadzone badania miały charakter ilościowy. Eksperci oceniali każdy z elementów otoczenia oraz jego charakterystyki w skali sześciostopniowej (0-6). Wykorzystano w nich metodę ankiety internetowej. Kwestionariusze ankiet udostępniano poprzez pocztę elektroniczną. Wysoki stopień zwrotu zagwarantowano dzięki uprzedniemu poinformowaniu wyselekcjonowanych (z uwagi na doświadczenie, kompetencje oraz pole zainteresowań naukowych) osób o włączeniu ich w grono ekspertów.

Wzorując się na metodzie delfickiej [Wojciechowska 2005; Cisek 2007; Loo 2002, s.762-769; Skulmoski 2007, s.3-18] badanie podzielono na etapy (zwane też rundami). Podobieństw z tą metodą jest więcej. Dwukrotnie poproszono ekspertów o opinie na temat elementów otoczenia przedsiębiorstwa przemysłowego. Całemu procesowi nadano sformalizowaną strukturę (określenie terminów przesyłania odpowiedzi oraz opracowania wyników, kształt kwestionariusza) by umożliwić uporządkowane zebranie i przetworzenie poglądów ekspertów

biorących udział w badaniu, zgodnie z wyznaczonym na początku celem. Po pierwszym etapie opracowano wyniki i wnioski i odesłano je do członków grupy ekspertów z prośbą o ponowne wyrażenie opinii w kontekście nadesłanego podsumowania. Drugi etap badania dotyczył uszczegółowienia charakterystyk wyróżnionych w pierwszym etapie elementów otoczenia.

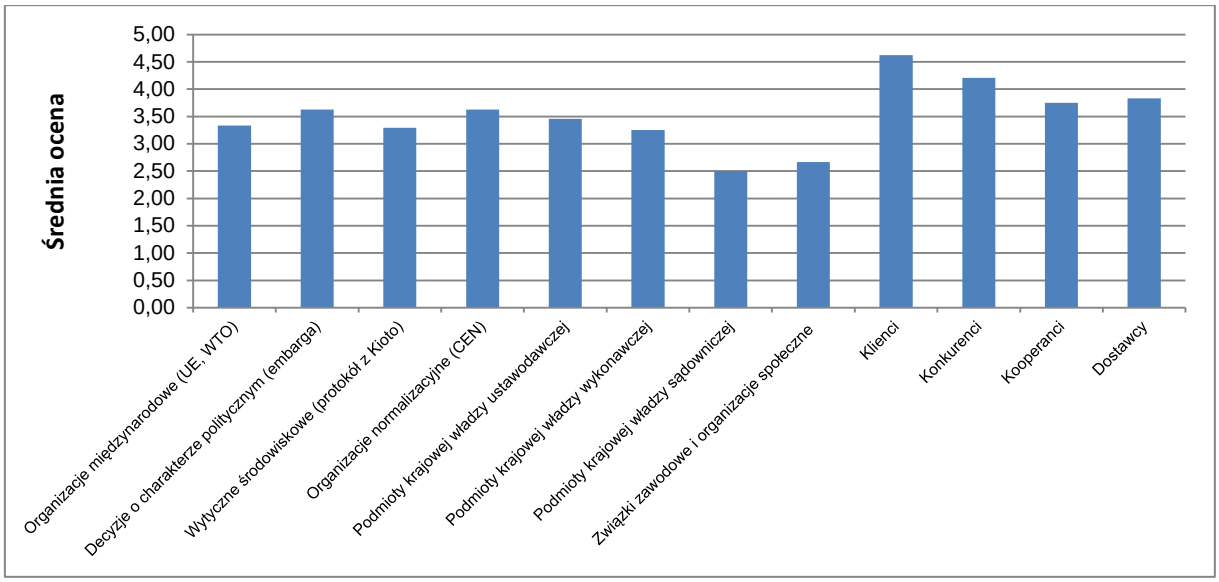
Kwestionariusze używane w pierwszym i drugim etapie badań zostały przedstawione w załącznikach 03. Badanie opinii ekspertów etap 1 oraz 04. Badanie opinii ekspertów etap 2.

6.3.2. Wyniki badania elementów otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych

W pierwszym etapie badań skupiono się na identyfikacji elementów otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego. Na podstawie badań literaturowych opracowano zestaw takich elementów i poproszono ekspertów o wskazanie tych, które powinny zostać uwzględnione w opracowywanym modelu. Nie zadano jednak tego pytania wprost aby móc przeanalizować przyczyny wyróżnienia niektórych elementów. Ocenę ich przydatności w kontekście budowanego modelu podzielono na trzy części (każdej części odpowiadało jedno pytanie):

- ocena siły oddziaływania poszczególnych elementów otoczenia na przedsiębiorstwo produkcyjne;
- ocena możliwości wpływania przedsiębiorstwa produkcyjnego na poszczególne elementy otoczenia (działania zapobiegawcze – przed wystąpieniem zmian);
- ocena możliwości i trudności reagowania przedsiębiorstwa produkcyjnego na poszczególne elementy otoczenia (działania dostosowawcze – dostosowywanie się do nowej sytuacji).

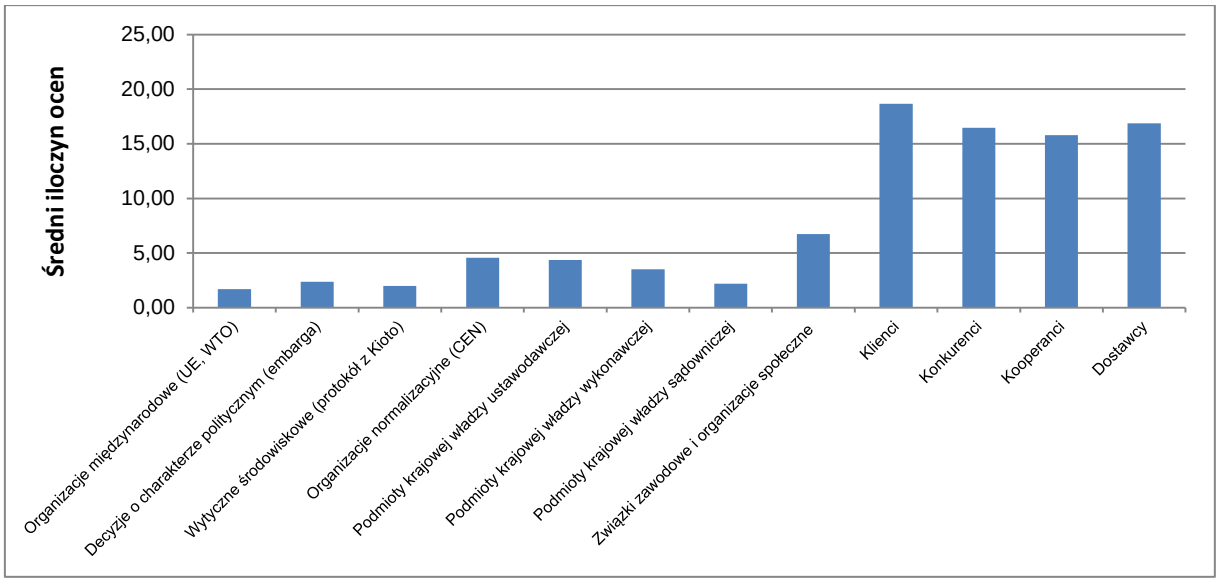
Oceny w każdym z trzech pytań dokonywano w skali 6 stopniowej (0-5), gdzie 0 oznaczało sytuację wysoce negatywną (brak znaczenia, brak możliwości reagowania) a 5 wysoce pozytywną (bardzo duże znaczenie, reagowanie w pełni możliwe). Uśrednione wyniki badania opinii ekspertów dla pierwszego pytania zaprezentowano na wykresie 6.6.



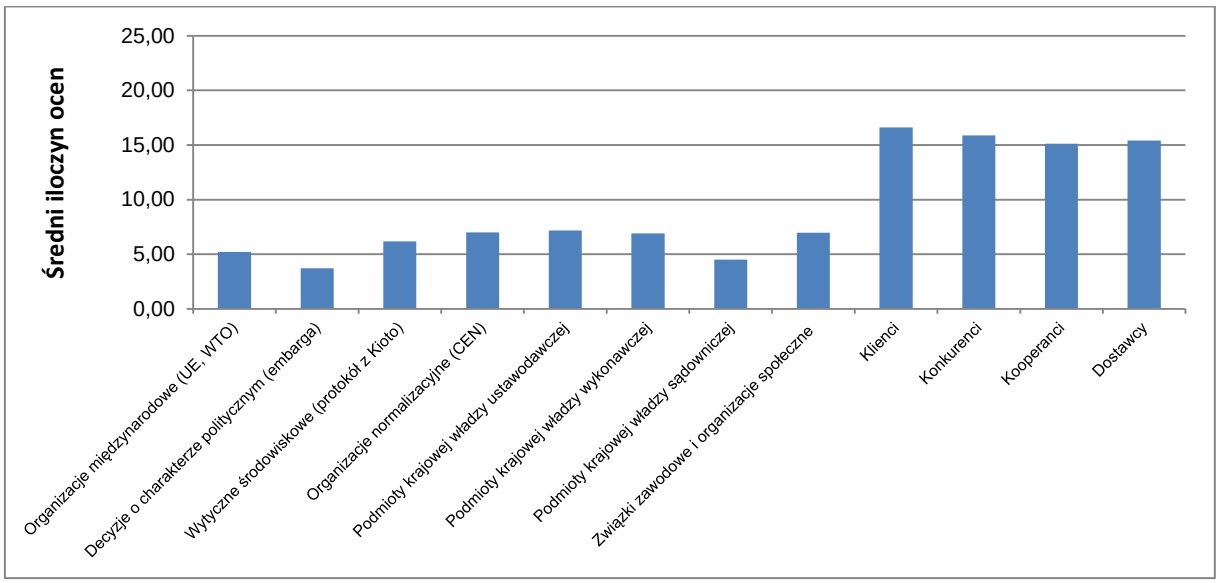
Wykres 6.6. Ocena siły oddziaływania poszczególnych elementów otoczenia na przedsiębiorstwo produkcyjne
Źródło: Opracowanie własne

Z przedstawionych na wykresie 6.6 średnich ocen widać, że eksperci przypisują większe znaczenie elementom otoczenia, które współpracują z przedsiębiorstwem produkcyjnym w łańcuchu dostaw lub konkurują z nim. Znaczenie elementów otoczenia dalszego jest mniejsze (im bardziej lokalny charakter tego elementu tym jego znaczenie jest mniejsze). Zidentyfikowane różnice ocen są jednak niewielkie. Wybór elementów wyłącznie na podstawie tych danych nie byłby w pełni uzasadniony.

Z punktu widzenia opracowywanego modelu istotna wydaje się nie tylko sama siła oddziaływania ale również możliwość wpływania i reagowania przez pojedyncze przedsiębiorstwo na zmiany generowane przez te elementy otoczenia. W modelu powinny więc zostać uwzględnione te, wobec zmian których pojedyncze przedsiębiorstwo produkcyjne nie jest bezbronne. Konstruowanie eksperymentów symulacyjnych uwzględniających zmienne, na które pojedynczy podmiot gospodarczy nie ma wpływu (lub ma bardzo ograniczony wpływ) niezależnie od podejmowanych działań wydaje się bezzasadne. Rozwiązaniem dającym pełny obraz elementów otoczenia z punktu widzenia modelu badawczego jest połączenie siły oddziaływania z możliwością wpływania i reagowania na zmiany poszczególnych elementów otoczenia. Wyniki w takim ujęciu przedstawiono na wykresach 6.7 oraz 6.8.



Wykres 6.7. Połączona ocena możliwości wpływania przedsiębiorstwa produkcyjnego na poszczególne elementy otoczenia z siłą oddziaływania tych elementów
Źródło: Opracowanie własne

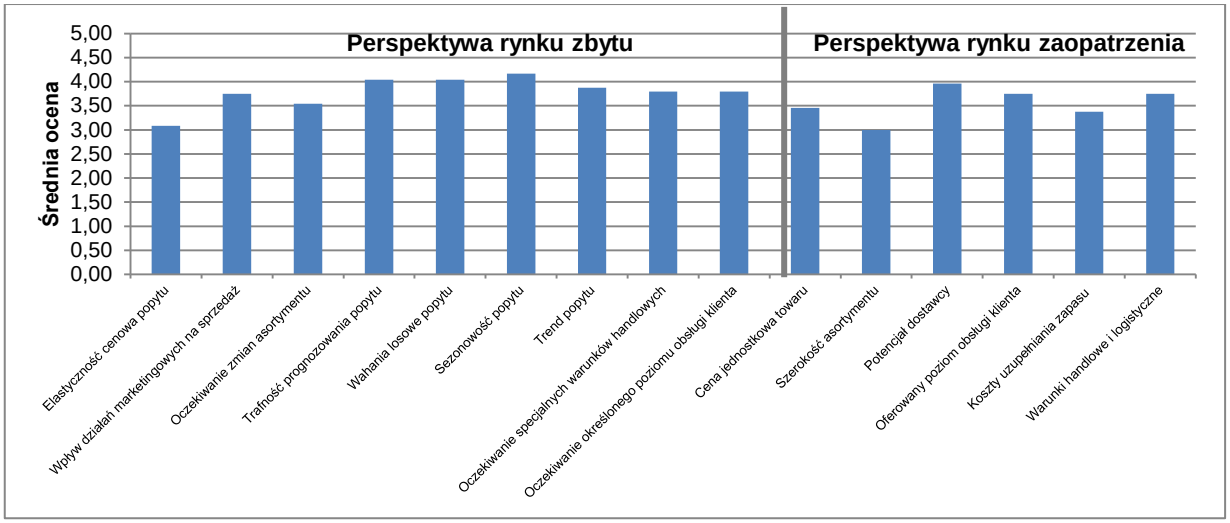


Wykres 6.8. Połączona ocena możliwości i trudności reagowania przedsiębiorstwa produkcyjnego na poszczególne elementy otoczenia z siłą oddziaływania tych elementów
Źródło: Opracowanie własne

Połączone oceny poszczególnych elementów otoczenia obliczone zostały jako średnie wartości iloczynów ocen siły oddziaływania z możliwościami wpływania lub reagowania na zmiany przez nie generowane. Takie działanie jest uprawnione z uwagi na zastosowanie skali o tym samym kierunku. Po tym zabiegu skala w jakiej dokonano oceny poszczególnych elementów otoczenia zmieniła się z 0-5 na 0-25 (efekt iloczynu ocen). Analizując wykresy 6.7 oraz 6.8 wyraźnie widać, że eksperci podzielili elementy otoczenia na dwie grupy.

W pierwszej grupie o wysokich ocenach znalazły się elementy otoczenia bliskiego: klienci, konkurenci, kooperanci oraz dostawcy. Do drugiej grupy o niskich ocenach włączone zostały elementy otoczenia dalekiego. Taka sytuacja wynika głównie z ocen możliwości wpływania i reagowania na zmiany generowane przez poszczególne elementy otoczenia.

Modelowanie otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego wymaga jednak analizy o większym stopniu szczegółowości. W drugim etapie badania opinii ekspertów identyfikowano charakterystyki poszczególnych elementów otoczenia. Na podstawie powyższych wyników, wyróżniono do wnikliwszego badania trzy elementy otoczenia: klientów, kooperantów oraz dostawców. Porzucono dalsze rozważanie na temat konkurentów z uwagi na tożsame zdaniem autora pracy, oddziaływanie na klientów oraz konkurentów. Mieszcząc się w zasadach fair play walka z konkurencją odbywa się poprzez oferowanie klientom lepszych produktów w lepszej cenie z wykorzystaniem lepszych procesów logistycznych i działalności marketingowej. Nieco rozszerzone pojmowanie klientów zostało na potrzeby dalszych analiz zostało określone perspektywą rynku zbytu. Z kolei kooperanci to szczególny rodzaj dostawców dostarczających zwykle usługi. Stąd w dalszych rozważaniach oba te elementy znajdą się w jednej grupie o nazwie perspektywa rynku zaopatrzenia. Wyniki siły oddziaływania poszczególnych charakterystyk elementów otoczenia na przedsiębiorstwo produkcyjne przedstawiono na wykresie 6.9.



Wykres 6.9. Siła oddziaływania poszczególnych charakterystyk elementów otoczenia na przedsiębiorstwo produkcyjne
Źródło: Opracowanie własne

Analizując wykresy 6.7 oraz 6.8 zauważyć można, że średnia siła oddziaływania charakterystyk związanych z perspektywą rynku zbytu jest większa, niż w przypadku

perspektywy rynku zaopatrzenia. Oznacza to, że więcej charakterystyk z perspektywy rynku zbytu powinno zostać odzwierciedlonych w opracowywanym modelu. Wybór konkretnych charakterystyk dokonany zostanie w oparciu o tą samą metodę, co w przypadku analizy pierwszego etapu badań. Siła oddziaływania połączona zostanie z możliwościami wpływania i reagowania na nie przez przedsiębiorstwo produkcyjne. Związek ten zostanie określony, jako iloczyn ocen siły oddziaływania oraz możliwości wpływania lub reagowania na poszczególne charakterystyki otoczenia. Wyniki tych analiz przedstawiono na wykresach 6.10 oraz 6.11.



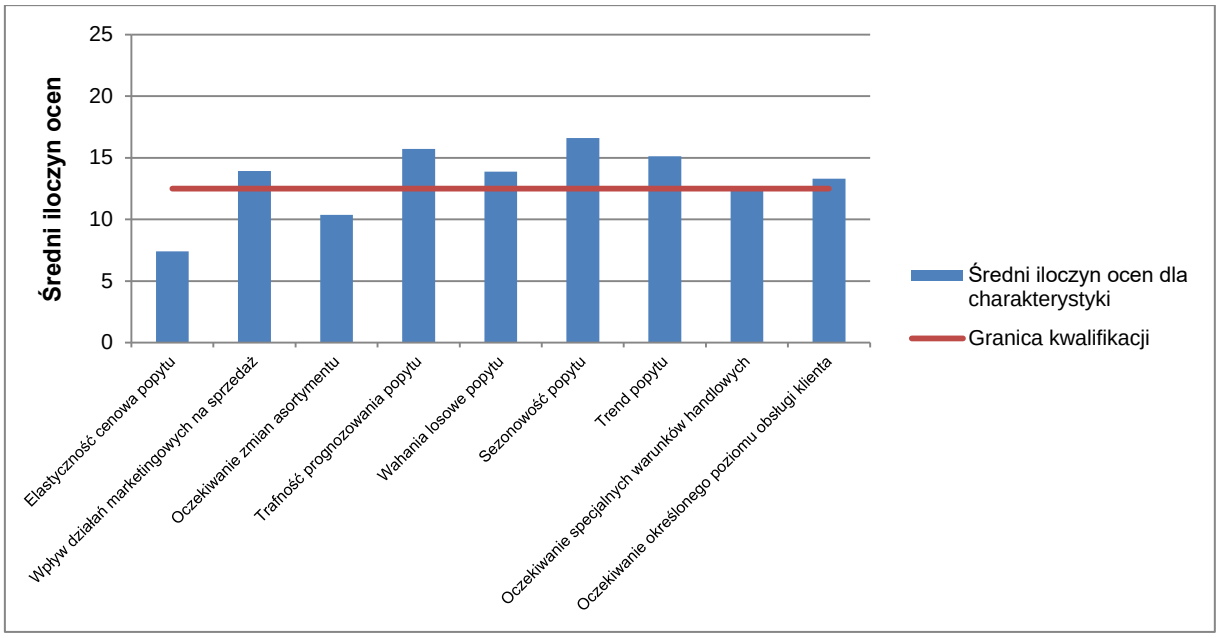
Wykres 6.10. Połączona siła oddziaływania poszczególnych charakterystyk elementów otoczenia z możliwością wpływania przez przedsiębiorstwo produkcyjne na te charakterystyki

Źródło: Opracowanie własne



Wykres 6.11. Połączona siła oddziaływania poszczególnych charakterystyk elementów otoczenia z możliwością reagowania przez przedsiębiorstwo produkcyjne na zmiany generowane przez te charakterystyki
Źródło: Opracowanie własne

Charakterystyki elementów otoczenia z perspektywy rynku zbytu mają w obu analizach przedstawionych na wykresach 6.10 oraz 6.11 bardzo zróżnicowane oceny średnie. Wnioskowanie na podstawie takich danych jest bardzo utrudnione. Konieczne wydaje się zatem dalsze grupowanie danych. Zdecydowano tym samym, aby dla wszystkich charakterystyk w tej perspektywie obliczyć średnie wartości iloczynów ocen zaprezentowanych na wykresach 6.10 oraz 6.11 i na tej podstawie dokonywać dalszego wnioskowania. Na wykresie 6.12 przedstawiono tą analizę.



Wykres 6.12. Średnia wartość analiz połączonych dla perspektywy rynku zbytu
Źródło: Opracowanie własne

Na wykresie 6.12 oprócz średnich iloczynów ocen zaznaczono również granicę klasyfikacji, którą ustalono na poziomie średniego iloczynu o wartości 12,5 (połowa rozpiętości skali 0-25). Granica kwalifikacji ma za zadanie przedstawić te charakterystyki, które otrzymały ocenę powyżej wartości średniej. Średnią ocenę powyżej 12,5 otrzymały: wpływ działań marketingowych na wielkość sprzedaży, trafność prognozowania popytu, wahania losowe popytu, sezonowość popytu, trend popytu oraz oczekiwanie określonego poziomu obsługi klienta.

W perspektywie rynku zaopatrzenia sytuacja jest znacznie bardziej klarowna. Najwyższą ocenę w obu analizach otrzymał potencjał dostawcy (patrz wykresy 6.10 oraz 6.11)

6.4. Wnioski z badań własnych

Celem przeprowadzonych badań własnych było zebranie możliwie jak najwięcej informacji, które mogłyby posłużyć do opracowania modelu badawczego wpływu integracji procesów planowania na efektywność przepływu materiałowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym w zróżnicowanych warunkach otoczenia. Informacje te zgodnie z założeniami autora pracy miały pełnić dwojaką rolę:

- weryfikacji zebranej wiedzy literaturowej (analiza źródeł wtórnych);

- uzupełnienie luk w wiedzy, zidentyfikowanych w trakcie analizy literatury przedmiotu (analiza źródeł pierwotnych).

Badania pilotażowe służyły potwierdzeniu zasadności podjęcia wyróżnionego tematu badań. Cele pozostałych badań nakierowane były na wydzielone obszary opracowywanego modelu badawczego.

Zdaniem autora pracy w badaniu struktur procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych udało się potwierdzić istotność problematyki poruszanej w opracowaniach naukowych. Tym samym ugruntowano podstawy struktury opracowywanego modelu integracji procesów planowania:

- rekomendowanie do wielkości przedsiębiorstwa – z uwagi na wnioski płynące z analizy wyników badania ankietowego należy stwierdzić, że najdogodniejsze warunki dla wdrożenia do praktyki gospodarczej opracowywanego modelu istnieją w przedsiębiorstwach dużych;
- typ strategii produkcyjnej – MTS to popularna strategia produkcyjna, która wymaga najbardziej skomplikowanej struktury procesów planowania. W połączeniu z wnioskami płynącymi z części teoretycznej daje najszersze pole badawcze dla opracowywanego rozwiązania;
- typy planów – zestawiając ze sobą wyniki przedstawione na wykresie 6.3 (dla przedsiębiorstw dużych) oraz w tabeli 6.1[48] (dla strategii MTS) w strukturze opracowywanego modelu uwzględnione powinny zostać plany: finansowy, produkcji, sprzedaży, zaopatrzenia, marketingu, zasobów (plany te najczęściej występują w przedsiębiorstwach dużych realizujących strategię MTS);
- charakterystyka procesu planowania – w modelu uwzględniona powinna zostać koordynacja planów, czyli możliwość wzajemnego wpływania na siebie przez różne typy planów, samo sproceduryzowanie nie jest zabiegiem wystarczającym;
- miary wyników – z uwagi na typowe problemy przedsiębiorstw zauważa się istotność pomiaru: terminowości realizacji zamówień klientów, wielkości zapasu i wynikających z niego kosztów utrzymania i uzupełninia oraz ogólnego poziomu.

Powyższe wnioski oprócz zidentyfikowanych w badaniach literaturowych wytycznych oraz określonego problemu badawczego zostaną uwzględnione na etapie tworzenia struktury modelu badawczego[49] oraz modelu symulacyjnego[50].

[48] Oba przedstawiono w rozdziale 6.2.2.
[49] Przedstawiony w rozdziale 7.3.
[50] Przedstawiony w rozdziale 7.5.

Wyniki badania elementów otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych posłużą jako jedna z wytycznych do modelowania tego zjawiska w opracowywanym rozwiązaniu. Zgodnie z nimi zdaniem ekspertów w modelu powinny zostać odzwierciedlone elementy otoczenia bliskiego związane z perspektywą rynku zbytu (klienta) oraz rynku zaopatrzenia (dostawcy i kooperanci). Odwołując się do uszczegółowienia tego zagadnienia w etapie drugim badania ci sami eksperci wskazywali na charakterystyki poszczególnych elementów odzwierciedlające ich wpływ na przedsiębiorstwo przemysłowe. Stosując analizę łączoną istotności poszczególnych charakterystyk oraz możliwości wpływania i reagowania na nie przez pojedynczy podmiot gospodarczy najwyżej sklasyfikowane (a tym samym rekomendowane do odzwierciedlenia w modelu) w perspektywie rynku zbytu zostały:

- wpływ działań marketingowych na wielkość sprzedaży;
- trafność prognozowania popytu;
- wahania losowe popytu;
- sezonowość popytu;
- trend popytu;
- oczekiwanie określonego poziomu obsługi klienta.

Dla perspektywy rynku zaopatrzenia zdecydowano o odzwierciedleniu w modelu tylko jednej charakterystyki (o najwyższej ocenie łączonej) – potencjału dostawcy. Decyzja ta podyktowana była otrzymaniem przez charakterystyki rynku zaopatrzenia niższych średnich ocen istotności niż w przypadku rynku zbytu.

7. Model badawczy

7.1. Założenia ogólne

7.1.1. Podstawy modelu

Weryfikacja postawionej hipotezy badawczej zrealizowana została w oparciu o analizę wyników symulacji przeprowadzonych w ramach modelu planowania zintegrowanego w przedsiębiorstwie produkcyjnym. W pracy skupiono się na planowaniu na poziomie taktycznym[51]. Jest to poziom, który umożliwia dostosowywanie się do zmieniających się warunków otoczenia (częściowe powiązanie z poziomem strategicznym) przy jednoczesnym wykonywaniu analiz ilościowych (połączenie z działaniami operacyjnymi). Wymienione cechy w kontekście analiz zestawiających integrację procesów planowania ze zmiennymi warunkami otoczenia wydają się decydować o wyborze poziomu taktycznego.

Uszczegóławiając informacje zawarte w metodyce realizacji pracy[52], w niniejszym rozdziale zaprezentowane zostanie wykorzystanie poszczególnych metod badawczych w wydzielonych obszarach modelu. Podstawowym zagadnieniem, uwzględnianym w modelu jest integracja procesów planowania. Autor pracy rozpatruje to pojęcie w dwóch ujęciach:

- strukturalnym – rodzaje planów, jakie są integrowane, czyli ograniczenia jakich planów są uwzględniane przy tworzeniu planu zintegrowanego na poziomie taktycznym;
- procesowym – ciąg czynności oraz decyzji, jakie mają miejsce w celu opracowania zintegrowanego planu na poziomie taktycznym.

W sferze koncepcyjnej dotyczącej integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym wykorzystany został proces SOP[53]. W ujęciu strukturalnym został on wsparty przez badania własne przeprowadzone na próbie 149 przedsiębiorstw[54]. Ujęcie procesowe integracji procesów planowania stanowi autorskie rozwiązanie bazujące na procesie SOP.

Model planowania zintegrowanego w przedsiębiorstwie produkcyjnym opracowano w dwóch ujęciach (analogicznie jak w przypadku sfery koncepcyjnej integracji):

- strukturalnym – w ramach którego wydzielono modele niższego stopnia złożoności:

[51] Opis charakterystyki planowania na poziomie taktycznym wraz z wyjaśnieniem dlaczego ten poziom poddany zostanie szczegółowej analizie zamieszczono w rozdziale 2.1.3.
[52] Metodyka pracy opisana został w rozdziale 1.4.
[53] Proces SOP opisano bliżej w rozdziale 2.3.
[54] Wyniki badań własnych na temat struktur procesów planowania przedstawiono w rozdziale 6.2.

- planowania – w opracowaniu, którego posłużono się architekturą organizacji zgodną z modelem GRAI[55];
- przepływu materiałowego – wzorowanego na modelu SCOR[56];

- procesowym – dla tych modeli niższego stopnia złożoności:
  - planowania – realizowanym zgodnie z procesem SOP[57] i doskonalenie go przy użyciu zmodyfikowanej metody prognostycznej[58];
  - przepływu materiałowego – opartego o model SCOR.

Drugim aspektem uwzględnianym w opracowywanym modelu jest otoczenie przedsiębiorstwa produkcyjnego. Zostało ono zamodelowane zgodnie z wytycznymi płynącymi z wniosków przeprowadzonego badania opinii ekspertów[59].

Klasyfikacja planów prowadzona jest w modelu według kryterium efektywności przepływu materiałowego (inicjowanego tym planem). Efektywność mierzona jest zgodnie z przyjętym w pracy założeniem[60] za pomocą składowych skuteczności i sprawności działania. Obu składowym zgodnie z metodą wskaźnikową pomiaru efektywności ekonomicznej przypisane zostały konkretne wskaźniki[61].

Zgodnie z założeniami pracy badanie przeprowadzone zostało dla warunków strategii produkcyjnej MTS. Założenie to uzupełniono szeregiem kolejnych:

- priorytetem jest osiągnięcie maksymalnego poziomu obsługi klienta – cel przedsiębiorstwa – odnoszona jest do niego skuteczność działania przedsiębiorstwa;
- decydującą rolę przypisuje się planowi sprzedaży;
- marża sprzedaży jest dodatnia;
- popyt ma charakter losowy zgodny z rozkładem normalnym o założonych parametrach (znanych);
- każdy klient traktowany jest z równym priorytetem.

W kolejnych rozdziałach zaprezentowany zostanie model teoretyczny oraz jego implementacja w oprogramowaniu symulacyjnym.

[55] Opis modelu GRAI przedstawiono w rozdziale 7.1.2.
[56] Model SCOR przedstawiono w rozdziale 7.1.3.
[57] Proces SOP opisany szerzej w rozdziale 2.3.
[58] Metoda opisana bliżej w rozdziale 3.4.
[59] Wyniki badania elementów otoczenie przedsiębiorstwa produkcyjnego przedstawiono w rozdziale 6.3.
[60] Opisane szerzej w rozdziale 4.1.
[61] Wybór wskaźników opisany w rozdziale 7.1.4.

7.1.2. Architektura referencyjna modelu

W rozdziale 5.2 przedstawiono charakterystykę wybranych architektur referencyjnych oraz analizę ich dopasowania do potrzeb opracowywanego w ramach badań modelu. Z tabeli 5.2 (podsumowującej tą analizę) wynika, że jedynie model GRAI spełnia kryteria wyboru na każdym z trzech etapów analizy. Zostanie on zatem wykorzystany do modelowania struktury[62] procesów planowania na poziomie taktycznym. Dodatkowym atutem modelu GRAI jest możliwość odwzorowania w nim systemu produkcyjnego (charakterystycznego elementu przedsiębiorstw produkcyjnych, w warunkach których realizowane są cele pracy). System produkcyjny w modelu GRAI dzielony jest na trzy części [Pawlewski 2011, s.52]:

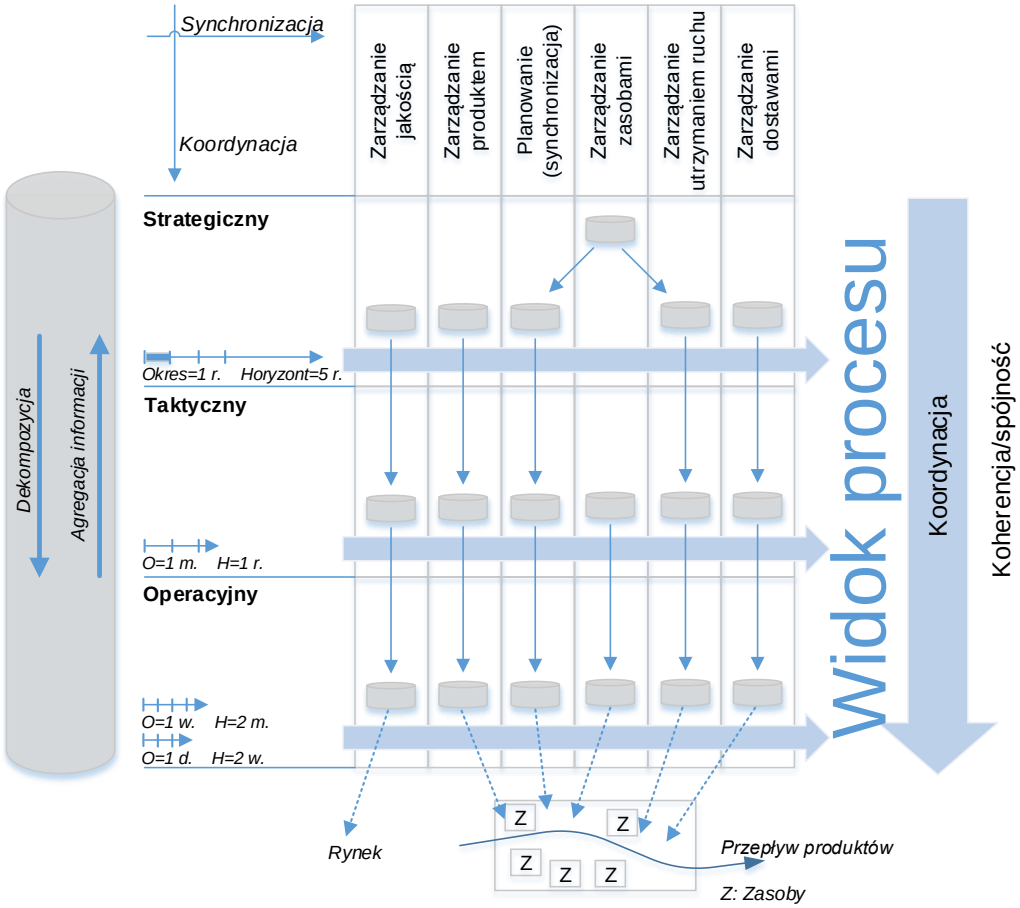
- system fizyczny – składających się z podsystemów (m.in.: ludzkie, surowce, materiały) pozwalających na wytwarzanie wartość dodaną w ramach przepływu materiałowego;
- system informacyjny – będący powiązaniem pomiędzy systemem fizycznym a systemem decyzyjnym;
- system decyzyjny – umożliwiający kontrolę i sterowania systemem fizycznym.

W modelu GRAI system decyzyjny ma strukturę odpowiadającą poziomom planowania zdefiniowanym w rozdziale 2.1.2. Została ona odzwierciedlona na osi pionowej modelu. Na osi poziomej modelu odzwierciedlono funkcje przedsiębiorstwa. W modelu ogólnym dla przedsiębiorstwa wyróżniono sześć podstawowych funkcji [Pawlewski 2011, s.55]:

- zarządzanie sprzedażą;
- zarządzanie projektem;
- zarządzanie inżynierią;
- zarządzanie wytwarzaniem;
- zarządzanie montażem;
- zarządzanie zaopatrzeniem.

Zdaniem P. Pawlewskiego [Pawlewski 2011, s.56] model został opracowany po to, aby ułatwić integrację pomiędzy poziomami decyzji i funkcjami. Na każdym poziomie wymagana jest synchronizacja dostępności produktu i zasobów w celu poprawy efektywności realizowanych procesów. Stąd też w perspektywie funkcji najistotniejsze są: zarządzanie produktem, planowanie i zarządzanie zasobami. Ogólny model GRAI dla każdej funkcji został przedstawiony na rysunku 7.1.

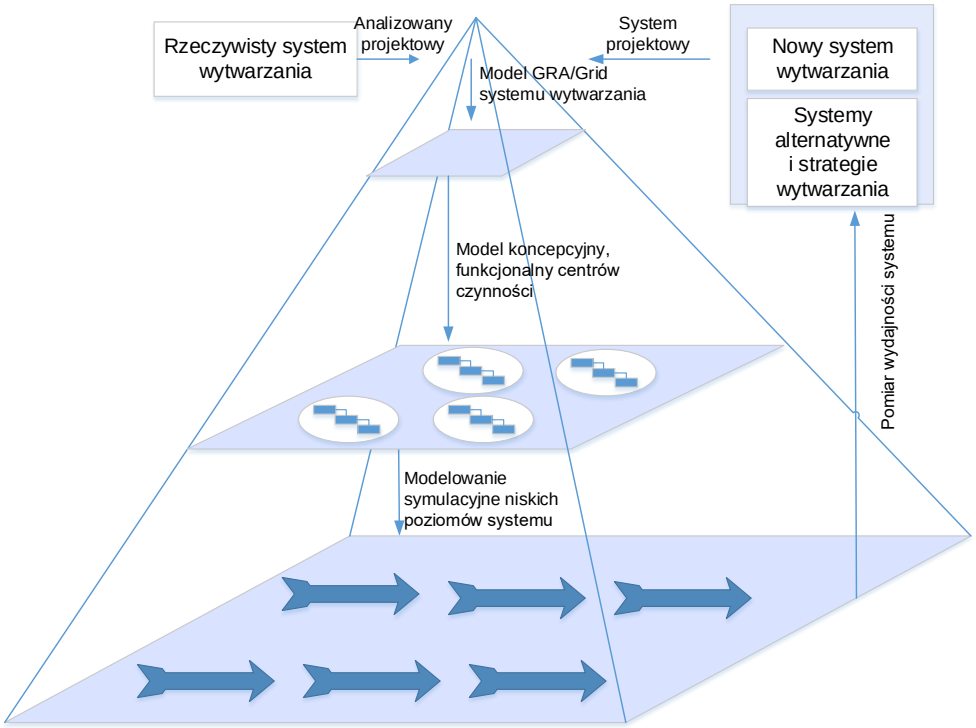
[62] Porównaj z zaproponowanymi w rozdziale 7.3 ujęciami modelu.



Rysunek 7.1. Ogólny model GRAI do sterowania każdej funkcji
Źródło: [Pawlewski 2011, s.56 za: Doumeingts et al. 2000]

Zaprezentowany na rysunku 7.1 model pozwala na określenie horyzontów planistycznych na poszczególnych poziomach co umożliwia w dalszej kolejności określenie zakresu synchronizacji planów (z uwagi na wcześniejsze ustalenia – planów taktycznych). Plany na poziomie taktycznym w wyniku dekompozycji dla poszczególnych funkcji i okresów czasu koordynują przepływ na poziomie operacyjnym. Przytoczone charakterystyki zostaną wykorzystane w ujęciu strukturalnym opracowywanego modelu integracji procesów planowania.

Odwołując się do narzędzi wykorzystywanych w doskonaleniu przedsiębiorstwa (poprzez doskonalenie realizowanych w nim procesów) należy zwrócić uwagę na ogólną strukturę macierzy GRAI-Grid. Opisuje ona sposób dekompozycji modelu GRAI dla każdej funkcji. Strukturę tą przedstawiono na rysunku 7.2.



Rysunek 7.2. Ogólna struktura modelu macierzy GRAI-Grid nastawiona na funkcje
Źródło: [Pawlewski 2011, s.57 za: Al.-Ahmari, Ridgway 1999]

Zaprezentowany na rysunku 7.2 sposób dekompozycji pozwala określić nie tylko w jaki sposób przekazywane są cele na niższe poziomy decyzyjne ale również zapoznać się z drogą doskonalenia przedsiębiorstwa. Dekompozycja w modelu GRAI jest realizowana dla funkcji. Procesy na najniższym poziomie systemu są jedynie realizatorami funkcji. Ale to one odpowiadają za rzeczywistą jego efektywność. Zdefiniowane w centrach decyzyjnych cele cedowane są do poziomu przepływu materiałowego, na którym wykorzystuje się metody symulacji w celu sklasyfikowania kolejnych alternatywnych rozwiązań w zakresie podejmowanych decyzji.

7.1.3. Model SCOR

Model SCOR jest najlepiej dopasowanym do potrzeb tej pracy modelem łańcucha dostaw[63]. Opracowała go organizacja Supply Chain Council jako model referencyjny łańcucha dostaw [SCC 2010b, s.4]. Wykorzystanie logiki modelu SCOR, umożliwia obrazowanie relacji pomiędzy uczestnikami łańcucha logistycznego w rozmaitym przekroju

[63] Analizę dopasowania modeli łańcuchów dostaw do potrzeb tej pracy zaprezentowano w rozdziale 3.3.

(duża użyteczność rozwiązania). Model SCOR opiera się o pięć głównych elementów [SCC 2010b, s.6]:

- planowanie (plan) – w szczególności bilansowanie zadań ze zdolnościami, zarządzanie przepływem materiałów, planowanie przychodów, zbieranie i analiza danych;
- zaopatrzenie (source) – zamawianie, harmonogramowanie i odbiór towarów oraz usług; obejmuje generowanie zamówień, planowanie dostaw, odbioru, walidację transportu i magazynowania oraz akceptację faktur od dostawców;
- produkcja (make) – konwersja materiałów lub tworzenie treści usług; koncentruje się raczej na konwersji materiałów, a nie na produkcji lub wytwarzaniu, ponieważ make reprezentuje wszystkie typy konwersji materiału: montaż, przetwórstwo chemiczne, konserwacje, naprawy, remonty, recykling, regeneracje oraz inne procesy konwersji materiału;
- dystrybucja (deliver) – magazynowanie wyrobów gotowych, przyjmowanie, sprawdzanie poprawności, tworzenie zamówień klienta, wybór środków transportu, załadunek środków transportu, instalowanie wyrobów gotowych, fakturowanie klientów;
- zwroty (return) – przyjmowanie reklamowanych produktów, identyfikacja przyczyn awarii.

Każdy z wyżej wymienionych elementów może być wykonywany w jednym z trzech wariantów w zależności od podejmowanych reakcji na wystąpienie zamówienia klienta. Te trzy warianty przedstawiają się następująco [SCC 2008a, s.17]:

- produkcja na magazyn (MTS) – wyroby przechowywane są w magazynie wyrobów gotowych, klient składający zamówienie jest obsługiwany ze stanu magazynowego;
- produkcja na zamówienie (MTO) – producent posiada tylko i wyłącznie surowce/części/zespoły/półprodukty, po otrzymaniu zamówienia sprzedaży uruchamiany jest proces produkcyjny;
- projektowanie na zamówienie (ETO) – w momencie złożenia zamówienia przez klienta brak jest fizycznych surowców/części/zespołów/półproduktów, wyrób jest projektowany i następnie realizowane są procesy zaopatrzenia i produkcji.

Na rysunku 7.3 przedstawiono zależności pomiędzy elementami modelu SCOR oraz ich występowanie w ramach poszczególnych organizacji współdziałających w łańcuchu dostaw.



Rysunek 7.3. Elementy modelu SCOR
Źródło: [SCC 2010b, s.6]

Nawiązując do elementów modelu SCOR w ramach poszczególnych organizacji zaprezentowanych na rysunku 7.3 należy wskazać, że model SCOR charakteryzuje się skalowalnością. Oznacza to, że jego elementy nie muszą być traktowane jako obszary funkcjonalne w organizacji. Wyszczególnienie elementów może mieć miejsce na niższym poziomie np. w wybranym obszarze funkcjonalnym – produkcji lub pojedynczym stanowisku roboczym. Uniwersalność elementów modelu daje możliwość identyfikacji poszczególnych typów na dowolnie wybranym poziomie ogólności. Charakterystyka ta doskonale nadaje się do modelowania struktur łańcuchów dostaw zarówno zewnętrznych jak i wewnętrznych.

Z uwagi na szczegółowe zainteresowanie procesami planowania w tej pracy ich ujęcie w modelu SCOR zostanie szerzej opisane. Celem procesu planowania według modelu SCOR jest określenie sposobu realizacji procesów oraz działań korygujących pozwalających na ociągnięcie celów łańcucha dostaw. Szczegółowe zadania planowania to [SCC 2008b, s.32]:

- planowanie przychodów łańcucha dostaw, prognozowanie;
- planowanie potrzeb materiałowych;
- planowanie obciążenia zasobów;
- planowanie utrzymania ruchu;
- planowanie potrzeb dystrybucji;
- zarządzanie parametrami planistycznymi.

Zestawiając szczegółowe zadania planowania z wariantami procesów zaprezentowanymi we wcześniejszej części rozdziału można określić zadania planowania w poszczególnych wariantach [SCC 2008b, s.33]:

- planowanie łańcucha dostaw – planowanie celów całego łańcucha dostaw, koordynacja planów zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji i zwrotów;
- planowanie zaopatrzenia – planowanie zamówień oraz dostaw materiałów. W tym procesie obliczane jest zapotrzebowanie materiałowe w ujęciu jakościowym, ilościowym oraz terminowym tak, aby wspierało plany produkcji oraz dostaw;
- planowanie produkcji – planowanie produkcji, napraw, utrzymania ruchu. Zadaniem planowania na tym etapie jest zapewnienie wystarczających zasobów do zrealizowania zleceń produkcyjnych;
- planowanie dystrybucji – zarządzanie zamówieniami, przemieszczaniem materiałów oraz transportem. Zadaniem planowania na tym etapie jest zapewnienie wymaganych zasobów do realizacji dostaw na wymagany termin w oparciu o dostępne materiały;
- planowanie przepływów zwrotnych – planowanie obciążenia zasobów biorących udział w przepływie zwrotnym. Nie uwzględnia takich działań jak planowanie utrzymania ruchu, napraw itp. – działania te są realizowane w ramach planowania produkcji.

Kolejnym wymiarem analizy łańcucha dostaw w modelu SCOR jest poziom opisu procesu [SCC 2008b, s.10]:

- poziom najwyższy (top level) – na tym poziomie definiowany jest zakres modelu SCOR, ustalane są cele dotyczące budowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa;
- poziom konfiguracji (configuration level) – na poziomie drugim wybierane są sposoby realizacji zamówień klientów;
- poziom elementów procesu (process element level) – na poziomie trzecim określana jest zdolność przedsiębiorstwa do konkurowania na rynku, określane są elementy procesów, wejścia oraz wyjścia z procesu, mierniki procesu oraz dobre praktyki dotyczące jego realizacji.

Model SCOR może być zdaniem S. Cohena i J. Roussela [Cohen, Roussel 2004, s.67] traktowany również jako model dojrzałości łańcucha dostaw. Zbudowany jest on wówczas z 4 poziomów:

- poziom 1 – Integracji funkcjonalnej – ustalane są cele dla poszczególnych obszarów funkcjonalnych w przedsiębiorstwie;

- poziom 2 - Integracji wewnętrznej – cele ustalane są dla całego przedsiębiorstwa, w optymalizacji szuka się najlepszych rozwiązań wynikających z potrzeb klientów oraz dostępnych zasobów;
- poziom 3 - Integracji zewnętrznej – cele ustalane są nie tylko dla jednej organizacji ale również dla współpracujących z nią podmiotów;
- poziom 4 - Współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami – współdzielenie strategii, ryzyka, szans rynkowych;

W kontekście niniejszej pracy łańcuch dostaw będzie rozpatrywany na drugim poziomie dojrzałości według modelu SCOR. Działania integrujące i koordynujące planowanie będą dotyczyły łańcucha wewnętrznego. Doskonalenie procesów[64] zgodnie z modelem SCOR może mieć pozytywny wpływ na efektywność łańcucha dostaw. Spostrzeżenie to jest prawdziwe również dla zależności pomiędzy procesami planowania a efektywnością innych elementów modelu SCOR takich jak zaopatrzenie, produkcja i dystrybucja [Honggeng, Zhou et al. 2011, s.341]. Przedstawiony opis modelu SCOR w potwierdza, że znajduje on swoje zastosowanie w części badawczej pracy. Dzięki swojej strukturze daje możliwość zarówno przedstawienia jak i analizy planowania w wielu perspektywach a dzięki skalowalności można go zastosować do dowolnego wycinka łańcucha dostaw (również łańcucha wewnętrznego).

7.1.4. Wybrane mierniki efektywności

Zgodnie z przyjętym w pracy ujęciem efektywności będzie ona rozumiana przez pryzmat efektywności ekonomicznej, jako suma dwóch czynników: sprawności działania oraz skuteczności działania[65]. Efektywność przepływu materiałowego zmierzona zostanie za pomocą metody wskaźnikowej[66]. Przy wyborze konkretnych wskaźników posłużono się przeglądem literatury z tego zakresu a w szczególności rozwiązaniami przedstawionymi w modelu SCOR[67] (służącemu do modelowania przepływu materiałowego). Na potrzeby tworzonego modelu przyjęto następujące wskaźniki, jako odzwierciedlenie składowych efektywności:

[64] Więcej na ten temat w rozdziale 4.1.
[65] Więcej na ten temat w rozdziale 4.2.
[66] Wybór metody wskaźnikowej został przedstawiony w rozdziale 4.2.
[67] Przegląd wskaźników efektywności zaprezentowano w rozdziale 4.2; [bliżej na temat modelu SCOR w rozdziale 7.1.3.

- skuteczności działania – niezawodność (poziom obsługi klienta) – perfect order (OTIF) – odzwierciedlenie efektywności w wymiarze operacyjnym;
- sprawności działania – rentowność sprzedaży – odzwierciedlenie efektywności w wymiarze finansowym[68].

Pierwszym z wybranych mierników efektywności jest niezawodność. Zdaniem T. Nowakowskiego [Nowakowski 2011, s.79-80] niezawodność systemu logistycznego może zostać odniesiona do: niezawodności procesu produkcyjnego, niezawodności procesu transportowego i niezawodności infrastruktury logistycznej. Ukierunkowując się w stronę odbiorcy finalnego D. Kempny [Kempny 2001, s.23] zauważa, że niezawodność w odniesieniu do dostawy obejmuje prawidłową realizację (dokładność, kompletność) i terminowość dostaw, jak również utrzymanie na określonym, względnie niskim poziomie strat, ubytków i pomyłek. Zamówienie zrealizowane perfekcyjnie powinno być dostarczone kompletnie, punktualnie (w wyznaczonym dniu i godzinie), w idealnym stanie bez uszkodzeń, z kompletną i dokładną dokumentacją i we właściwe miejsce. Oznacza to, że każdy z wymienionych elementów musi odpowiadać wymogom klienta dokładnie tak, jak z nim zostało to uzgodnione [Kempny 2008, s.84-85]. Przykładem zastosowania syntetycznego wskaźnika określającego „perfekcyjną realizację zamówienia" (perfect order), w praktyce gospodarczej jest wskaźnik OTIF (On-time, In-full, Error-free) [Nowakowski 2011, s.116-117]:

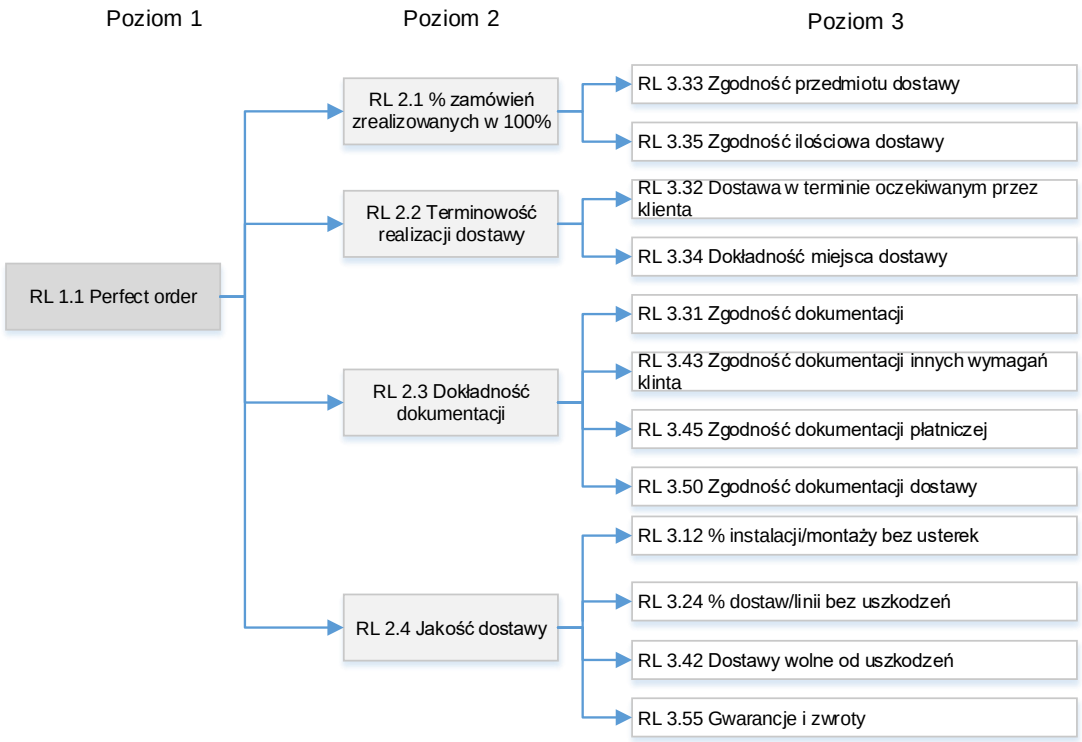
$$OTIF = P_{o-t} \cdot P_{i-f} \cdot P_{e-f} \qquad [7.1]$$

gdzie:

- Po-t – prawdopodobieństwo dostarczenia dostawy na czas;
- Pi-f – prawdopodobieństwo dostarczenia kompletnej dostawy;
- Pe-f – prawdopodobieństwo dostarczenia dostawy pozbawionej wad.

Zbliżone podejście do definicji niezawodności przedstawiono również w modelu SCOR. Na rysunku 7.4 zaprezentowano składowe wskaźnika perfect order na wszystkich poziomach szczegółowości. Z uwagi na charakterystykę tego wskaźnika zależności pomiędzy poziomami są zależnościami multiplikatywnymi.

[68] Więcej o wymiarach efektywności w rozdziale 4.1.



Rysunek 7.4. Dezagregacja wskaźników atrybutu niezawodność

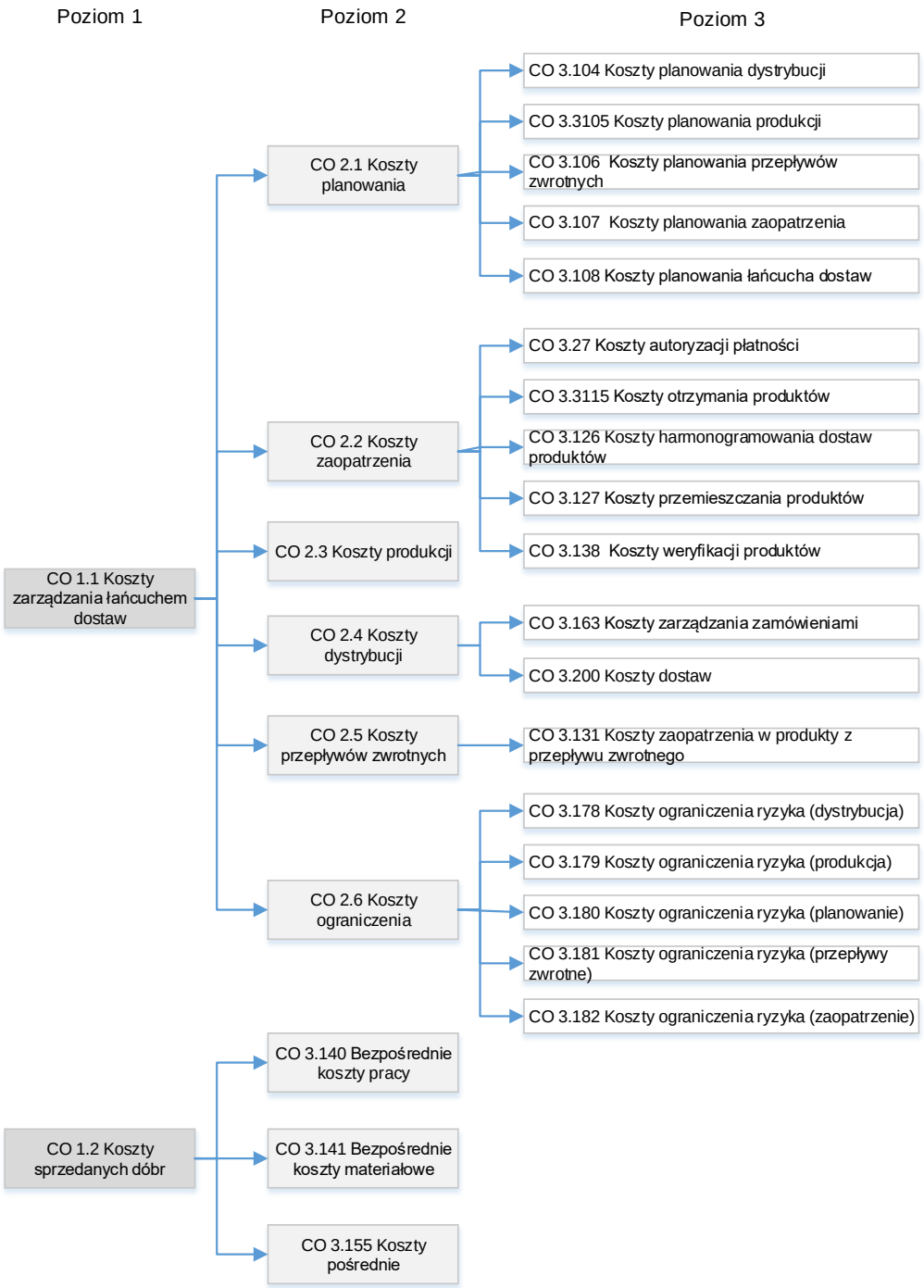
Źródło: [SCC 2010c, s.64]

Konkludując powyższe rozważania na temat niezawodności należy stwierdzić, że obrazuje ona zaangażowanie dostawców lub sprzedawców w dotrzymanie ustalonych harmonogramem terminów. Tym samym może być ona utożsamiana z jakością w logistyce [Coyle et al. 2002, s. 677-678].

Drugim z wybranych wskaźników efektywności jest koszt realizacji działalności operacyjnej. Należy jednak zauważyć, że podejmowanie racjonalnych decyzji w przedsiębiorstwie jest możliwe jedynie przy porównaniu przychodów i kosztów związanych z realizacją poszczególnych przedsięwzięć. Wysokość kosztów, a więc ich udział w kwocie przychodów przedsiębiorstwa decyduje o jego efektywności, bowiem każde zwiększenie kosztów oznacza jednocześnie zmniejszenie dochodu przedsiębiorstwa [Szyszko 2000, s.38-41]. Zatem to zysk stanowiący nadwyżkę przychodów nad kosztami [Begg et al. 2007, s.611] jest bardziej ogólnym i wszechstronnym miernikiem oceny przedsiębiorstwa niż jedynie koszt. Koszty i przychody przedsiębiorstwa kreują jego wynik finansowy. Przekrój kosztów dla celów sprawozdawczych, uwzględnia ich selekcję biorąc pod uwagę charakter działalności i wyróżnia [Gołembska 2009, s.64]:

- koszty podstawowej działalności operacyjnej;
- pozostałe koszty operacyjne;
- koszty finansowe.

W modelu SCOR koszty jako miernik na poziomie strategicznym są dezagregowane na niższych poziomach na składowe zaprezentowane na rysunku 7.5.



Rysunek 7.5. Dezagregacja wskaźników atrybutu koszty

Źródło: [SCC 2010c, s.89]

Zysk to miernik, który nie daje możliwości porównywania pomiędzy podmiotami gospodarczymi. Ujęciem bardziej uniwersalnym są wskaźniki zyskowności do których należą m.in.: wskaźnik rentowności sprzedaży oraz wskaźnik rentowności kapitału [Berliński 2003, s.183]. Wskaźnik rentowności sprzedaży wskazuje jaki procent całkowitych przychodów ze sprzedaży stanowi zysk z tej działalności i oblicza się go zgodnie z formułą [Śliwczyński 2011, s.129]:

$$R_s = \frac{Z_s}{P_s} \qquad [7.2]$$

gdzie:

- Z_s– zysk ze sprzedaży (obliczony na podstawie kosztów stałych i zmiennych);
- P_s – przychody ze sprzedaży.

Przedstawione powyżej wskaźniki posłużyły w modelu do klasyfikowania rozwiązań planistycznych (na podstawie wyników realizowanego zgodnie z opracowanym planem przepływu materiałowego) w określonych warunkach otoczenia przedsiębiorstwa.

7.2.Modelowania zjawisk

7.2.1. Modelowanie integracji procesów planowania

Modelowanie integracji to bardzo rozbudowany obszar tematyczny. Dotychczasowy stan wiedzy na ten temat zaprezentowano w rozdziale 5.1.2. Dokonując syntetycznego podsumowania można stwierdzić, że modelowanie integracji przyjmuje charakterystykę:

- ilościową – opis postulowanych wartości parametrów;
- jakościową – opis struktury systemu lub procesów w nim realizowanych z wyłączeniem wartości liczbowych na korzyść charakterystyki kształtowania się zjawisk;
- mieszaną – zawierającą elementy dwóch powyższych kategorii.

Z uwagi na charakterystykę procesów planowania na poziomie taktycznym (duży stopień ujednolicenia struktury procesów, bardzo niska unifikacja działań prowadzących do opracowania planów w przekroju przedsiębiorstw produkcyjnych) zdecydowano o wykorzystaniu opisu jakościowego do zdefiniowania poziomów integracji. Rozwiązanie to pozwala na dużo pojemniejsze określenie każdego z poziomów co z kolei ułatwia

dokonanie oceny poziomu integracji przez przedsiębiorstwa i dyfuzję efektów prac do gospodarki. Opis ilościowy (standaryzowany dla szerszej grupy przedsiębiorstw) ma często charakter binarny – co paradoksalnie utrudnia dokonanie jednoznacznej oceny w szczególnych warunkach określonego podmiotu gospodarczego (np. trudność w obliczeniu wartości wymaganego wskaźnika).

W pierwszym etapie modelowania określono strukturę planu zintegrowanego czyli typy planów wchodzące w jego skład. Charakterystyki dla każdego z siedmiu typów planów pozwalające określić czy jest on realizowany w ramach planowania zintegrowanego czy też nie przedstawiono w tabeli 7.1.

Tabela 7.1. Porównanie cech charakterystycznych planowania zintegrowanego i planowania niezintegrowanego

Typ planu	Planowanie niezintegrowane	Planowanie zintegrowane
Plan konserwacyjno - remontowy	Plan konserwacyjno-remontowy uwzględniany w postaci szacunkowego obniżenia dostępności zasobów. Obniżenie dostępności dla każdego z okresów planistycznych jest jednakowe i stanowi wartość średnią oszacowaną na podstawie historii.	Przeglądy, konserwacje i naprawy planowane szczegółowo dla kolejnych okresów planistycznych. Obniżenie dostępności maszyn dla kolejnych jednostek planistycznych odzwierciedla przestoje zaplanowane w harmonogramie prac remontowych.
Plan zasobów (produkcyjnych i magazynowych)	Dostępne zasoby na stałym poziomie w czasie, określone jako procent mocy nominalnych, szacowany na podstawie danych historycznych.	Wartości dostępnych zasobów zmienne w czasie: - elastyczność zatrudnienia (ilościowa pracowników i godzinowa) możliwość zwiększenia mocy (zwykle o pracowników sezonowych o niskich kwalifikacjach), - plan inwestycji i wycofania maszyn, - szczytowa przepustowość magazynu we wszystkich jego fazach (lub na „wąskim gardle").
Plan zaopatrzenia	Moce dostawcy traktowane, jako nieograniczone (niebrane pod uwagę w opracowywaniu planu zaopatrzania), ewentualnie szacowane na podstawie historii zamówień. Plan zaopatrzenia wynika z planu produkcji (MRP).	Moce dostawców (maksymalne moce zadeklarowane przez dostawców w kontraktach zaopatrzeniowych) traktowane, jako ograniczenie systemu. Plan zaopatrzenia wynika z planu produkcji oraz długoterminowych planów sprzedaży. W przypadku planowanego okresowego przekroczenia mocy dostawcy budowany jest z wyprzedzeniem zapas towarów zakupowych lub poszukiwane są możliwości zakupienia surowców od dostawców alternatywnych.
Plan sprzedaży	Plan sprzedaży tworzony dla pozycji asortymentowych. Prognozy sprzedaży obarczone większym błędem (większe wartości standardowego błędu prognozy).	Plan tworzony dla grup asortymentowych. Standardowy błąd prognozy sprzedaży dla grupy asortymentowej przyjmuje mniejsze wartości niż w przypadku analizy poszczególnych pozycji asortymentowych.

Typ planu	Planowanie niezintegrowane	Planowanie zintegrowane
Plan marketingu	Plan działań marketingowych nie ma przełożenia na działalność operacyjną łańcucha dostaw.	Plan działań marketingowych uwzględniany w planach przepływu materiałowego (okresowe zwiększenie sprzedaży, wprowadzenie na rynek nowych wyrobów, wycofywanie z rynku wyrobów).
Plan produkcji	Plan produkcji wyrównany lub dostosowawczy.	Mieszany plan produkcji, uwzględniający: ograniczone moce produkcyjne, dostępność surowców oraz plan zasobów (zapasów jakie należy zbudować w celu realizacji planu sprzedaży w warunkach ograniczeń zasobów).
Plan finansowy	Plan finansowy uwzględniający koszty i przychody, powstaje jako wynik planu sprzedaży i działalności operacyjnej.	Plan finansowy traktowany jako ograniczenie planistyczne ze względu na dostępny kapitał (własny lub linię kredytową), uwzględnia nie tylko koszty i przychody ale również przepływ gotówki w czasie (cash flow).

Źródło: Opracowanie własne

Argumentując zasadność podanych w tabeli 7.1 charakterystyk, dokonano analizy zalet integracji procesów planowania dla każdego z siedmiu typów planów. W tabeli 7.2 przedstawiono zestawienie korzyści wynikających z integracji procesów planowania dla każdego typu planu.

Tabela 7.2. Zalety wynikające z planowania zintegrowanego

Typ planu	Zalety planowania zinterowanego
Plan konserwacyjno - remontowy	Odzwierciedlenie aktualnego planu remontów dla kolejnych miesięcy pozwala na bardziej precyzyjne określenie dostępnych zasobów dla kolejnych okresów planistycznych.
Plan zasobów (produkcyjnych i magazynowych)	Dane na temat mocy produkcyjnych oraz powierzchni w magazynie odpowiadają aktualnym dostępnym wartościom. W porównaniu z rozwiązaniem, w którym zasoby określane są na stałym poziomie w czasie (średnia obliczona na podstawie danych historycznych) wyeliminowano dla kolejnych okresów planistycznych ryzyko przeszacowania mocy (i w konsekwencji niezrealizowania zaplanowanych zadań) oraz ich niedoszacowania (utraty mocy i przestojów wynikających z braku zadań produkcyjnych).
Plan zaopatrzenia	Uwzględnienie mocy dostawcy (możliwości dostarczenia ograniczonej ilości surowców w określonym przedziale czasu) daje możliwość zgromadzenia zapasu sezonowego, który pozwoli na zagwarantowanie wymaganej ilości surowca w okresach o zwiększonym zapotrzebowaniu. W przeciwnym razie konieczne byłoby zamawianie dostaw awaryjnych od innych dostawców lub niezrealizowanie potrzeb klientów.
Plan sprzedaży	Prognozowanie sprzedaży dla grupy asortymentowej pozwala precyzyjniej określić przyszłe potrzeby niż w przypadku dezagregacji na poszczególne pozycje sprzedażowe. Mniejsze błędy prognoz dają możliwość zmniejszenia zapasu zabezpieczającego co obniża koszty całkowite działalności logistycznej.

Typ planu	Zalety planowania zinterowanego
Plan marketingu	Jego funkcjonowanie i włącznie jego rezultatów do planu sprzedaży pozwala na zaplanowanie produkcji oraz pozostałych obszarów działalności operacyjnej i podnosi prawdopodobieństwo realizacji zwiększonego zapotrzebowania.
Plan produkcji	Mieszany plan produkcji pozwala na realizację planu sprzedaży w bieżącym okresie planistycznym oraz budowę buforów zapasów wyrobów gotowych dla kolejnych okresów w przypadku wystąpienia niedoborów zasobów. Dzięki takiemu rozwiązaniu kompensowane są niedopasowania dostępnych zasobów do zadań sprzedażowych. Maleje ryzyko utraty sprzedaży i związanych z nią korzyści.
Plan finansowy	Uwzględnianie w procesach planowania ograniczeń związanych z dostępem do kapitału pozwala na zmniejszenie ryzyka niedoborów gotówki w trakcie realizacji działalności operacyjnej. Brak dostępu do gotówki jest jedną z najczęstszych przyczyn bankructwa przedsiębiorstw. Obliczanie dostępnego poziomu gotówki zgodnie z metodą cash flow pozwala na precyzyjniejsze (uwzględniające czasy spływu gotówki oraz realizacji należności) określenie ilości dostępnych środków pieniężnych w kasie. Efektu takiego nie można uzyskać dokonując jedynie kalkulacji zysku (na podstawie planowanego przychodu oraz planowanego poziomu kosztów).

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione w tabeli 7.2 korzyści wynikające z integracji procesów planowania dotyczą nie tylko każdego z typów planów z osobna, ale przede wszystkim całego systemu planowania. Zgodnie z popularnym stwierdzeniem w naukach o zarządzaniu mówiącym o tym, że system to więcej niż suma jego części, oczekuje się w ramach integracji pomiędzy poszczególnymi typami planów efektów przekraczających prostą sumę wymienionych korzyści. Zjawisko to nazywane synergią jest powszechnie opisywane w literaturze związanej z zarządzeniem i logistyką [Mańkowski 2009, s.228; Miklińska 2011, s.1906; Kowalska-Jonek 2005, s.182; Blaik 2007, s.67].

W drugim etapie modelowania zdefiniowano zależności pomiędzy poszczególnymi typami planów tworząc z nich system o określonych elementach oraz relacjach. Z uwagi na mnogość możliwych wariantów zdecydowano o podziale tych zależności na skończoną liczbę grup. Jako wzorzec tak ustrukturyzowanego opisu jakościowego wykorzystano czterostopniową skalę oceny wdrożenia systemów MRPII przedstawioną przez Oliviera Wighta [Wight 1993, s.103].

Na każdym z czterech wyróżnionych poziomów opisano zależności jakie powinny zachodzić pomiędzy poszczególnymi planami aby mianować je zintegrowanymi na określonym poziomie. Opisy szczegółowe każdego z poziomów integracji procesów planowania przedstawiono w tabeli 7.3.

Tabela 7.3. Poziomy integracji procesów planowania

Poziom integracji	Charakterystyka działania
D	Brak integracji procesów planowania, plan produkcji opracowywany dostosowawczo do planu sprzedaży, dostępne zasoby określone na stałym poziomie w czasie na podstawie normatywów określonych w przeszłości, brak uwzględnienia planu finansowego, brak uwzględnienia działań marketingowych w planie
C	Wdrożone procedury korygujące w obszarze planowania sprzedaży i produkcji oraz produkcji i zaopatrzenia, których celem jest dobór najwłaściwszego rozwiązania realizacji zgłoszonego planu sprzedaży pod względem planowanego zysku i rentowności sprzedaży poprzez symulację planu finansowego, dostępne zasoby określone na stałym poziomie w czasie na podstawie normatywów określonych w przeszłości, brak uwzględnienia działań marketingowych w planie
B	Działania korygujące jak na poziomie C wraz z planowaniem finansowym dostępne zasoby określone na podstawie rzeczywistych danych o remontach i/lub rozbudowanie zasobów w wyniku prowadzonych działań inwestycyjnych, brak uwzględnienia działań marketingowych w planie
A	Wszystkie działania prowadzone jak na poziomie B z wykluczeniem planu marketingu, na poziomie A integracji plan marketingu powstaje w oparciu o rzeczywiste dane (planowane kampanie promocyjne, rozszerzenie lub zwężenie rynków zbytu, portfolia produktów itp.) i jest włączony do struktury procesów planowania przez co ma wpływ na plan tworzony przepływu materiałowego

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione w powyżej tabeli opisy klas integracji procesów planowania można dodatkowo opisać za pomocą zasięgu łańcucha dostaw jaki obejmują poszczególne działania. Na poziomie D działania integrujące nie funkcjonują. Tworzony jest plan dostosowawczy produkcji z uwzględnieniem wiodącej roli sprzedaży. Parytet planu sprzedaży stanowi jedno z kluczowych założeń tworzonego modelu procesów planowania. O ile to możliwe podmiot, w którym tworzony jest plan stara się zrealizować przedstawiony plan sprzedaży (zakłada się dodatnią marżę sprzedaży). Założenie to jest prawdziwe dla wszystkich poziomów integracji. Różnice dostrzegane są jednak w koszcie jakie może ponieść przedsiębiorstwo aby zrealizować to założenie. Poziomy C i B to wdrożenie rozwiązań racjonalizujących o zasięgu wewnętrznym dotyczących ogniwa, w którym tworzony jest plan. Procedury mają na celu poszukanie najlepszego rozwiązania realizacji planu sprzedaży pod względem planowanego zysku i rentowności sprzedaży przedsiębiorstwa. Poziom integracji A to rozszerzenie zakresu działań integrujących o partnerów z łańcucha dostaw ze szczególnym uwzględnieniem tych znajdujących się w dolnej jego części. Współpraca z ogniwami znajdującymi się bliżej rynku pozwala na identyfikację sytuacji zwiększających lub zmniejszających sprzedaż przy jednoczesnym zmniejszeniu błędów prognoz.

Podsumowując obszar modelowania integracji procesów planowania należy uwypuklić jego dwuetapową strukturę. Pierwszy stopień stanowi zdefiniowanie typów planów (na poziomie taktycznym) jakie funkcjonować będą w modelu oraz opis ich charakterystyk w ramach planowania niezintegrowanego oraz zintegrowanego. Drugi stopień to zdefiniowanie zależności pomiędzy typami planów oraz pogrupowanie ich w cztery poziomy integracji.

7.2.2. Modelowanie elementów otoczenia

Drugim istotnym z punktu widzenia celu głównego pracy aspektem koncepcyjnym jest modelowanie elementów otoczenia. Działanie to polega na uproszczeniu opisu zjawisk zewnętrznych w taki sposób, aby możliwe było ich odzwierciedlenie w środowisku symulacyjnym przy jednoczesnym zachowaniu ich rzeczywistego wpływu na funkcjonowanie przedsiębiorstwa produkcyjnego. Zgodnie z wytycznymi przedstawionymi w rozdziałach 5.3, 6.3, 6.4 zdecydowano o wiodącej roli takich elementów otoczenia jak: wpływ marketingu na wielkość sprzedaży, zmienność losowa popytu, sezonowość popytu, trend popytu, wahania losowe popytu, potencjał dostawcy. Na potrzeby strukturyzacji modelu (oraz na potrzeby eksperymentów symulacyjnych) wymienione elementy otoczenia nazywane będą również parametrami scenariusza. Parametr scenariusza reprezentuje element otoczenia (o tej samej nazwie) w modelu oraz w modelu symulacyjnym. Może przyjmować określone stany, którym na etapie planowania eksperymentów symulacyjnych przypisane zostaną wartości liczbowe. Te z kolei posłużą do określenia dynamicznych wartości atrybutów obliczanych inicjujących procesy planowania[69].

Każdy z parametrów scenariusza reprezentujących elementy otoczenia może przyjąć jeden z trzech stanów:

- N – symbolizujący niską zmienność otoczenia – niewielka trudność dla przedsiębiorstwa produkcyjnego;
- S – symbolizujący średnią zmienność otoczenia – umiarkowana trudność dla przedsiębiorstwa produkcyjnego;
- W – symbolizujący wysoką zmienność otoczenia – duża trudność dla przedsiębiorstwa produkcyjnego.

[69] więcej na temat klasyfikacji atrybutów w opracowanym modelu w rozdziale 7.5.1

Wobec powyższego można stwierdzić, że przyjęta logika opisu stanów ma charakter negatywny. Im wyższa wartość tego stanu tym trudniejsza sytuacja dla przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Modelowanie elementów otoczenia prowadzone jest w sposób ilościowy. Każdemu parametrowi scenariusza przypisana jest zmienna decyzyjna, która w zależności od stanu parametru przyjmuje określoną wartość liczbową[70]. Z uwagi na sposób modelowania, elementy otoczenia można podzielić na dwie grupy:

- modelowane z wykorzystaniem rozkładu normalnego – wartości atrybutów inicjujących procesy[71] wylosowywane są zgodnie z własnościami rozkładu normalnego o parametrach zdefiniowanych przez wartości zmiennych decyzyjnych, dla każdej iteracji wartości atrybutów inicjujących przyjmują więc inne wartości;
- modelowane z wykorzystaniem stałego poziomu – wartości atrybutów inicjujących procesy przyjmują wartość stałą (niezależną od losowania statystycznego) zgodną z wartościami zmiennych decyzyjnych. Wartości tych atrybutów są w symulacji modulowane przez zmienne o charakterze losowym stąd uzasadnione jest ich stosowanie w warunkach wielu iteracji.

W tabeli 7.4 przedstawiono elementy otoczenia modelowane z wykorzystaniem rozkładu normalnego.

Tabela 7.4. Elementy otoczenia modelowane z wykorzystaniem rozkładu normalnego

Element otoczenia / Parametr scenariusza	Zmienna decyzyjna
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	Średnia
	Wskaźnik zmienności
Wahania losowe popytu	Średnia
	Wskaźnik zmienności

Źródło: Opracowanie własne

Wykorzystanie rozkładu normalnego do modelowania elementów otoczenia pozwala na odzwierciedlenie ich losowości. W tabeli 7.4 przedstawiono po dwie zmienne decyzyjne dla każdego parametru scenariusza. Zmienne decyzyjne to wartości, które pozwalają określić

[70] szczegółowy opis wartości zmiennych decyzyjnych dla każdego ze stanów parametru scenariusza przedstawiono w rozdziale 8.1

[71] Opis tego typu atrybutów zamieszczono w rozdziale 7.5.1

parametry rozkładu normalnego, z którego wyznaczane będą wartości inicjujące procesy. Z uwagi na zwiększenie elastyczności rozwiązania zdecydowano o wyróżnieniu dwóch typów zmiennych decyzyjnych:

- wartość średnią – bezpośrednio przekładaną na parametr rozkładu normalnego;
- wskaźnik zmienności – służący do obliczenia wartości drugiego parametru rozkładu normalnego jakim jest odchylenie standardowe, do jego obliczenia wykorzystano formułę 7.3:

$$\sigma = \bar{X} \cdot v \qquad [7.3]$$

gdzie:

$\sigma - odchylenie\ standardowe$;

$\bar{X} - wartość\ średnia$;

$v - wskaźnik\ zmienności$.

Na podstawie wartości parametrów średniej i odchylenia standardowego możliwe jest wylosowanie wartości każdego z atrybutów dynamicznych inicjujących procesy. Zgodnie z własnościami rozkładu normalnego największe jest prawdopodobieństwo wylosowania wartości równej wartości parametru średniej lub zbliżonej do niej. Prawdopodobieństwo wylosowania wartości z przedziału $< \bar{X} - \sigma; \bar{X} + \sigma >$ wynosi około 68%.

W opracowywanym modelu zdecydowano o wykorzystaniu własności rozkładu normalnego do modelowania dwóch elementów otoczenia:

- wpływu marketingu na wielkość sprzedaży – określającego o ile procent w poszczególnych miesiącach (które obejmuje plan) wzrośnie sprzedaż wobec prognozowanego poziomu. Przyczyną tego wzrostu ponad tworzoną prognozę są planowane działania marketingowe mające na celu intensyfikację sprzedaży;
- wahań losowych popytu – określających prognozę sprzedaży dla poszczególnych miesięcy obejmowanych planem. Parametry rozkładu normalnego służące określeniu wielkości prognozy wyznaczane są na podstawie procenta mocy nominalnych systemu produkcyjno-logistycznego przedsiębiorstwa[72]. Przyjęcie takiego rozwiązania czyni opracowywany model bardziej elastycznym i dającym się zastosować w szerszym spectrum przedsiębiorstw przemysłowych.

[72] Moce nominalne systemu produkcyjno-logistycznego rozumiane są jako maksymalny przepływ w jednostkach wyrobu gotowego przez jego ograniczenie (wąskiego gardło), w opracowywanym modelu zakłada się występowanie wąskiego gardła w obszarze produkcyjnym.

Drugą grupę elementów otoczenia stanowią te, które modelowano z wykorzystaniem stałego poziomu zmiennej decyzyjnej. Ich listę wraz ze zmiennymi decyzyjnymi przedstawiono w tabeli 7.5.

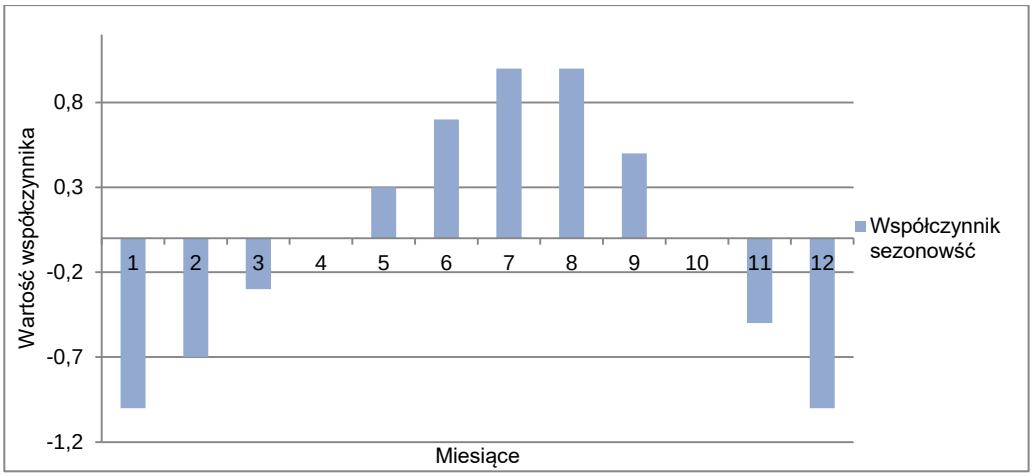
Tabela 7.5. Elementy otoczenia modelowane z wykorzystaniem stałego poziomu

Element otoczenia / Parametr scenariusza	Zmienna decyzyjna
Zmienność losowa popytu	Błąd prognozy – wskaźnik zmienności
Sezonowość popytu	Siła sezonowości
Trend popytu	Siła trendu
Potencjał dostawcy	Limit dostawcy, jako procent mocy nominalnych

Źródło: Opracowanie własne

W opracowywanym modelu zdecydowano o wykorzystaniu stałej wartości zmiennej decyzyjnej do modelowania czterech elementów otoczenia:

- zmienności losowej popytu – określając standardowy błąd prognozy miesięcznej. Założono, że odchylenie standardowe popytu w danym miesiącu będzie równe co do wartości założonemu błędowi standardowemu prognozy. Zmienność losowa popytu dziennego modulowana jest rozkładem normalnym poprzez losowanie wartości sumy dziennych zamówień klientów na podstawie średniej dziennej (obliczonej na podstawie prognozy miesięcznej oraz liczby dni w miesiącu) oraz odchylenia dziennego (obliczonego na podstawie błędu prognozy miesięcznej oraz pierwiastka liczby dni w miesiącu);
- sezonowości popytu – w pierwszym kroku określając siłę sezonowości rozumianą, jako różnicę między prognozą sprzedaży w miesiącu o największej sprzedaży a prognozą średnią dla całego roku. Różnica ta wyrażona została, jako procent średniej wielkości prognozy (liczonej dla całego roku). W drugim kroku zamodelowano zjawisko sezonowości na przestrzeni całego roku definiując wartości współczynników przez, które mnożona była siła sezonowości w celu określenia jej wymiaru miesięcznego. Na podstawie wartości tego iloczynu oraz wahań losowych popytu (modelowanych z wykorzystanie własności rozkładu normalnego) określana była wielkość prognozy sprzedaży dla każdego z miesięcy. Wartości współczynników miesięcznych dla siły sezonowości przedstawiono na wykresie 7.1.



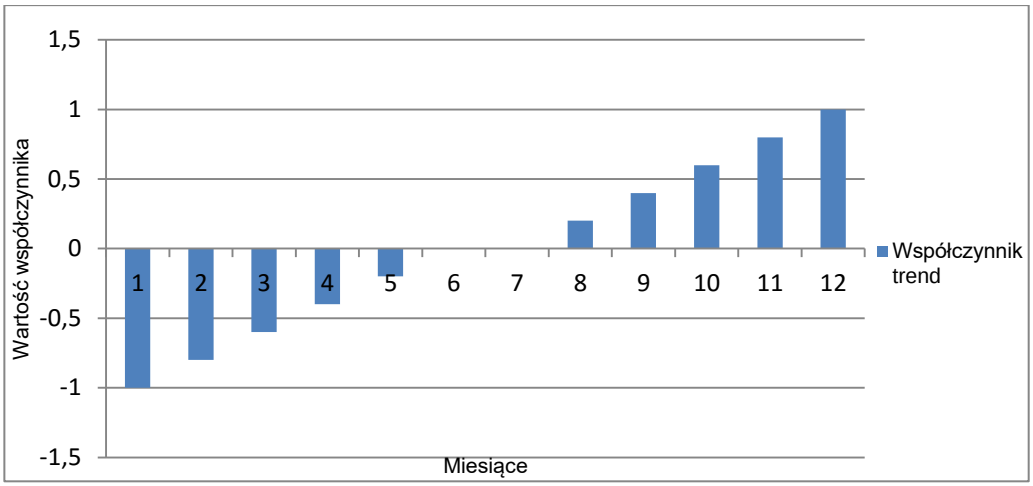
Wykres 7.1. Wartości współczynników miesięcznych dla siły sezonowości

Źródło: Opracowanie własne

W celu zachowania niezmienności warunków (równej sumy popytu) dla wszystkich eksperymentów niezależnie od siły sezonowości suma wartości współczynników dla całego roku równa jest 0[73];

- trendu popytu – modelowanego dwustopniowo podobnie jak sezonowość popytu. W pierwszym kroku określając siłę trendu rozumianą jako różnicę między prognozą sprzedaży w miesiącu ostatnim (w horyzoncie planowania) a prognozą średnią dla całego roku. Różnica ta wyrażona została jako procent średniej wielkości prognozy. W drugim kroku zamodelowano zjawisko trendu popytu na przestrzeni całego roku definiując wartości współczynników przez, które mnożona była siła trendu w celu określenia jej wymiaru miesięcznego. Na podstawie wartości tego iloczynu oraz wahań losowych popytu (modelowanych z wykorzystanie własności rozkładu normalnego) określana została wielkość prognozy sprzedaży dla każdego z miesięcy. Wartości współczynników miesięcznych dla siły trendu przedstawiono na wykresie 7.2.

[73] W opracowanym modelu sezonowości zwiększona sprzedaż miała miejsce w miesiącach „letnich” (tj. maj-wrzesień). Np. w miesiącu maju prognozowana sprzedaż była o 30% wyższa od średniej prognozy sprzedaży liczonej dla całego roku.



Wykres 7.2. Wartości współczynników miesięcznych dla siły trendu

Źródło: Opracowanie własne

W celu zachowania niezmienności warunków (równej sumy popytu) dla wszystkich eksperymentów niezależnie od siły trendu suma wartości współczynników dla całego roku równa jest 0[74];

- potencjału dostawcy – określonego, jako ilość surowców w przeliczeniu na wyroby gotowe jakie może dostarczyć dostawca pierwszego wyboru w każdym z miesięcy. Wielkość ta obliczana jest, jako procent mocy nominalnych systemu produkcyjno-logistycznego analizowanego przedsiębiorstwa.

W planie eksperymentów[75] uwzględnione zostaną wszystkie opisane elementy otoczenia w każdym z trzech stanów (N, S, W) we wszystkich możliwych wariantach.

7.2.3. Modelowanie elementów uzupełniających

Ostatnim parametrem scenariusza modelowanym w ramach realizowanych prac jest plan konserwacyjno-remontowy określany z uwagi na rolę jaką pełni wobec planu zasobów – elementem uzupełniającym. Plan zasobów produkcyjnych (inaczej plan dostępności zasobów produkcyjnych) dla kolejnych miesięcy określany jest jako różnica pomiędzy mocami nominalnymi a ich umniejszeniem w każdym z miesięcy wynikającym z prac konserwacyjnych i remontowych. Prace to ujęte są w planie konserwacyjno-remontowym. Szczegóły dotyczące tego parametru scenariusza przedstawiono w tabeli 7.6.

[74] Modelując trend uznano, że miano doczynienia z trendem rosnącym. Prognoza popytu w miesiącu grudniu była o 100% większa niż średnia wartość prognozy miesięcznej liczona dla całego roku.
[75] Plan eksperymentów opisano w rozdziale 8.2

Tabela 7.6. Parametr scenariusza elementu uzupełniającego

Parametr scenariusza	Zmienna decyzyjna
Plan konserwcyjno-remontowy	Średnia
	Wskaźnik zmienności

Źródło: Opracowanie własne

Plan konserwacyjno-remontowy modelowy jest z wykorzystaniem własności rozkładu normalnego. Dla każdego z miesięcy określana jest ilość wyrobów gotowych o jakie należy zmniejszyć moce nominalne z powodu planowanych prac utrzymania ruchu oraz szacowanych skutków awarii (nieplanowanych).

Rzeczywiste moce w każdym z miesięcy odbiegają od tych określonych w planie dostępności zasobów produkcyjnych. Wynika to z braku możliwości całkowitego wyeliminowania awarii i przestojów maszyn. W warunkach funkcjonowania planu konserwacyjno-remontowego odchylenia od założonych wartości są mniejsze niż w przypadku braku takiego planu (zakłada się pozytywny wpływ działań prewencyjnych wynikających z tego typu planu)[76].

7.3. Postać strukturalna modelu

Postać strukturalna modelu jest odzwierciedleniem jego natury systemowej. Prezentuje elementy modelu wraz z relacjami występującymi pomiędzy nimi. Nawiązując do modeli literaturowych integracji procesów w łańcuchu dostaw[77] zdecydowano o wydzieleniu dwóch głównych elementów obrazujących funkcjonowanie zintegrowanego planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Wydzielone elementy struktury to:

- model zintegrowanego planowania – w jego ramach realizowane są procesy związane z pobieraniem danych zewnętrznych (z otoczenia oraz z procesów wewnętrznych przedsiębiorstwa produkcyjnego) oraz opracowywaniem planu zintegrowanego SOP (zgodnie z opracowaną procedurą oraz instrukcjami dla każdego z poziomów integracji) dla kolejnych okresów planistycznych;

[76] Wartości odchyleń standardowych zaprezentowano w załączniku 05. Atrybuty scenariuszowe.
[77] Więcej na ten temat w rozdziale 3.3.

- model przepływu materiałowego – odpowiedzialny na realizację przepływu materiałowego zgodnie z opracowanym planem zintegrowanym SOP. Dostarcza rzeczywiste dane wewnętrzne do modelu planowania oraz dane na potrzeby oceny planu poprzez wyniki przepływu materiałowego.

Model zintegrowanego planowania

W projektowaniu struktury modelu zintegrowanego planowania posłużono się wytycznymi zawartymi w:

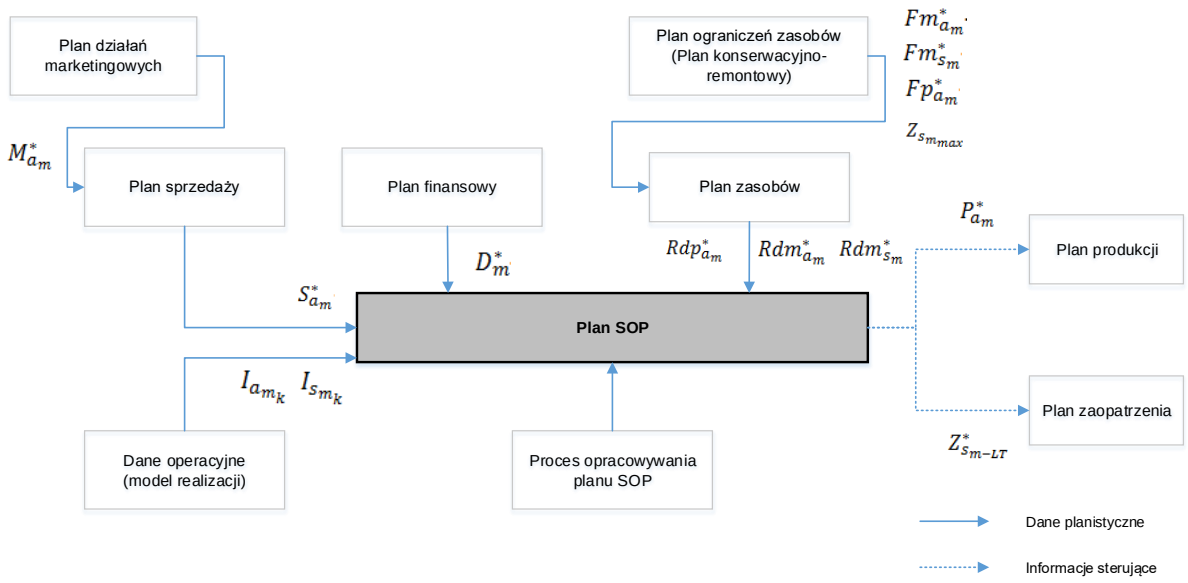
- ogólnym modelu GRAI dla przedsiębiorstwa[78];
- strukturach procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych – zaprezentowanych w literaturze przedmiotu[79];
- wynikach badań własnych na temat identyfikacji struktur procesów planowania[80].

Zgodnie z założeniami modelu GRAI wyróżnia się sześć podstawowych funkcji przedsiębiorstwa. Zestawiając je z wynikami badań litaraturowych oraz własnych zdecydowano o następującym przypisaniu planów do podstawowych funkcji przedsiębiorstwa[81]:

- zarządzanie sprzedażą – plan sprzedaży;
- zarządzanie inżynierią (inżynieria rozumiana jest przez autora pracy na potrzeby tego modelu jako ogół zasobów przedsiębiorstwa) – plan zasobów;
- zarządzanie wytwarzaniem, zarządzanie montażem – plan produkcji;
- zarzadzanie zaopatrzeniem, zarzadzanie dostawami – plan zaopatrzenia.

Powyżej zaprezentowane plany uzupełnione zostały o plan finansowy, który stanowi jedno z podstawowych ograniczeń planowania w horyzoncie taktycznym i jest bardzo często wykorzystywany w praktyce gospodarczej. Strukturę modelu planowania wraz z podstawowymi przepływami informacyjnymi przedstawiono na rysunku 7.6 wykorzystując notację IDEF0 [Soung-Hie, Ki-Jin 2002, s.123].

[78] Więcej na ten temat w rozdziale 7.1.2.
[79] Więcej na ten temat w rozdziale 2.2.
[80] Więcej na ten temat w rozdziale 6.2.2.
[81] Podstawowych funkcji przedsiębiorstwa zdefiniowanych w modelu GRAI.



Rysunek 7.6. Struktura modelu zintegrowanego planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Źródło: Opracowanie własne

Opis oznaczeń zastosowanych na rysunku 7.6:

$M^*_{a_m}$ - planowany wpływ działań marketingowych na a-ty asortyment (lub obciążający te same stanowiska i wymagający tych samych materiałów zakupowych, co a-ty asortyment) w m-tym miesiącu;

$S^*_{a_m}$ - planowana suma wielkości sprzedaży a-tego asortymentu w m-tym miesiącu;

D^*_m - planowany maksymalny poziom zadłużenia operacyjnego w m-tym miesiącu (wartość linii kredytowej);

$Fm^*_{s_m}$ - planowane umniejszenie zasobów magazynowych ze względu na prowadzone prace konserwacyjno-remontowe zasobów dedykowanych dla s-tego surowca w m-tym miesiącu [ilość jednostek surowca, jaką można przechowywać w magazynie];

$Z_{s_{m_{max}}}$ - maksymalna suma wielkości zamówień na s-ty surowiec, jaką może zrealizować dostawca w m-tym miesiącu;

$Fp^*_{a_m}$ - planowane umniejszenie mocy produkcyjnych ze względu na prowadzone prace konserwacyjno-remontowe zasobów wykorzystywanych w produkcji a-tego asortymentu w m-tym miesiącu [godziny robocze];

$Fm^*_{a_m}$- planowane umniejszenie zasobów magazynowych ze względu na prowadzone prace konserwacyjno-remontowe zasobów dedykowanych dla a-tego asortymentu w m-tym miesiącu [ilość jednostek wyrobu gotowego, jaką można przechowywać w magazynie];

$I_{a_{m_k}}$ - rzeczywisty poziom zapasu a-tego asortymentu na koniec m-tego miesiąca;

$I_{s_{m_k}}$ - rzeczywisty poziom zapasu surowca s-tego na koniec m-tego miesiąca;

$P^*_{a_m}$- planowana suma wielkości zleceń produkcyjnych a-tego asortymentu zrealizowanych w m-tym miesiącu;

$Z^*_{s_{m-LT}}$- planowana suma wielkości zamówień na s-ty surowiec zrealizowanych w m-LT - tym miesiącu;

Zadaniem planu SOP jest integracja planów, czyli przetworzenie informacji wejściowych z poszczególnych planów na informacje wyjściowe stanowiące plany działalności operacyjnej odpowiadające za przepływ materiałowy. Stąd też są one przekazywane do modelu przepływu materiałowego i stanowią jego główne parametry sterujące.

Model przepływu materiałowego

Model przepływu materiałowego stanowi uproszczoną wersję systemu produkcyjno-logistycznego funkcjonującego w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Głównymi przepływami w modelu są:

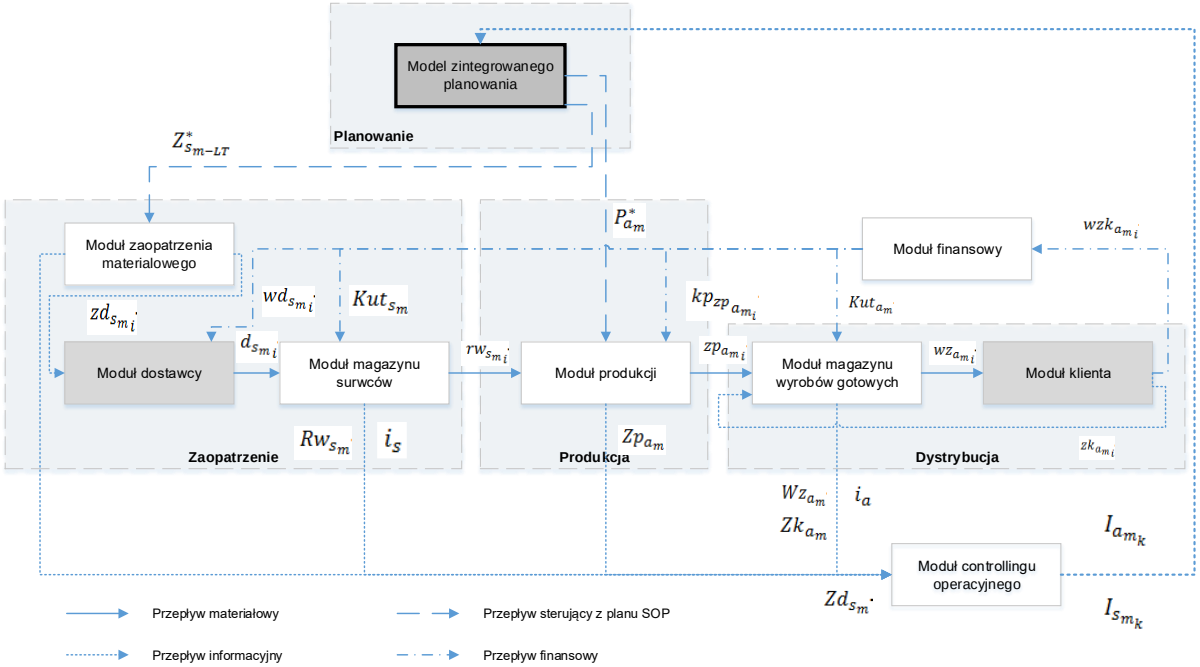
- przepływy materiałowe – w kierunku od dostawcy poprzez magazyn surowców, system produkcyjny aż do magazynu wyrobów gotowych i klienta;
- przepływy informacyjne – ze względu na odmienny charakter można wydzielić:
  - przepływy sterujące – informacje z modelu zintegrowanego planowania, plany produkcji oraz zaopatrzenia, zgodnie, z którymi realizowany powinien być przepływ materiałowy;
  - przepływy wewnętrzne – pomiędzy obiektami modelu;
  - przepływy zewnętrze – od i do partnerów w łańcuchu dostaw;
- przepływy finansowe – odzwierciedlające przepływ gotówki pomiędzy analizowanym przedsiębiorstwem i partnerami biznesowymi.

Model ten pełni rolę wspomagającą, a jego głównym celem jest dostarczanie danych wejściowych do modelu planowania zintegrowanego oraz danych na potrzeby sprawdzenia efektywności przedsiębiorstwa produkcyjnego działającego według opracowanego planu w określonych warunkach otoczenia.

Strukturę modelu przepływu materiałowego wzorowano na modelu łańcucha dostaw SCOR[82]. W strukturze znalazły się zatem elementy realizujące następujące typy procesów:

- planowanie – element nadrzędny sterujący przepływem – model zintegrowanego planowania;
- zaopatrzenie – zestaw modułów obejmujący: dostawcę, moduł zaopatrzenia materiałowego (odpowiedzialny za operacyjną realizację zaopatrzenia) oraz magazyn surowców;
- produkcja – moduł realizujący proces produkcyjny;
- dystrybucja – odwzorowana przez magazyn wyrobów gotowych oraz moduł klienta.

Strukturę modelu wraz z najistotniejszymi relacjami zaprezentowano na rysunku 7.7 używając do tego notacji IDEF0.



Rysunek 7.7. Struktura modelu przepływu materiałowego
Źródło: Opracowanie własne

Opis oznaczeń zastosowanych na rysunku 7.7:

$P^*_{a_m}$ - planowana suma wielkości zleceń produkcyjnych a-tego asortymentu zrealizowanych w miesiącu m-tym;

$Z^*_{s_{m-LT}}$ - planowana suma wielkości zamówień na s-ty surowiec zrealizowanych w miesiącu m-LT – tym;

[82] Więcej na ten temat w rozdziale 7.1.3.

$zd_{s_{m_i}}$- wielkość i-tego zamówienia s-tego surowca w m-tym miesiącu;

$d_{s_{m_i}}$- wielkość i-tej dostawy s-tego surowca w m-tym miesiącu;

$rw_{s_{m_i}}$- wielkość i-tego rozchodu wewnętrznego s-tego surowca w m-tym miesiącu;

Rw_{s_m}- suma wielkości rozchodów wewnętrznych s-tego surowca w m-tym miesiącu;

i_s – aktualny poziom zapasu s-tego surowca;

$zp_{a_{m_i}}$- wielkość i-tego zlecenia produkcyjnego a-tego asortymentu w m-tym miesiącu;

Zp_{a_m}- suma wielkości zleceń produkcyjnych a-tego asortymentu w m-tym miesiącu;

$wz_{a_{m_i}}$- wielkość i-tego wydania zewnętrznego a-tego asortymentu w m-tym miesiącu;

Wz_{a_m}- suma wielkości wydań zewnętrznych a-tego asortymentu w m-tym miesiącu;

$zk_{a_{m_i}}$- wielkość i-tego zamówienia klienta na a-ty asortyment w m-tym miesiącu;

Zk_{a_m}- suma wielkości zamówień klienta na a-ty asortyment w m-tym miesiącu;

i_a – aktualny poziom zapasu a-tego asortymentu;

$wzk_{a_{m_i}}$- wartość i-tego zamówienia klienta na a-ty asortyment w m-tym miesiącu;

Kut_{a_m}- koszt utrzymania zapasu a-tego asortymentu w m-tym miesiącu;

$kp_{zp_{a_{m_i}}}$- koszt produkcji i-tego zlecenia produkcyjnego a-tego asortymentu w m-tym miesiącu;

Kut_{s_m}- koszt utrzymania zapasu s-tego surowca w m-tym miesiącu;

$wd_{s_{m_i}}$- wartość i-tej dostawy s-tego surowca w m-tym miesiącu;

Zd_{s_m}- suma wielkości zamówień s-tego surowca w m-tym miesiącu;

$I_{a_{m_k}}$ - rzeczywisty poziom zapasu a-tego asortymentu na koniec miesiąca m-tego;

$I_{s_{m_k}}$ - rzeczywisty poziom zapasu surowca s-tego na koniec miesiąca m-tego.

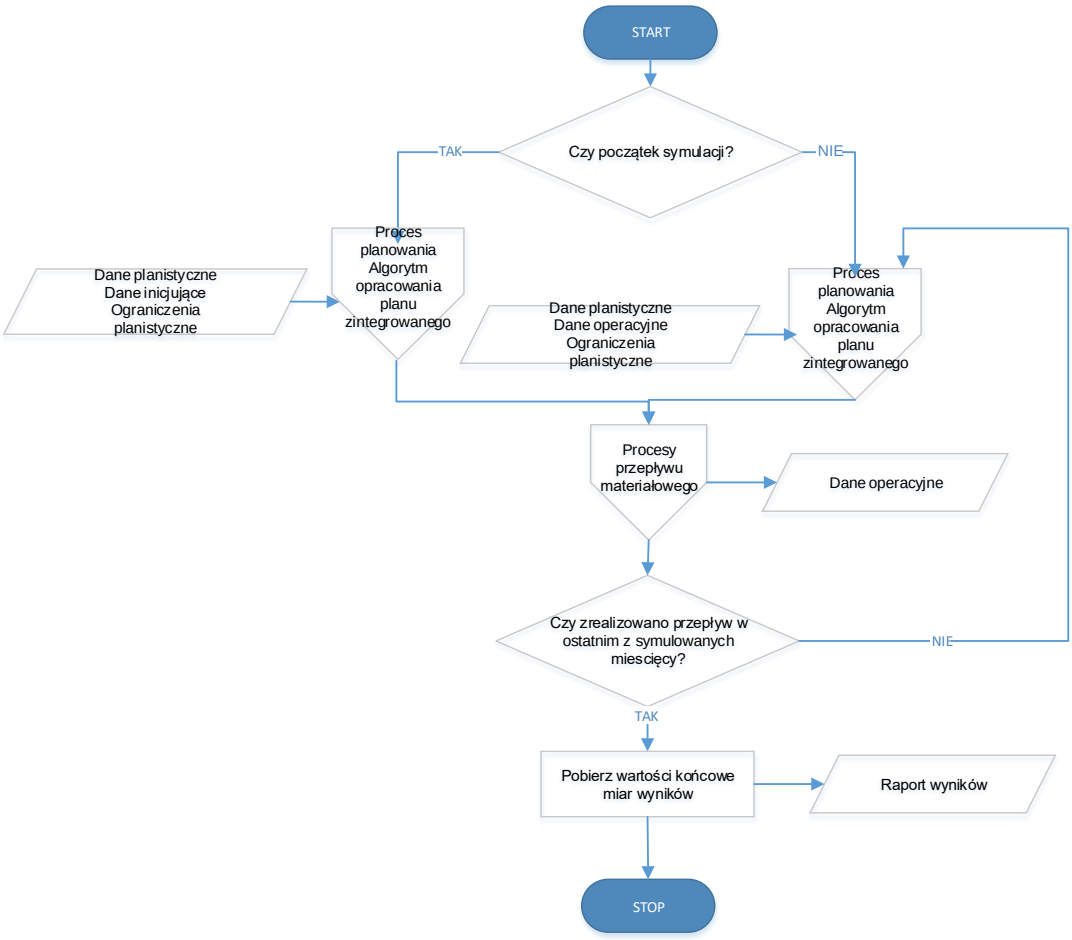
Przedstawione powyżej dane wykorzystywane są zarówno w przepływie wewnętrznym (pomiędzy obiektami modelu realizacji przepływu materiałowego) jak i w przepływie zewnętrznym (pomiędzy obiektami łańcucha dostaw). Moduły finansowe oraz controllingu operacyjnego odpowiedzialne są za gromadzenie danych służących ocenie efektywności realizowanego przepływu materiałowego.

7.4. Ujęcie procesowe modelu

W ramach struktury modelu zaprezentowanej w poprzednim rozdziale pracy realizowane są dwa główne typy procesów:

- planowania – stanowiące wkład własny autora pracy, odpowiadające założeniom modelowym opisanym w rozdziale 7.2.1;
- przepływu materiałowego – standardowe procesy znane z modelu SCOR, odpowiadające za realizację przepływu materiałowego zgodnie z opracowanym planem oraz generowanie danych wejściowych na potrzeby określenia planów w kolejnych miesiącach.

Proces główny realizowany w stworzonym modelu wykorzystuje zarówno procesy planowania jak i przepływu materiałowego. Algorytm realizacji procesu głównego przedstawiono na rysunku 7.8 za pomocą notacji schematu blokowego UML [OMG 2013, s.739].



Rysunek 7.8. Proces główny
Źródło: Opracowanie własne

Proces główny zaprezentowany na rysunku 7.8 przedstawia zależności przyczynowo skutkowe pomiędzy procesami każdego z dwóch zdefiniowanych typów. Jednocześnie strukturyzuje eksperyment symulacyjny wskazując następstwa procesów oraz kolekcjonowanie wyników służących do przeprowadzenia analiz zgodnych z celem głównym pracy, którym jest badanie wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia.

Procesy planowania

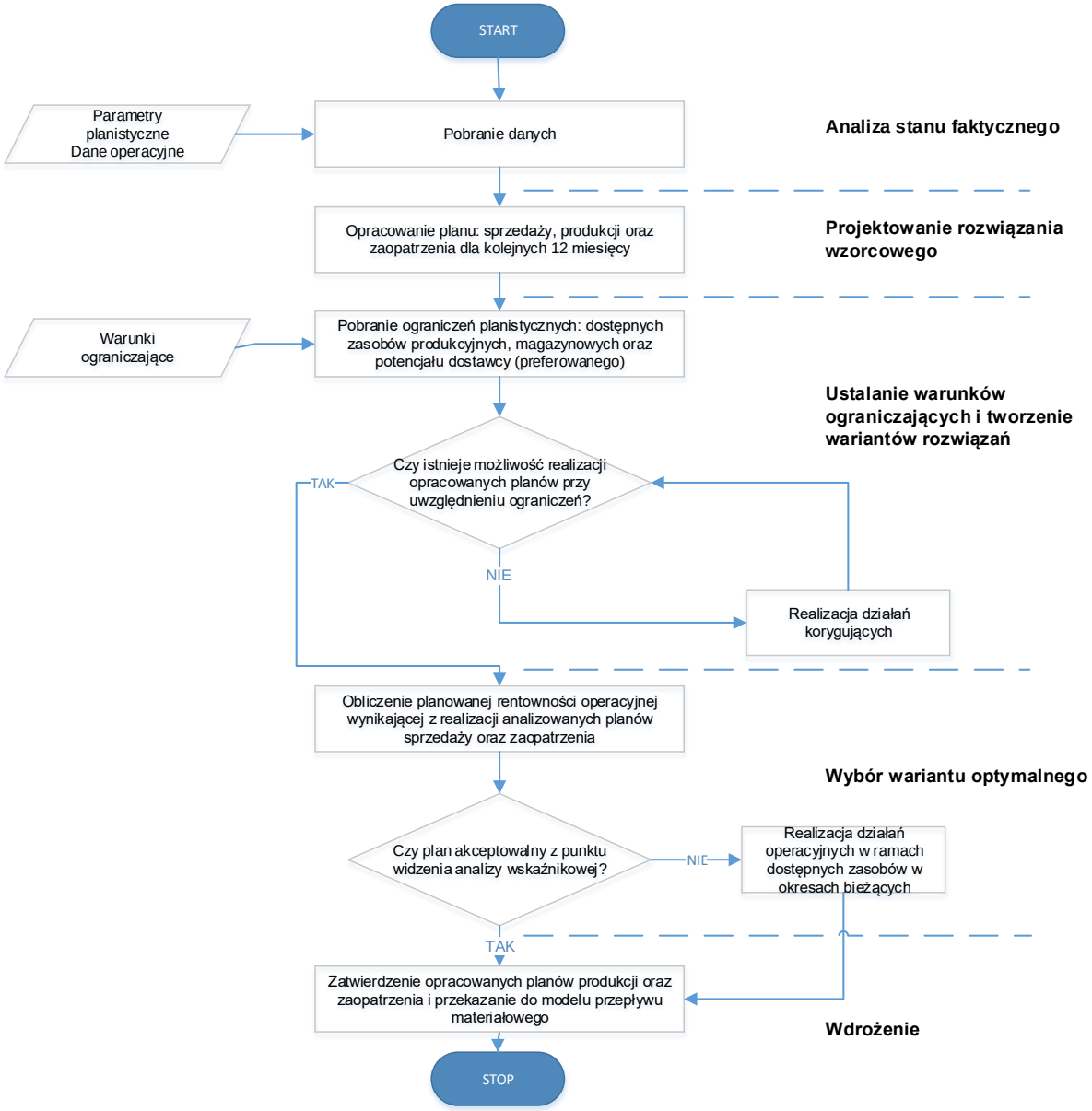
Opracowywanie planu zintegrowanego zgodnie z procesem SOP jest działaniem niezależnym od poziomu integracji. Wewnętrzne mechanizmy sterujące świadczą o przebiegu procesu informacyjnego (jakim jest proces planowania). W formowaniu planu SOP dane planistyczne, operacyjne jak i ograniczenia zasilające pochodzą zarówno ze źródeł zewnętrznych (prognozy sprzedaży, moce dostawcy) jak i wewnętrznych (aktualny poziom zapasu wyrobów gotowych, moce nominalne systemu produkcyjnego). Z uwagi na rozmaite podejścia do opracowywania planu zintegrowanego w ramach procesu SOP[83] autor pracy zdecydował o jego uporządkowaniu przy wykorzystaniu metody organizatorskiej: zmodyfikowanej metody prognostycznej[84]. Zgodnie z nią plan zintegrowany zostanie opracowany w siedmiu etapach:

- ustalenie celów – zgodnie z przyjętymi założeniami celem planu jest maksymalizacja rentowności sprzedaży przy możliwie maksymalnym poziomie obsługi klienta (wiodąca rola planu sprzedaży);
- określenie zadań – ściśle określone sekwencja czynności realizowanych w procesie opracowywania planu, zdefiniowana w ramach algorytmu planowania zintegrowanego;
- analiza stanu faktycznego; projektowanie wzorcowego systemu organizacyjnego; ustalenie warunków ograniczających i tworzenie wariantów; wybór wariantu optymalnego; wdrożenie projektu w życie – te zadania realizowane są w ramach procesu opracowywania planu zintegrowanego a ich praktyczna realizacja w stworzonym modelu została ramowo przedstawiona na rysunku 7.9 za pomocą notacji schematu blokowego UML.

[83] Wybrane podejścia zaprezentowano w rozdziale 2.3.
[84] Szczegółowy opis metody przedstawiono w rozdziale 3.4.

Czynności stanowiące składowe algorytmu opracowywania planu zintegrowanego można podzielić na dwie grupy:

- uniwersalne – niezależne od poziom integracji (pobieranie danych, opracowanie planów sprzedaży, produkcji i zaopatrzenia);
- dedykowane do poziomu integracji – ich obecność oraz forma realizacji zależna od poziomu integracji, w ramach którego opracowywany jest plan (pozostałe).



Rysunek 7.9. Algorytm opracowywania planu zintegrowanego
Źródło: Opracowanie własne

Odwołując się do podziału czynności zaprezentowanych w ramach algorytmu (rysunek 7.9) oraz przyjętego założenia dotyczącego modelowania integracji procesów planowania

na poziomie D tworzony plan produkcji dostosowany jest do planu sprzedaży[85]. Dostosowanie w przypadku przekroczenia mocy nominalnych realizowane jest w oparciu o pracę w godzinach nadliczbowych. Plan nie uwzględnia jednak maksymalnego wydłużenia czasu pracy lub pozyskania dodatkowych zasobów. W przypadku planu zaopatrzenia dostosowywany jest on do planu produkcji bez uwzględnienia ograniczeń po stronie dostawcy. W przypadku przekroczenia dostępności zasobów przepływ materiałowy przestaje być realizowany.

Na poziomie C integracji procesów planowania dokonywana jest korekta dostosowawczego planu produkcji i zaopatrzenia w oparciu o znane ograniczenia planistyczne (wewnętrzne i zewnętrzne)[86]. Korygowanie planów dla poziomu C (oraz wyższych) przebiega w oparciu o analizę parametryczną najkorzystniejszych scenariuszy biznesowych[87] postępowania w przypadku przekroczenia dostępnych zasobów (produkcyjnych lub zaopatrzeniowych). Dla planu produkcji analizowane scenariusze to:

- realizacja pracy w godzinach nadliczbowych – koszt pracy w godzinach nadliczbowych jest o 50% wyższy, niż w przypadku pracy w ramach standardowej zmiany roboczej;
- buforowanie zapasem wyrobów gotowych (utrzymywanym w magazynie własnym) wytworzonym w okresach mniejszego bieżącego zapotrzebowania na moce produkcyjne;
- niezrealizowanie popytu – utracenie sprzedaży.

Analiza parametryczna dla obszaru zaopatrzenia rozważa dwa scenariusze biznesowe:

- buforowanie zapasem surowców (utrzymywanym w magazynie własnym) zakupionych w okresie kiedy bieżące zapotrzebowanie było mniejsze, niż deklarowana w umowie dostępność;
- zakup od alternatywnego dostawcy.

Każdy z powyższych scenariuszy opisywany jest za pomocą kosztu jego realizacji (koszt jest parametrem – stąd nazwa analizy). Wszystkie wartości parametrów kosztowych zaprezentowano w załączniku 05. Atrybuty scenariuszowe. W wyniku porównania kosztów realizacji każdego ze scenariuszy dla jednej jednostki wyrobu gotowego tworzona jest hierarchia rozwiązań począwszy od najbardziej korzystnych na najmniej racjonalnym

[85] Szczegółowy opis poziomów integracji procesów planowania przedstawiono w tabeli 7.3 w rozdziale 7.2.1.
[86] Algorytmy działań korygujących przedstawiono w załączniku 06. Ujęcie procesowe modelu, rysunek 1.2.
[87] Algorytmy analizy parametrycznej przedstawiono w załączniku 06. Ujęcie procesowe modelu, rysunek 1.3 i 1.4.

kończąc. Postępowanie zgodnie z opracowaną hierarchią w ramach działaj korygujących (przy założeniu priorytetu realizacji zamówień klientów) pozwala na opracowanie najlepszego możliwego rozwiązania bez konieczności sprawdzania wszystkich możliwych wariantów w ujęciu kombinatorycznym[88]. Ostatnim elementem weryfikacji planu zintegrowanego przed jego przekazaniem do realizacji jest analiza wskaźnikowa oparta o analizę finansową polegająca na wyliczeniu planowanej rentowności sprzedaży opracowanego wariantu planu. W przypadku osiągnięcia niesatysfakcjonującej rentowności sprzedaży (przy założeniu wiodącej roli planu sprzedaży wartość graniczna satysfakcji to 0) realizowane będą działania operacyjne w ramach dostępnych zasobów dla każdego z okresów planistycznych.

Poziom integracji B jest związany z wewnętrznym przepływem informacji. Wymaga od realizującego go podmiotu dostępności do danych na temat zmniejszenia i zwiększenia dostępnych zasobów w kolejnych miesiącach. Na potrzeby opracowywanego modelu ograniczono zmiany zasobów do jednego kierunku (zmniejszanie) jednego typu zasobu: mocy produkcyjnych. Plan konserwacyjno-remontowy odpowiedzialny jest za zmniejszanie dostępnych zasobów pozwala na uzyskanie szczegółowych informacji na temat planowanych włączeń maszyn lub miejsc magazynowych wynikających z planu konserwacji zasobów technicznych dla kolejnych miesięcy. Plan zawiera również element prognozy (opartej na danych historycznych) dotyczącej zmniejszenia mocy w wyniku awarii (nieprzewidzianych). Na niższych poziomach integracji planowania w planie taktycznym uwzględniane są dla każdego miesiące te same wielkości zasobów obliczone jako wartość średnia z danych historycznych co może powodować niewykorzystanie mocy w części okresów planistycznych oraz brak możliwości rzeczywistej realizacji planu w kolejnych okresach[89].

Na poziomie A integracji procesów planowania elementem wyróżniającym jest zintegrowanie planu przepływu materiałowego z planami marketingowymi opracowywanymi wewnątrz przedsiębiorstwa lub wynikającymi z działań partnerów z dolnej części łańcucha dostaw. Włączenie tego planu do struktury planu zintegrowanego pozwala na uzyskanie lepszych efektów działań marketingowych co z kolei może przyczyniać się do długofalowego wzrostu sprzedaży. Działanie to jest realizowane w podprocesie planowania sprzedaży poprzez uwzględnianie założonego poziomu wpływu działań marketingowych

[88] Algorytm doboru wariantu przedstawiono w załączniku 06. Ujęcie procesowe modelu, rysunek 1.5, 1.6.
[89] Bardziej szczegółowy opis przedstawiono w załączniku 05. Ujęcie procesowe modelu, rozdział 2.

na prognozowaną wielkość sprzedaży. Na niższych poziomach wpływ ten na etapie planowania nie jest uwzględniany co w przypadku jego wystąpienia w rzeczywistym popycie może prowadzić do obniżenia poziomu obsługi klienta[90].

Procesy przepływu materiałowego

Procesy przepływu materiałowego to odzwierciedlenie operacyjnej działalności przedsiębiorstwa produkcyjnego. Zgodnie z modelem SCOR oraz strukturą tej części modelu przedstawioną w rozdziale 7.3 realizowane są w jego ramach procesy, zaopatrzenia, produkcji oraz dystrybucji rozumianej, jako wydania z magazynu wyrobów gotowych. Procesy te sterowane są parametrami wynikającymi z planu zintegrowanego oraz danymi o rzeczywistym popycie zgłaszanym przez klientów.

7.5. Opis modelu symulacyjnego

7.5.1. Atrybuty modelu symulacyjnego

Atrybuty modelu obok struktury stanowią o istocie jego funkcjonowania oraz stopniu odzwierciedlania rzeczywistości na potrzeby badań naukowych. Z uwagi na architekturę środowiska informatycznego (iGrafx Process 2013 for Six Sigma[91]), w jakim wykonano prace badawcze zdefiniowano atrybuty w dwóch klasach:

- atrybuty transakcyjne;
- atrybuty scenariuszowe.

Atrybuty transakcyjne to typ danych, których wartość dla każdego z transakcji[92] w symulacji może być różna. Stąd też jeden atrybut transakcyjny może przyjmować w tym samym momencie symulacji wiele wartości w zależności od tego ile procesów wykorzystujących go aktualnie jest symulowanych. W opracowanym modelu symulacyjnym atrybuty transakcyjne zostały wykorzystane głównie w modelu przepływu materiałowego w celu odzwierciedlenia wymiany danych, materiałów oraz środków finansowych. Atrybut Numer_Dnia stanowi daną wejściową i jest pobierany przez generator startowy z pliku

[90] Bardziej szczegółowy opis przedstawiono w załączniku 05. Ujęcie procesowe modelu, rozdział 3
[91] Zwany dalej oprogramowaniem symulacyjnym.
[92] Transakcja to ogół operacji wykonywanych w ramach wybranej czynności [iGrafx 2013, Help]. Symbolicznie oznaczana jest żetonem (ang. *token*).

zewnętrznego (w postaci arkusza kalkulacyjnego). Wybrane atrybuty transakcyjne modelu przedstawiono w tabeli 7.7.

Tabela 7.7. Wybrane atrybuty transakcyjne

Nazwa	Opis
Dostawa_Od_Dostawcy	Pojedyncza dostawca od dostawcy
Dostawa_Od_Producenta	Pojedyncza dostawa do sieci dystrybucji
Koszt_Surowca	Koszty zużycia surowca użytego do realizacji i-tego zlecenia produkcyjnego
Numer_Dnia	Numer kolejnego dnia, w którym prowadzony jest przepływ materiałowy
RW_S	Rozchód wewnętrzny surowca pod zlecenie produkcyjne
Zamowienie_Do_Dostawcy	Pojedyncze zamówienie do dostawcy
Zamowienie_Do_Producenta	Pojedyncze zamówienie napływające z sieci dystrybucji
Zlec_Prod	Wielkość pojedynczego zlecenia produkcyjnego

Źródło: Opracowani własne

Pełną listę atrybutów transakcyjnych wykorzystanych w opracowanym modelu przedstawiono w załączniku 07. Atrybuty transakcyjne.

Drugą klasę atrybutów stanowią atrybuty scenariuszowe, przechowujące dane dostępne dla wszystkich procesów w symulacji. Wartość tego atrybutu w określonym momencie symulacji jest stała dla wszystkich transakcji. Z uwagi na charakterystykę tych elementów i na konieczność ich uporządkowania w modelu autor pracy stworzył podział atrybutów scenariuszowych na podklasy:

- statyczne – wartość jest niezmienna w całej symulacji:
  - parametry wejściowe – wartości stałe nie tylko dla określonej symulacji, ale również dla wszystkich scenariuszy w eksperymencie symulacyjnym;
  - parametry scenariusza – zmienne definiujące scenariusz symulacji, określone w planie eksperymentów;
  - zmienne decyzyjne – wartości jakie przyjmują określone stany parametrów scenariusza w eksperymencie symulacyjnym;
- dynamiczne – wartość generowana na bieżąco w czasie symulacji:
  - obliczane – służące do przechowywania wartości generowanych w trakcie realizacji procesu, można je dalej podzielić na dwie grupy:
    - wartości inicjujące procesy – obliczane na podstawie parametrów (zmiennych decyzyjnych) i własności rozkładu normalnego,

- wartości wtórne – obliczane w oparciu o dane inicjujące (podział ten nie został uwidoczniony na wyższym poziomie ze względu na całkowitą jego nieostrość);

- raportu wyników – wartości skumulowane budowane w czasie całej symulacji służące końcowej ocenie efektywności przepływu materiałowego i sterującego nim planu.

Wybrane atrybuty scenariuszowe modelu przedstawiono w tabeli 7.8.

Tabela 7.8. Wybrane atrybuty scenariuszowe

Nazwa	Opis	Podklasa - grupa	Wartość
Omega	Wskaźnik bezpieczeństwa dla wyrobów gotowych wynikający z poziomu obsługi klienta	Parametry wejściowe	2,05
Poziom_Planowania	Oznaczenie poziomu integracji poziomu planowania	Parametry scenariusza	{A;B;C;D}
Marketing	Procentowy udział wpływu marketingu na ogół sprzedaży	Zmienne decyzyjne	{0,1;0,2;0,3}
Zapas_WG	Aktualna wielkość zapasu wyrobu gotowego w magazynie	Obliczane – wartości wtórne	-
Wplyw_Market_M1	Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży w miesiącu M1 – miesiącu, na początku którego tworzony jest plan	Obliczane – wartości inicjujące	-
Rentownosc	Interpretowana w pracy jako rentowność sprzedaży	Raport wyników	-

Źródło: Opracowani własne

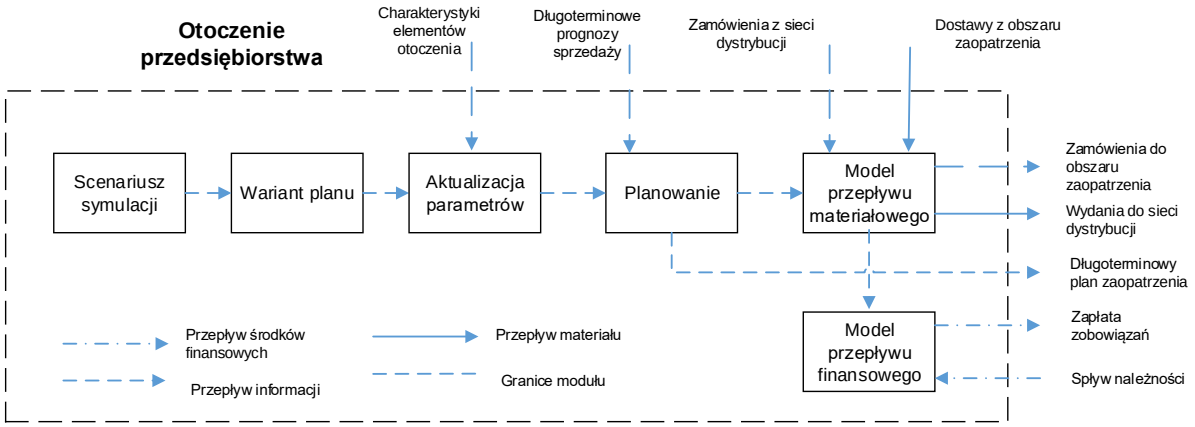
Wartości atrybutów statycznych zostały określone we współpracy z ekspertami z dziedziny, zarówno z teoretykami jak i praktykami. Pełną listę atrybutów scenariuszowych wykorzystanych w opracowanym modelu przedstawiono w załączniku 05. Atrybuty scenariuszowe.

7.5.2. Struktura modelu symulacyjnego

Przedstawione w poprzednich podrozdziałach ujęcie koncepcyjne modelu zostało zaimplementowane w oprogramowaniu symulacyjnym iGrafx Process for Six Sigma 2013 za pomocą notacji Swim Line [Peters 2008, s.121]. Elementy tego rozwiązania podzielono na dwie grupy:

- elementy proste – realizujące tylko jeden proces;
- modele – składające się z więcej niż jednego procesu.

Schematyczne ujęcie struktury modelu symulacyjnego przedstawiono na rysunku 7.10[93].



Rysunek 7.10. Struktura modelu symulacyjnego

Źródło: Opracowanie własne

Odwołując się do modelowania zjawisk[94] (oraz struktury zaprezentowanej na rysunku 7.10 poziomy integracji zostały odzwierciedlone tylko i wyłącznie w procesie planowania. Stany charakterystyk otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego określono parametrycznie i uwzględniono w scenariuszach symulacji. Takie działanie pozwoliło na optymalizację modelu symulacyjnego dzięki wykluczeniu wariantowości dla części realizowanych procesów. Każdy z elementów struktury modelu zaprezentowanej na rysunku 7.10 pełni określoną w nim rolę:

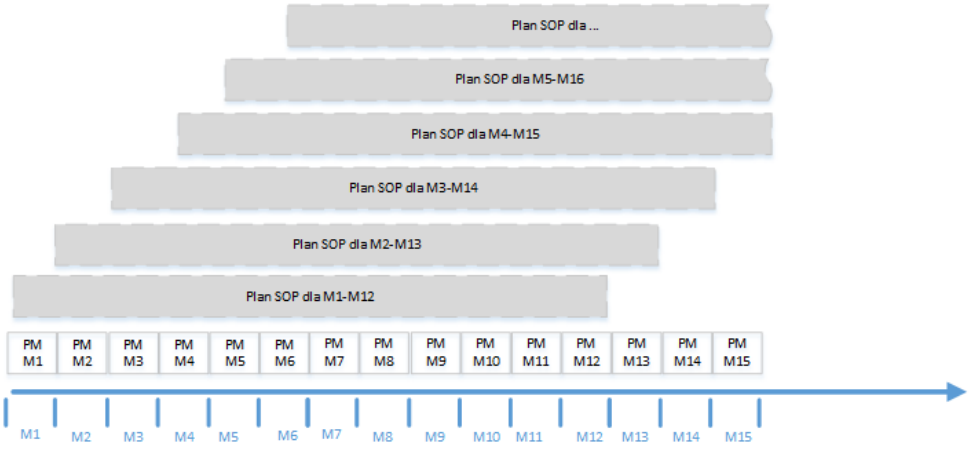
- Scenariusz symulacji – odpowiedzialny za kierowanie aktywnym żetonem w symulacji. W pierwszym dniu każdego miesiąca nakazuje w pierwszej kolejności opracowanie planu dla kolejnych 12 miesięcy w pozostałych dniach kieruje aktywny żeton do modelu przepływu materiałowego. W ostatnim dniu symulacji zbiera wartości miar wyników i do raportu końcowego;
- Wariant planu – odpowiedzialny za realizację analizy wskaźnikowej określającej hierarchię wariantów realizacji zintegrowanego planu dla kolejnych 12 miesięcy;
- Aktualizacja parametrów – w ramach elementu określane są wartości inicjujące procesy na podstawie zmiennych decyzyjnych oraz własności rozkładu normalnego. W tym elemencie dokonuje się również aktualizacji tych wartości zgodnie z założeniem, że dla pierwszych 3 miesięcy korekta wynosi 0 natomiast dla

[93] Szczegóły każdego z elementów modelu przedstawiono w załączniku 08. Model skoputeryzowany (w załączniku model przepływu finansoweogo nazwany został w skrócie – kasa).
[94] Przedstawione w rozdziale 7.2.

kolejnych 9 miesięcy (z podziałem na dwa okresy trzymiesięczny i sześciomiesięczny) o wartość procentową zdefiniowaną w ramach parametrów wejściowych;

- Planowanie – celem procesu jest opracowanie planów produkcji oraz zaopatrzenia na kolejne 12 miesięcy. Plany te w związku z realizacją procesu w ujęciu zintegrowanym (na określonym poziomie) muszą uwzględniać planowany wpływ działań marketingowych na sprzedaż, dostępne moce produkcyjne wynikające z planowanych remontów, potencjał dostawców. Przebieg procesu jest zgodny z opisem zaprezentowanym w rozdziale 7.4;
- Model przepływu materiałowego – zestaw procesów odpowiedzialnych za całość przepływu materiałowego w ramach przedsiębiorstwa produkcyjnego oraz jego połączeń z obszarem zaopatrzenia oraz dystrybucji. Parametrami sterującymi dla przepływu materiałowego są wyjścia z procesu planowania oraz parametry definiowane na potrzeby realizacji eksperymentów symulacyjnych;
- Model przepływu finansowego – spływają do niego należności wynikające ze sprzedaży wyrobów gotowych i spłacane są zobowiązania wynikające z zakupu surowców oraz innych usług (w tym transportowych, utrzymywania zapasów, realizacji procesu produkcyjnego). W procesie tym pobierane są również środki finansowe z dostępnej linii kredytowej, jeżeli posiadana gotówka nie jest wystarczająca do bieżącego finansowania działalności operacyjnej. Przepływ finansowy jest pochodną przepływu materiałowego oraz ewidencji kosztów. Dla każdej kategorii jest on jednak przesuwany o czas regulacji zobowiązań oraz spływu należności;
- Dostawca oraz Klient – stanowiące elementy otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego, odpowiadają z perspektywy przepływu materiałowego za dostarczanie surowców oraz pobieranie wyrobów gotowych oraz za inicjowanie przepływów finansowych (na rysunku 7.10 nie uwzględnione – włączone w otoczenie).

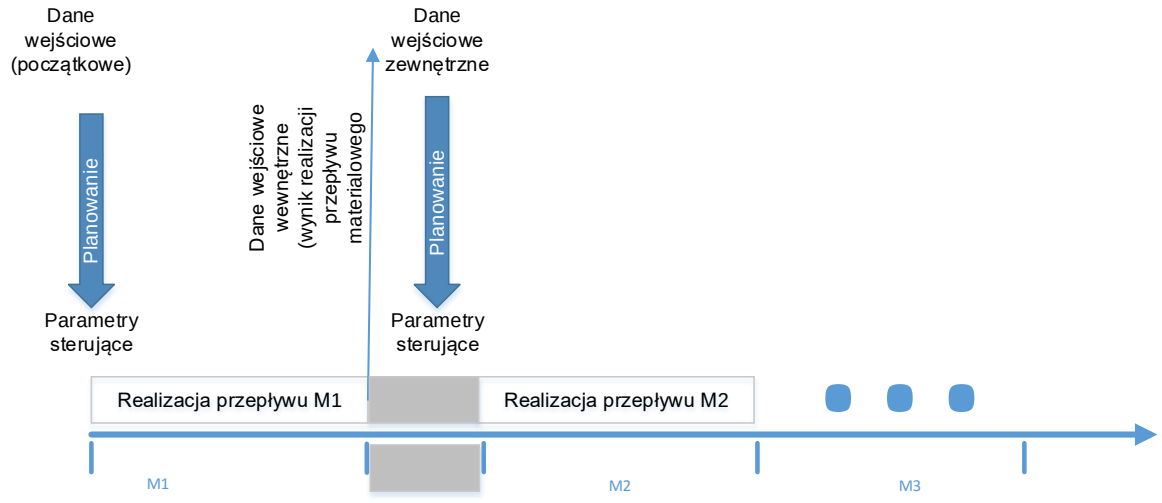
Kluczowym elementem modelu symulacyjnego jest obiekt realizujący proces planowania. Zgodnie z założeniami modelu plan tworzony jest co miesiąc na okres kolejnego roku podzielonego na miesiące. Schematyczne ujęcie planu rolującego w czasie przedstawiono na poniższym rysunku 7.11.



Rysunek 7.11. Struktura modelu symulacyjnego

Źródło: Opracowanie własne

Zintegrowany plan tworzony jest na początku każdego miesiąca. Dane wejściowe do jego opracowania pochodzą jak już zaznaczono ze źródeł zewnętrznych oraz wewnętrznych będących efektem realizacji przepływu materiałowego oraz bieżącego raportowania z działalności operacyjnej. Wynikiem procesu planowania są parametry sterujące dla przepływu materiałowego w kolejnych miesiącach. Schemat połączenia planowania i modelu przepływu materiałowego w symulacji przedstawiono na rysunku 7.12.



Rysunek 7.12. Umiejscowienie procesów zintegrowanego planowania na osi czasu

Źródło: Opracowanie własne

W zaprojektowanym modelu symulacyjnym zastosowano zmienną jednostkę terminowania. Dla procesów planowania taką jednostką jest jeden miesiąc. Proces planowania

jest uruchamiany tylko i wyłącznie pierwszego dnia roboczego każdego miesiąca. Realizacja przepływu materiałowego odbywa się w jednostkach dziennych. Takie rozwiązanie pozwoliło z jednej strony na uproszczenie modelu, z drugiej strony na zachowanie wysokiego stopnia odzwierciedlenia rzeczywistości gospodarczej. W tym samym celu zdecydowano o prowadzeniu symulacji dla wyrobów przypisanych do jednej rodziny (o wysokim współczynniku podobieństwa technologiczno-organizacyjnego). Obciążają one tą samą grupę zasobów produkcyjnych i wymagają zaopatrzenia w te same surowce od tych samych dostawców. Zmniejsza to wariantowość na poziomie przepływu materiałowego nie wpływając negatywnie na realizację celu badania.

Model symulacyjny (skoputeryzowany) opracowany w środowisku iGrafx Process for Six Sigma 2013 zamieszczony został w załączniku 09. Model symulacyjny (w załączniku 10. Dane wejściowe znajduje się plik z danymi wejściowymi do symulacji)[95].

7.5.3. Raport wyników

Raport wyników stanowi podsumowanie każdej z symulacji. Prezentuje wartości wskaźników dedykowanych do monitorowania efektywności przepływu materiałowego. Zgodnie z przyjętymi założeniami w części teoretycznej pracy[96] na efektywność przepływu materiałowego składają się:

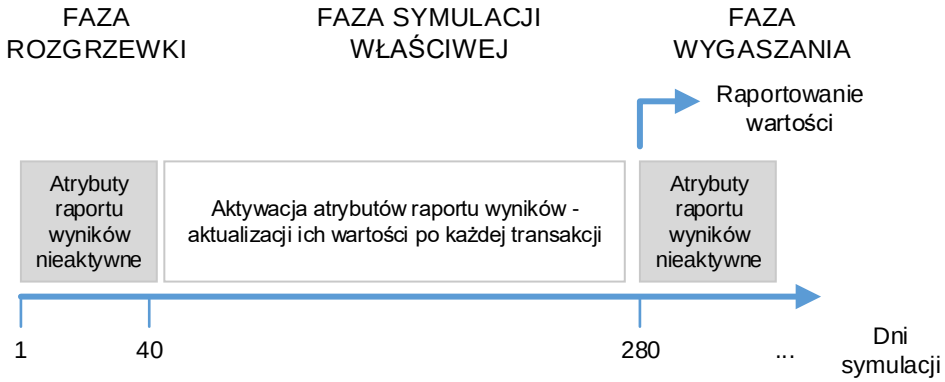
- wymiar operacyjny efektywności: niezawodność – rozumiana jako procent dostarczonych na czas wyrobów gotowych w stosunku do wielkości określonych w zamówieniach klientów (wskaźnikiem odzwierciedlającym tą składową jest OTIF) – wskaźnik ten odzwierciedla skuteczność przedsiębiorstwa w realizacji postawionego celu jakim jest maksymalizacja poziomu obsługi klienta;
- wymiar finansowy efektywności: rentowność sprzedaży – określona jako stosunek osiągniętego zysku (straty) ze sprzedaży do przychodu netto ze sprzedaży – wskaźnik odzwierciedla sprawność działania przedsiębiorstwa.

Równie istotna co definicje wskaźników jest metoda pobierania danych do wyliczenia ich wartości. Z uwagi na złożoność opracowanego modelu oraz fazowanie czasowe występujące w realizacji procesów przepływu materiałowego zdecydowano o podzieleniu każdej z symulacji na trzy fazy czasowe:

[95] W oprogramowaniu symulacyjnym użyto innych oznaczeń miar wyników. Wskaźnik OTIF nazywany jest w nim SIR natomiast rentowność sprzedaży – rentownością. Sposoby kalkulacji tych wielkości są jednak tożsame z zaprezentowanymi w treści pracy.
[96] Rozważania teoretyczne na ten temat przedstawiono w rozdziale 4.

- „rozgrzewki” – symulacja rozpoczyna się w stanie tzw. „pustego systemu”, czyli systemu, w którym nie są realizowane żadne zamówienia klientów a dostępność zasobów wynosi 100% (nie są one obciążone żadnymi zadaniami roboczymi). Stan ten nie odzwierciedla rzeczywistości gospodarczej stąd zdecydowano o konieczności uprzedniego „napełnienia systemu” czyli rozpoczęcia realizacji działań operacyjnych. Analiza czasów realizacji poszczególnych procesów pozwoliła na określenie maksymalnego czasu rozgrzewki – 40 dni roboczych (2 miesiące);
- „symulacji właściwej” – zgodnie z przyjętymi założeniami modelowymi zjawisko będzie badane na przestrzeni jednego roku – 240 dni roboczych (12 miesięcy po 20 dni roboczych w każdym miesiącu). W tym czasie, co miesiąc opracowywane są plany SOP na kolejne 12 miesięcy i prowadzony jest przepływ materiałowy sterowany tym planem oraz bieżącymi zamówieniami klientów;
- „wygaszania” – na początku pierwszego dnia tej fazy symulacji raportowane są wartości atrybutów raportu wyników. W dalszej kolejności prowadzone są działania zmierzające do realizacji i rozliczenia procesów operacyjnych zainicjowanych w czasie fazy drugiej.

Ilustrację graficzną opisanej metody przedstawiono na rysunku 7.13.



Rysunek 7.13. Aktywacja w czasie atrybutów raportu wyników

Źródło: Opracowanie własne

Zgodnie z przedstawioną na rysunku 7.13 osią czasu wartości atrybutów raportu wyniku obliczane są tylko i wyłącznie w drugiej fazie symulacji pomiędzy 41 a 280 dniem. Takie rozwiązanie pozwala na wyeliminowanie zafałszowania wyników poprzez okresowe działanie w warunkach „pustego systemu” lub stopniowe jego „wygaszanie” (brak nowych zamówień klientów –kończenie realizacji tych znajdujących się już w systemie). Wartości atrybutów

przesyłane do raportu wyników odzwierciedlają działanie systemu w warunkach realizacji zadań definiowanych przez parametry scenariusza i zmienne decyzyjne.

7.6. Walidacja modelu badawczego

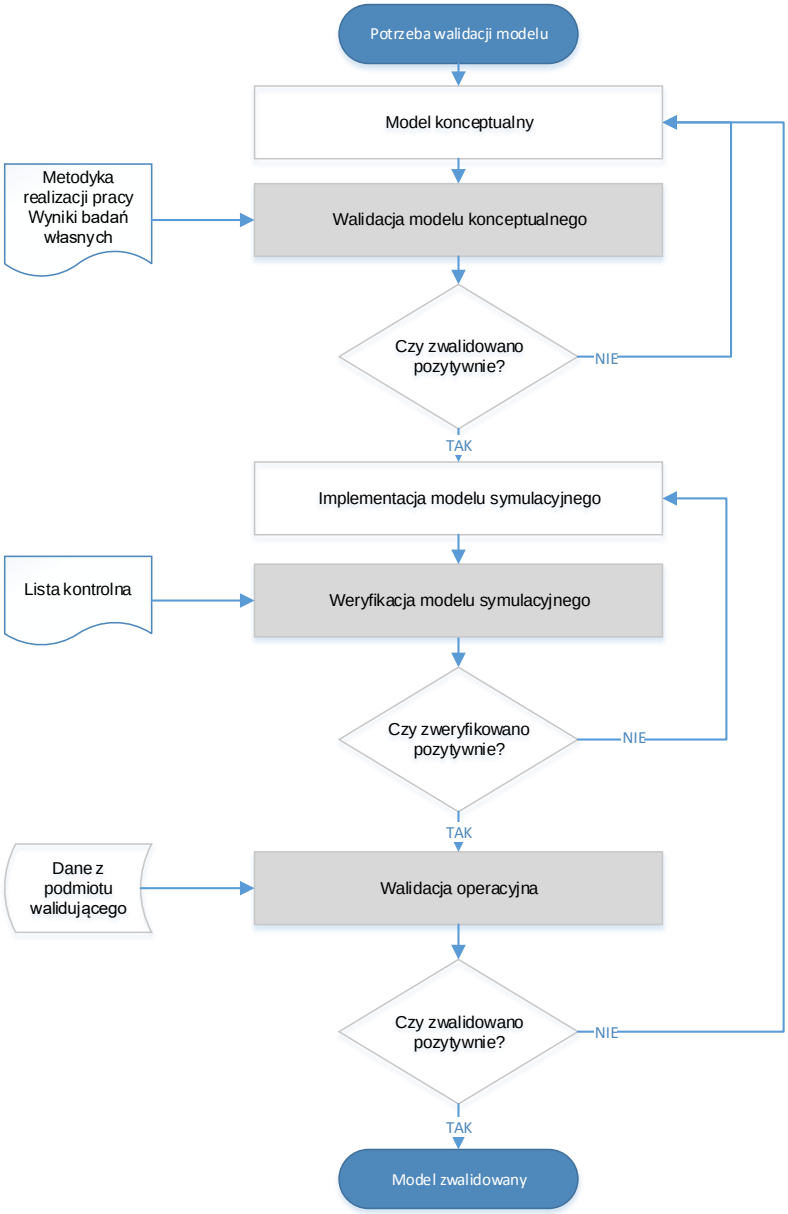
Przed rozpoczęciem badań symulacyjnych zgodnie z opracowanym planem eksperymentów konieczne jest przeprowadzenie walidacji modelu dzięki, której możliwe jest określenie poziomu wiarygodności wyników. Walidacja została przeprowadzona z uwzględnieniem celu w jakim model został powołany. Opracowany model musiał zatem spełniać trzy warunki:

- odzwierciedlać specyfikę integracji procesów planowania;
- przedstawiać w sposób uproszczony charakterystykę oddziaływania otoczenia na przedsiębiorstwo produkcyjne;
- odzwierciedlać specyfikę przepływu materiałowego przez przedsiębiorstwo produkcyjne wraz z jego wpływem na poziom obsługi klienta oraz rentowność sprzedaży.

Zgodnie z wytycznymi teoretycznymi zaprezentowanymi w rozdziale 5.1.4 walidację modelu podzielono na trzy etapy:

- walidacja modelu konceptualnego;
- weryfikacja modelu;
- walidacja operacyjna.

Każdy z powyższych etapów stanowi element zamykający określony zestaw zadań badawczych. Walidacja wpleciona została do procesu badawczego opisanego w niniejszej pracy. Algorytm walidacji modelu przedstawiono na rysunku 7.14.



Rysunek 7.14. Algorytm walidacji modelu

Źródło: Opracowanie własne

Dla każdego z trzech etapów walidacji zaprezentowanych na rysunku 7.14 dobrano zestaw narzędzi i technik służących określeniu czy model jest adekwatny co do struktury i przebiegu procesów rzeczywistego przedsiębiorstwa produkcyjnego.

Walidacja modelu konceptualnego miała za zadanie sprawdzenie czy koncepcyjna wersja modelu pozwala na odzwierciedlenie sytuacji problemowej i w dalszej kolejności jego analizę i wyciągnięcie wniosków. Walidacja na tym etapie składała się z dwóch części:

- odzwierciedlenia kluczowych dla celu pracy zjawisk – integracji procesów planowania oraz otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego;

- analizy wykorzystania rekomendacji płynących z badań własnych – dotyczących struktury procesów planowania, preferowanych miar wyników oraz charakterystyk otoczenia przedsiębiorstwa.

Na tym etapie walidacji wykorzystano technikę konfrontacji z innymi modelami[97] polegającą na porównaniu poszczególnych jego elementów z modelami teoretycznymi. Po wykonaniu tego zestawienia można stwierdzić, że opracowany model w wersji konceptualnej odpowiada wytycznym modeli: architektury organizacji GRAI, łańcucha dostaw SCOR, procesu SOP, notacji UML oraz IDEF0. Odzwierciedlono w nim również oba kluczowe zjawiska w oparciu o analizę literatury oraz wyniki badań własnych.

Weryfikacja modelu symulacyjnego ma za zadanie sprawdzić poprawność implementacji modelu konceptualnego do środowiska informatycznego. Na tym etapie wykorzystano narzędzie statycznej walidacji[98] w postaci analizy przepływów danych z zastosowaniem listy kontrolnej. Lista kontrolna zbudowana została ze wszystkich zidentyfikowanych w ramach modelu konceptualnego przepływów danych pomiędzy modelami niższego stopnia złożoności oraz poszczególnymi procesami transformacji danych (planowania i przepływu materiałowego). W modelu skomputeryzowanym sprawdzano czy poszczególne pozycje z listy zostały odzwierciedlone poprzez:

- typ danej oraz niesioną przez nią wartość w ramach jednego procesu;
- transformację danych w ramach poszczególnych czynności w procesach;
- komunikaty pomiędzy procesami (nadawca, odbiorca, treść komunikatu).

Dla stworzonego w oprogramowaniu symulacyjnym modelu skomputeroyzowanego za pomocą listy kontrolnej wykazano kompletność przepływów danych w porównaniu z modelem konceptualnym.

Ostatni etap walidacji z punktu widzenia zasadności użycia modelu do wnioskowania na temat zachodzenia zjawisk w rzeczywistości gospodarczej jest etapem najistotniejszym. Walidacja operacyjna przeprowadzona została przy wykorzystaniu techniki testów degeneracyjnych i walidacji zdarzeniowej[99]. Podmiotem, w oparciu o charakterystykę, którego dokonano walidacji jest przedsiębiorstwo produkcyjne z grupy dużych (zatrudniające ponad 500 pracowników) działające na terenie wielkopolski. Przedsiębiorstwo to oferuje swoim klientom urządzenia mechaniczne, których proces produkcyjny prowadzony jest na trzech wydziałach: odlewni, obróbki oraz montażu. Z punktu widzenia organizacyjnego

[97] Więcej na ten temat w rozdziale 5.1.4.
[98] Więcej na ten temat w rozdziale 5.1.4.
[99] Obie metody zaprezentowane bliżej w rozdziale 5.1.4.

przedsiębiorstwo przygotowuje się do wdrożenia planowania na poziomie taktycznym zgodnie z procesem SOP – obecnie jest na poziomie B wg przyjętej klasyfikacji. Do walidacji modelu wybrano jedną grupę asortymentową, dla której realizowana jest strategia produkcyjna MTS i zawężono ją do zestawu wyrobów gotowych o podobnej cenie sprzedaży (różnica względna nie przekraczająca 8%). Na podstawie wywiadów z menedżerami wyższego szczebla oraz danych z działu contorllingu określono wartości rzeczywiste parametrów wykorzystywanych w opracowanym modelu. Generator popytu rzeczywistego zastąpiono danymi o sprzedaży rzeczywistej w poprzednim miesiącu (w ujęciu dziennym – na podstawie dokumentów WZ z magazynu wyrobów gotowych). W dalszej kolejności uruchomiono model symulacyjny i określono wartości rentowności sprzedaży teoretycznej (modelowej). Z uwagi na nieco inne modele kosztowe zastosowane w analizowanym przedsiębiorstwie zdecydowano o ręcznym wyliczeniu rentowności sprzedaży dla wybranej grupy wyrobów gotowych) zgodnie modelem zaimplementowanym w opracowanym rozwiązaniu teoretycznym. Różnica względna uzyskanego poziomu rentowności sprzedaży teoretycznej względem rzeczywistej osiągnęła maksymalnie 14%. W założeniach walidacji modelu określono wartość graniczną na 20%. Oznacza to, że zaproponowany model w walidacji degeneracyjnej (z uwagi na uproszczenia, jakich dokonano przy wyborze grupy wyrobów oferowanych przez przedsiębiorstwo) został uznany za adekwatny.

Zwalidowany pod kątem możliwości realizacji celu pracy model zostanie wykorzystany w dalszych badaniach ilościowych metodą eksperymentów sztucznych symulowanych, których wyniki posłużą do identyfikacji kształtowania się zjawiska wpływu integracji procesów planowania na efektywność przepływu materiałowego w przedsiębiorstwie produkcyjnym, w zmiennych warunkach otoczenia.

8. Badania symulacyjne

8.1. Zmienne decyzyjne

Zgodnie z przyjętymi założeniami modelowymi parametry scenariusza reprezentują zjawiska zachodzące w rzeczywistości gospodarczej (charakterystyki otoczenia oraz przedsiębiorstwa). Stany tych parametrów opisane zostały w sposób ilościowy przy pomocy wartości zmiennych decyzyjnych[100]. Te z kolei w modelu symulacyjnym odzwierciedlone zostały przy wykorzystaniu atrybutów scenariuszowych[101]. Wartości zmiennych decyzyjnych przedstawiono w tabeli 8.1, w nawiasach przedstawiono nazwy atrybutów scenariuszowych wykorzystywanych w modelu symulacyjnym.

Tabela 8.1. Wartości zmiennych decyzyjnych

Parametr scenariusza	Zmienna decyzyjna	Stany parametrów scenariusza[102]		
		N	S	W
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży (Marketing)	Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży – średni (Wplyw_Market_Sredni)	10%	20%	30%
	Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży – wskaźnik zmienności (Wplyw_Market_Wsk_Zmiennosci)	10%	20%	30%
Zmienność losowa popytu (Popyt_Odchylenie_Rzeczywiste)	Błąd prognozy – wskaźnik zmienności (Blad_Prog_Wsk_Zmiennosci)	10%	20%	30%
Sezonowość popytu (Popyt_Sezonowosc)	Siła sezonowości (Sila_sezonowosci)	0%	15%	30%
Trend popytu (Popyt_Trend)	Siła trendu (Sila_trendu)	0%	15%	30%
Wahania losowe popytu (Popyt_Wahania_Losowe)	Prognoza sprzedaży jako procent mocy nominalnych – średnia (Prognoza_Sprzed_Proc_Mocy)	85%	90%	95%
	Prognoza sprzedaży jako procent mocy nominalnych – wskaźnik zmienności (Prognoza_Sprzed_Wsk_Zmiennosci)	10%	20%	30%
Potencjał dostawcy (Potencjal_Dostawcy)	Limit dostawcy jako procent mocy nominalnych (Limit_Dostawcy)	100%	90%	80%
Plan konserwacyjno-remontowy (Remonty)	Umniejszenie mocy nominalnych – średnia (Remonty_Proc_Mocy)	10%	15%	20%
	Umniejszenie mocy nominalnych - wskaźnik zmienności (Remonty_Wsk_Zmiennosci)	30%	30%	30%

Źródło: Opracowanie własne

[100] szerzej to zagadnienie opisano w rozdziale 7.2.2.
[101] klasyfikację atrybutów scenariuszowych opisano w rozdziale 7.5.1.
[102] N – niski stan zmienności parametru scenariusza, S – średni, W – wysoki. Szczegółowy opis stanów parametrów scenariusza przedstawiono w rozdziale 7.2.2.

Wartości zmiennych decyzyjnych dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza zostały określone na podstawie konsultacji przeprowadzonych z teoretykami jak i praktykami. Na etapie opracowywania wartości sprecyzowano zadania dla każdej z przedstawionych grup:

- teoretycy – określenie referencyjnych wartości poszczególnych wielkości ze szczególnym uwzględnieniem wskaźników zmienności. Wiedza statystyczna osób z tej grupy pozwoliła na określenie parametru rozkładu normalnego, w ramach którego losowano wartości zmiennych w każdej z iteracji;
- praktycy – określenie średnich wartości poszczególnych zmiennych decyzyjnych z perspektywy własnych doświadczeń oraz przedsiębiorstw, w których pracowali.

Wartości zmiennych decyzyjnych dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza wykorzystano do określania dynamicznych (obliczanych) wartości zmiennych dla każdej symulacji. Z uwagi na własności generatora wykorzystywanego przez oprogramowanie symulacyjne wartości zmienne w ramach jednej iteracji są takie same. Parametry rozkładu normalnego (przyjmujące wartość zmiennych decyzyjnych w ramach określonego parametru scenariusza) wykorzystywane są do losowania wartości zmiennych dla kolejnych iteracji.

8.2. Plan eksperymentów symulacyjnych

Plan eksperymentów to jeden z kluczowych elementów metody badawczej opartej o modelowanie i symulacje[103]. Pozwala na określenie jakie zjawiska i w jakiej konfiguracji będą badane. Celem niniejszej pracy jest badanie wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia. Do planu eksperymentów włączono zatem parametry scenariusza odzwierciedlające zjawiska, które można zagregować do trzech grup:

- integracja procesów planowania – reprezentowana przez parametr poziom planowania;
- otoczenie przedsiębiorstwa produkcyjnego – reprezentowana przez: wpływ marketingu na wielkość sprzedaży, zmienność losową popytu, sezonowość popytu, trend popytu, wahania losowe popytu, potencjał dostawcy;
- elementy dodatkowe – reprezentowana przez plan konserwacyjno-remontowy.

[103] Mowa tu o eksperymentach sztucznych symulowanych [Kaczmarczyk 2003, s.247] – szerszy opis w rozdziale 5.1.3.

W tabeli 8.2 przedstawiono zestawienie zmiennych wykorzystywanych w eksperymencie symulacyjnym, w nawiasach przedstawiono nazwy atrybutów scenariuszowych wykorzystywanych w modelu symulacyjnym.

Tabela 8.2. Zmienne eksperymentu symulacyjnego

Lp	Parametr scenariusza	Stany parametrów scenariusza	Ilość stanów[104]
1	Poziom planowania (Poziom_planowania)	A, B, C, D	4
2	Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży (Marketing)	N, S, W	3
3	Zmienność losowa popytu (Popyt_Odchylenie_Rzeczywiste)	N, S, W	3
4	Sezonowość popytu (Popyt_Sezonowosc)	N, S, W	3
5	Trend popytu (Popyt_Trend)	N, S, W	3
6	Wahania losowe popytu (Popyt_Wahania_Losowe)	N, S, W	3
7	Potencjał dostawcy (Potencjal_Dostawcy)	N, S, W	3
8	Plan konserwacyjno-remontowy (Remonty)	N, S, W	3

Źródło: Opracowanie własne

Z uwagi na komplementarność czynników opisujących otoczenie przedsiębiorstwa produkcyjnego oraz konieczność zestawienia ich z poziomem integracji procesów planowania zdecydowano o sprawdzeniu wyników każdej możliwej kombinacji (bez powtórzeń) stanów wszystkich parametrów scenariusza. Analizując liczbę parametrów scenariusza oraz ilość stanów, jaką może przyjmować każdy z nich, podstawowy plan eksperymentów składa się z 8748 symulacji. Liczbę symulacji obliczono na podstawie formuły 8.1.

$$4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 8748 \qquad [8.1]$$

Kolejną kwestią w opracowywaniu planu eksperymentów jest ustalenie wymaganej liczby replikacji, czyli ilości symulacji w ramach jednej kombinacji stanów, ale przy różnych wartościach zmiennych obliczanych na podstawie wartości parametrów wynikających ze zmiennych decyzyjnych oraz własności rozkładu normalnego. Określenia liczby replikacji dokonano w kilku etapowym procesie dążąc do uzyskania różnicy względnej pomiędzy średnimi wartościami miar wyników pomiędzy dwoma kolejnymi etapami poniżej 1%. Wartość 1% została założona przez autora pracy z uwagi na częstą praktykę zaokrąglania

[104] Ilość stanów wynika poprzedniej kolumny tabeli „Stany parametrów scenariusza".

wartości miar wyników z dokładnością do 1%. Takie założenie pozwoliło na wyselekcjonowanie liczby replikacji dających stabilną podstawę do wnioskowania na temat zachowania się procesów w warunkach zmienności losowej (zgodnej z rozkładem normalnym) wartości inicjujących. Proces poszukiwania wymaganej liczby replikacji przeprowadzono wykonując symulacje dla wszystkich poziomów integracji procesów planowania oraz wszystkich parametrów scenariusza odnoszących się do otoczenia w warunkach homogeniczności ich stanów (wszystkie atrybuty scenariusza były w stanie N, S lub W – brak rozwiązań kombinatorycznych). Ograniczono się do 4 etapów tego postępowania:

- 2 replikacje – różnica średnich wartości miar wyników – 1,03%;
- 3 replikacje – różnica średnich wartości miar wyników pomiędzy dwoma a trzema replikacjami – 1,71%;
- 10 replikacji – różnica średnich wartości miar wyników pomiędzy trzema a dziesięcioma replikacjami – 0,44%;

Zwiększanie ilości replikacji ponad liczbę 10 zmieniało względnie średnią wartość miar o mniej niż 1% co uznano za wartość graniczną dla poszukiwania satysfakcjonującej liczby powtórzeń. Uwzględniając liczbę replikacji ilość symulacji w opracowanym eksperymencie została zwiększona dziesięciokrotnie i wynosi zgodnie z formułą 8.2 87 480:

$$4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10 = 87480 \qquad [8.2]$$

Tak duża liczba kombinacji wymusiła zastosowanie oprogramowania zawierającego funkcjonalność planowania eksperymentów. Z uwagi na pełną kompatybilność z oprogramowaniem symulacyjnym wybrano w tym celu produkt Minitab 17. Złożoność obliczeń, możliwości oprogramowania symulacyjnego oraz dostępny sprzęt komputerowy spowodowały, że czas przeprowadzenia jednej symulacji dla założonych 14 miesięcy wyniósł około 5 sekund. Computing time[105] dla założonego planu eksperymentu wyniósł około 120 godzin. Tak długi czas wraz z ograniczeniami sprzętowymi wymusił podział eksperymentu na 12 pakietów roboczych, każdy po 7290 symulacji i czasie obliczeń około 10 godzin.

[105] Termin pochodzący z języka angielskiego oznaczający czas potrzebny na wykonanie przez oprogramowanie i/lub maszynę złożonego zadania obliczeniowego.

8.3. Analiza wyników symulacji

8.3.1. Struktura analiz

Celem analizy wyników symulacji jest weryfikacja postawionej w pracy hipotezy badawczej, która brzmi następująco:

H1: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć efektywność przepływu materiałowego.

Dopełnieniem postawionej hipotezy głównej są trzy hipotezy pomocnicze:

- *H2: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym powoduje podwyższenie poziomu obsługi klienta.*
- *H3: Wzrost poziomu integracji procesów planowania pozwala na podwyższenie rentowności sprzedaży przedsiębiorstwa produkcyjnego.*
- *H4: Istotność integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest tym większa im bardziej niestabilne jest jego otoczenie.*

Na potrzeby weryfikacji hipotezy badawczej przyjęto założenie, że zostanie ona zweryfikowana pozytywnie w sytuacji kiedy każda z trzech hipotez pomocniczych zostanie zweryfikowana pozytywnie. Analizy wyników symulacji będą się więc skupiać na weryfikacji hipotez pomocniczych.

Do analizy wykorzystano dane zgromadzone w tabeli zawierającej 87 480 rekordy zbudowanej z 11 kolumn: 8 kolumn z definicją stanów poszczególnych parametrów scenariusza, 2 kolumny z wartościami miar wyników oraz 1 kolumną z informacją o numerze replikacji. Miary, według których dokonywano oceny funkcjonowania przedsiębiorstwa produkcyjnego to[106]:

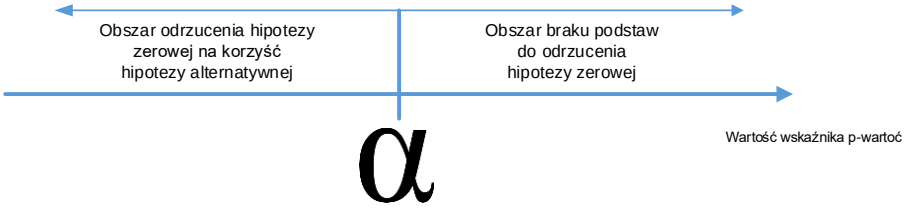
- rentowność sprzedaży (zwaną również w uproszczeniu rentownością) – miara oceniająca system z perspektywy wewnętrznej (precyzyjnie: finansowej) – obrazuje skuteczność przepływu materiałowego[107];
- poziom obsługi klienta (zwany dalej w uproszczeniu OTIF) – miara oceniająca system z perspektywy zewnętrznej (precyzyjnie: klienta) – obrazuje sprawność przepływu materiałowego.

[106] Miary te jako zestaw (dwie) określane są w pracy mianem miar wyników lub miar. W sytuacji kiedy występują oddzielnie mowa jest o wskaźniku rentowności sprzedaży oraz wskaźniku poziomu obsługi klienta OTIF.
[107] Zakładanym celem przedsiębiorstwa jest maksymalizacja stopnia zaspakajania potrzeb klienta.

W ramach opracowywanych analiz wykorzystano zestaw standardowych narzędzi statystycznych służących identyfikacji zależności pomiędzy zmiennymi oraz testowaniu hipotez:

- statystyki opisowe – szukanie odpowiedzi na najprostsze pytania statystyczne dotyczące średnich, odchyleń standardowych, minimalnej i maksymalnej wielkości. Statystyki opisowe uzupełnione zostały o wykresy wartości średnich oraz rozrzutu;
- analiza korelacji – analiza z wykorzystaniem współczynników korelacji Persona (dla wartości liczbowych ciągłych) oraz Rho Spermana (dla wartości rangowanych) ukierunkowana na poszukiwanie zależności pomiędzy dwoma zmiennymi, wartości współczynników korelacji poddane zostały testom istotności w celu potwierdzenia bądź zaprzeczenia występowania związku statystycznego;
- analiza regresji – uzupełnienie analizy korelacji mające na celu zaprezentowanie kierunku i siły związku pomiędzy dwoma zmiennymi, dla każdego modelu regresji obliczono współczynnik determinacji R^2 świadczący o jego dopasowaniu do wartości empirycznych;
- testowanie normalności rozkładu wyników – test przeprowadzono metodą Andresona-Darlinga w celu sprawdzenia czy wyniki (dla każdej z miar) dają się opisać za pomocą parametrów rozkładu normalnego, działanie to miało na celu przygotowanie się do testowania hipotez statystycznych i wyboru odpowiedniego testu;
- testowanie hipotez statystycznych dwustronnych (testy wartości średnich) – mające na celu sprawdzenie czy średnie wartości próbek poddanych testom różnią się w sposób istotny statystycznie. W zależności od wyników testu normalności rozkładu wykorzystane zostały testy ze statystyką U (dla rozkładu normalnego) lub analiza ANOVA z porównywaniem parami metodą Tukeya (dla wyników o rozkładzie innym niż normalny);
- testowanie hipotez statystycznych jednostronnych (testy wartości średnich) – w przypadku potwierdzenia istotności różnic za pomocą testów dwustronnych testy te weryfikowały kierunek zmian (wykorzystane zostały te same narzędzia co w przypadku testów dwustronnych);
- analiza dynamiki zmian – porównywanie wyników na sąsiadujących ze sobą poziomach integracji, co odzwierciedla wpływ zmiany poziomu integracji procesów planowania na wartości miar wyników.

W niniejszym dokumencie miejsce znalazły tylko i wyłącznie wyniki najważniejszych analiz. Kompletne analizy z uwagi na ich objętość oraz spójność dokumentu zamieszczone zostały w załącznikach do pracy. Wymienione wyżej analizy przeprowadzono z wykorzystaniem funkcjonalności pakietu statystycznego Minitab 17 oraz arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel. W testowaniu hipotez wykorzystano wartość wskaźnika p-wartość (ang. *p-value*). Na jego podstawie decydowano o odrzuceniu lub nie hipotezy zerowej. Zasady interpretacji wartości wskaźnika p-wartość w powiązaniu z założonym poziomem istotności α przedstawiono na rysunku 8.1.



Rysunek 8.1. Interpretacja wartości wskaźnika p-wartość

Źródło: Opracowanie własne

Weryfikacja trzech hipotez pomocniczych wymaga określenia struktury analiz tak, aby proces wnioskowania był przejrzysty i spójny oraz aby jego wyniki były rzetelne i dały podstawę uogólnienia. Analizy podzielono na dwie zasadnicze grupy:

- analizy wstępne – zmierzające do identyfikacji podstawowych zależności, podzielone na dwie podgrupy:
    - analiza iteracji – określająca przestrzeń danych do dalszych analiz na podstawie różnic miar wyników w poszczególnych iteracjach[108];
    - analiza zależności pomiędzy miarami wyników – służąca wzmocnieniu lub osłabieniu interpretacji wyników na temat poszczególnych miar[109];
- analizy właściwe – dążące do bezpośredniej weryfikacji postawionych hipotez pomocniczych, z uwagi na różnorodność tych hipotez podzielone na dwie podgrupy:
    - analizy statyczne – opierające się na miarach wyników na określonym poziomie integracji procesów planowania oraz w określonych stanach parametrów scenariusza[110];
    - analizy dynamiczne – opierające się na analizie różnic wartości miar wyników pomiędzy poszczególnymi poziomami integracji procesów

[108] Szczegółowy opis w rozdziale 8.3.2.
[109] Szczegółowy opis w rozdziale 8.3.3.
[110] Szczegółowy opis w rozdziale 8.3.4.

planowania – odzwierciedlające przejście pomiędzy tymi poziomami czy wzrost poziomu integracji[111].

W ramach analiz statycznych dokonano weryfikacji dwóch pierwszych hipotez pomocniczych:

- analiza poziomu obsługi klienta – weryfikująca hipotezę pomocniczą H2;
- analiza poziomu rentowności sprzedaży – weryfikująca hipotezę pomocniczą H3.

Celem analiz dynamicznych była weryfikacja hipotezy pomocniczej H4 w oparciu o wyniki zarówno wskaźnika OTIF jak i rentowności sprzedaży prowadzone w trzech etapach:

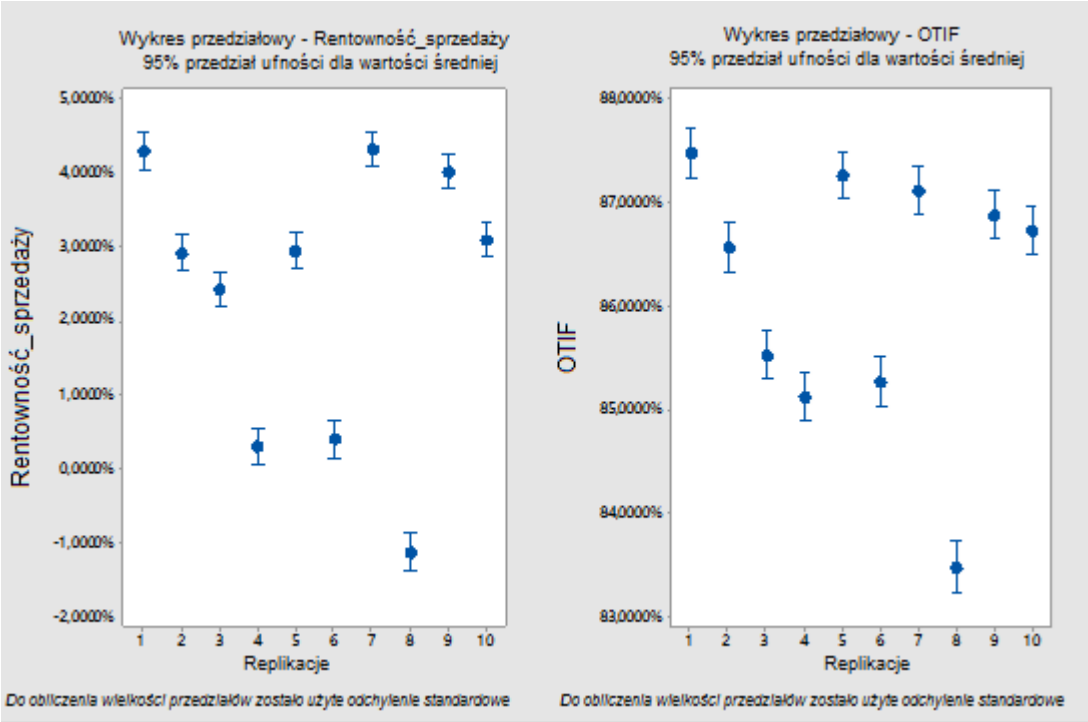
- analiza zasadności podejścia dynamicznego – określająca czy różnice miar wyników pomiędzy poszczególnymi poziomami integracji procesów planowania występują dla różnych stanów parametrów scenariusza;
- analiza różnic wg parametrów scenariusza – sprawdzająca czy możliwa jest jednoznaczna weryfikacja hipotezy pomocniczej H4 w ujęciu nie zagregowanym dla każdego stanu każdego parametru scenariusza według każdej miary wyniku;
- analiza różnic zagregowana – sprawdzająca czy możliwa jest jednoznaczna weryfikacja hipotezy pomocniczej H4 w ujęciu zagregowanym wyróżniającym wyłącznie stany parametrów scenariusza oraz miary wyników.

W kolejnych rozdziałach szczegółowo przedstawiono postępowania analityczne w ramach każdej z wyróżnionych analiz.

8.3.2. Analiza iteracji

Nawiązując do planu eksperymentów symulacyjnych[112] w wyniku wykonanej analizy testowej zdecydowano o przeprowadzeniu symulacji w dziesięciu iteracjach. W pierwszym etapie analizy danych sprawdzono poprawność wyboru ilości replikacji. Analizę tą wykonano według kryterium dwóch miar wyników: rentowności sprzedaży oraz poziomu obsługi klienta (reprezentowanego przez wskaźnik OTIF). Na rysunku 8.2 przedstawiono zestawienie dwóch wykresów ilustrujących średnie wartości obu miar.

[111] Szczegółowy opis w rozdziale 8.3.5.
[112] Plan eksperymentów symulacyjnych opisano w rozdziale 8.2.



Rysunek 8.2. Wartości rentowności sprzedaży i wskaźnika OTIF dla poszczególnych replikacji

Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Analizując wykresy zamieszczone na rysunku 8.2 stwierdzono, że średnie wartości obu miar dla poszczególnych iteracji różnią się od siebie. Jest to jedynie obserwacja o charakterze subiektywnym. Analizę obiektywną tego zjawiska oparto o dwustopniową weryfikację:

- analizę wariancji ANOVA;
- porównywania parami metodą Tukeya.

Celem pierwszego etapu weryfikacji było sprawdzenie czy wartość średnia każdej z miar w przynajmniej jednej iteracji różni się od pozostałych. W związku z tym dla każdej z miar postawiono tożsame pary hipotez statystycznych:

H_0: Średnie wartości wybranej miary dla wszystkich iteracji są sobie równe;

H_1: Przynajmniej jedna wartość średnia (dla jednej replikacji) wybranej miary różni się od pozostałych.

Weryfikację postawionych wyżej hipotez statystycznych przeprowadzono dla poziomu istotności α=0,05. Dla obu miar wyników rentowności sprzedaży i OTIF wartość wskaźnika p-wartość w analizie ANOVA wyniosła 0. Oznacza to, że średnie wartości każdej z miar dla 10 iteracji nie są sobie równe. Ten wniosek stał się podstawą do dalszej analizy mającej na celu wskazanie skali różnic pomiędzy poszczególnymi iteracjami dla każdej z miar

wyników. W tym celu wykorzystano metodę porównywania parami Tukeya przy założeniu 95% przedziału ufności (1-α). Wyniki tej analizy przedstawiono syntetycznie w tabeli 8.3.

Tabela 8.3. Grupowanie średnich wartości miar dla poszczególnych replikacji wg metody porównywania parami Tukeya

Numer replikacji	Grupa wg wskaźnika rentowność sprzedaży	Grupa wg wskaźnika OTIF
1	A	A
2	B C	C
3	C	D
4	D	D
5	B C	A B
6	D	D
7	A	A B
8	E	E
9	A	B C
10	B	B C

Źródło: Opracowanie własne

Z wyników analizy zaprezentowanych w tabeli 8.3 widać, że dla każdej z miar możliwe jest wydzielenie pięciu grup wyników (od A do E)[113]. Zgodnie z metodą Tukeya wydzielenie pięciu grup oznacza, że wyniki każdej z 10 iteracji nie są statystycznie różne od siebie. Można z nich stworzyć pięć grup wyników istotnie statystycznie różnych od siebie. Grupy te, metoda porównywania parami oznacza wielkimi literami alfabetu łacińskiego. Przyporządkowanie każdej z iteracji do określonej grupy przedstawiono w tabeli 8.3. Taka różnorodność wyników uprawnia do założenia, że w całościowej analizie wyników zostaną wykorzystane dane pochodzące ze wszystkich replikacji. Zawężenie danych wejściowych mogłoby wpływać ujemnie na rzetelność wyników analiz.

Szczegółowe wyniki przedstawionych wyżej analiz przedstawiono w załączniku 11. Analiza replikacji.

[113] Zbieżność nazw grup będących wynikiem porównywania parami metodą Tukeya z nazewnictwem poziomów integracji procesów planowania stosowanym w pracy (rozdział 7.2.1) jest przypadkowa i niezamierzona.

8.3.3. Analiza współzależności miar wyników

Analiza grupowania średnich wartości miar wyników dla poszczególnych replikacji zaprezentowana w tabeli 8.3 pozwoliła na postawienie pytania: Czy miara wyniku rentowność sprzedaży zależy od poziomu obsługi klienta (wskaźnika OTIF). Wyraźnie bowiem widać, że przypisywane grupy (wg metody Tukeya) są dla obu miar zbliżone. Oznaczać może to, że wyższym wartościom wskaźnika poziomu obsługi klienta odpowiada wyższa rentowność sprzedaży. W celu obiektywnej identyfikacji tej zależności wykorzystano analizę korelacji z użyciem wskaźnika Pearsona wraz z testem istotności dla wartości tego wskaźnika (przy założeniu poziomu istotności α=0,05). Na potrzeby testu postawiono dwie hipotezy:

H_0: $\rho_S = 0$ *(brak korelacji pomiędzy wartościami miar wyników);*

H_1: $\rho_S \neq 0$ *(istnieje korelacja pomiędzy wartościami miar wyników).*

Wyniki analizy korelacji przedstawiono na rysunku 8.3.

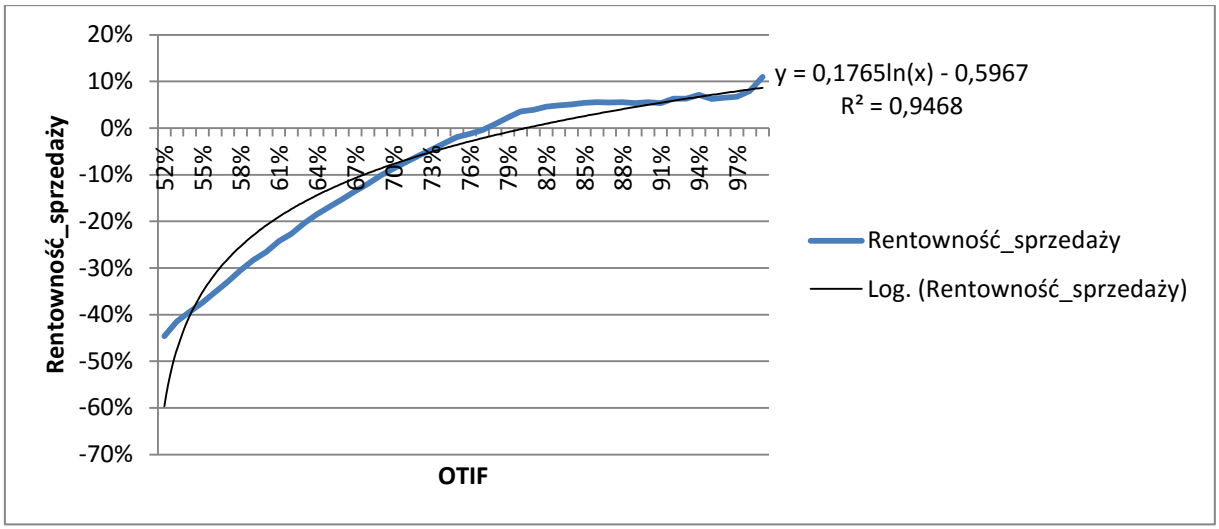
Korelacja: Rentowność_przedaży; OTIF

```
Wskaźnik korelacji Pearsona dla Rentowność_sprzedaży i OTIF = 0,687
p-wartość = 0,000
```

Rysunek 8.3. Raport analizy korelacji pomiędzy wartościami miar wyników
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Jak wynika z rysunku 8.3 wartość wskaźnika korelacji Pearsona na poziomie 0,687 pozwala na udzielenie twierdzącej odpowiedzi na postawione wcześniej pytanie, świadczy ona o silnej korelacji pomiędzy dwoma miarami wyników. Wartość wskaźnika p-wartość pozwala na odrzucenie hipotezy zerowej na korzyść hipotezy alternatywnej o istnieniu korelacji pomiędzy wartościami miar wyników.

W przypadku istnienia korelacji pomiędzy wskaźnikiem rentowności sprzedaży, a wskaźnikiem poziomu obsługi klienta zasadne wydaje się zidentyfikowanie charakteru tej zależności. W tym celu wykorzystano metodę regresji. Wyniki analizy regresji przedstawiono na wykresie 8.1.



Wykres 8.1. Współzależność miar OTIF i rentowność sprzedaży

Źródło: Opracowanie własne

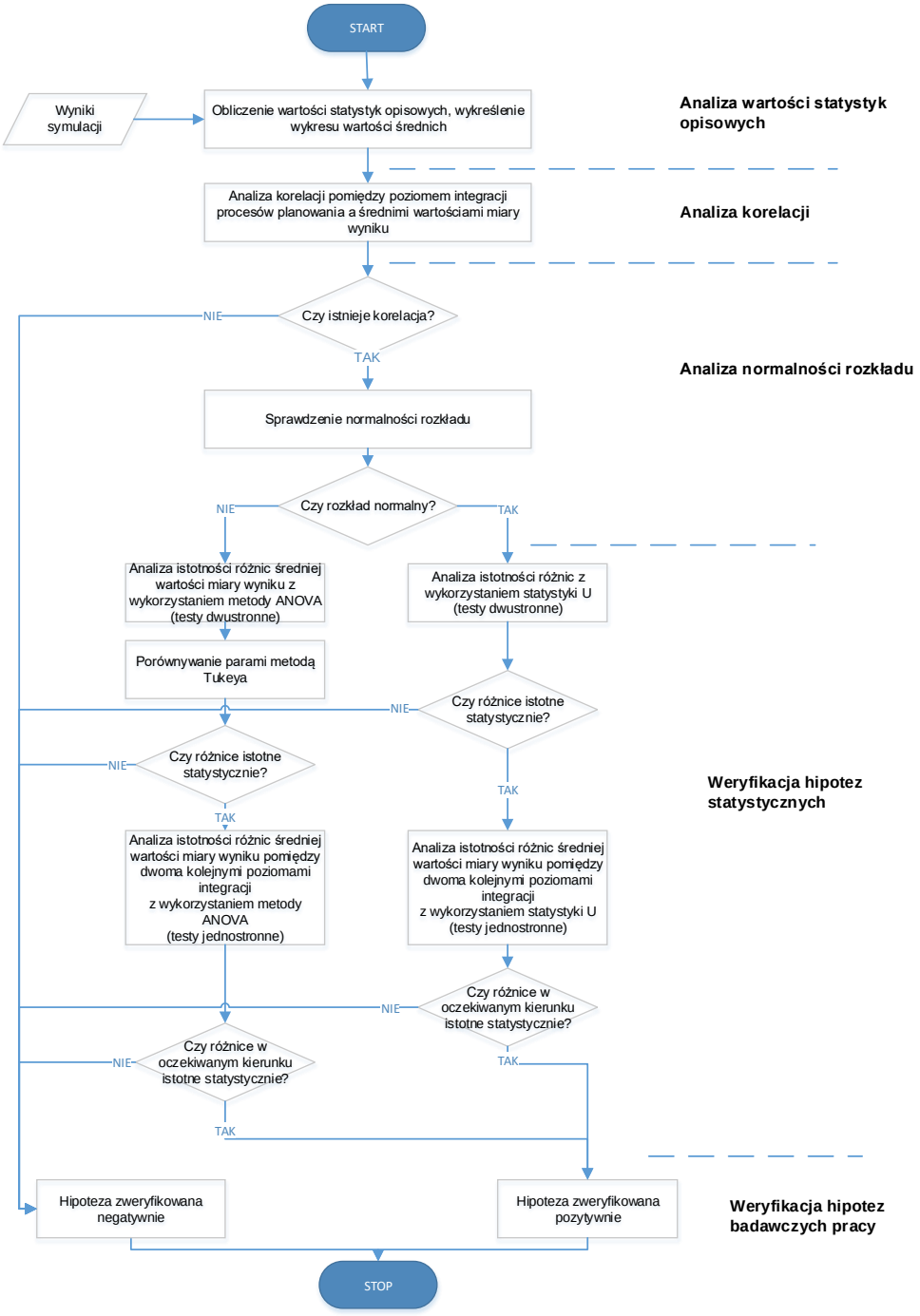
Z wykresu 8.1 wyraźnie widać, że wartość wskaźnika rentowność sprzedaży jest zależna od oferowanego poziomu obsługi klienta (OTIF). Zależność ta ma charakter pozytywny (wzrost poziomu obsługi klienta powoduje wzrost rentowności sprzedaży). Dodatkowo w wyniku przeprowadzonych analiz regresji za najlepiej dopasowaną funkcję do danych empirycznych uznano funkcję logarytmiczną. Funkcja ta o wzorze szczegółowym zaprezentowanym na wykresie 8.1 charakteryzuje się współczynnikiem determinacji na wysokim poziomie blisko 95%.

Zidentyfikowana i zweryfikowana zależność przyczyni się do wzmocnienia interpretacji wyników analiz weryfikujących hipotezy H2 oraz H3. Współzależność wartości tych miar będzie dodatkowym potwierdzeniem bądź zaprzeczeniem wyników testów statystycznych dedykowanych do weryfikacji każdej z hipotez z osobna.

8.3.4. Analiza w ujęciu statycznym

Analiza w ujęciu statycznym to grupa analiz mająca na celu weryfikację hipotez pomocniczych 2 i 3. Ujęcie to nazywane jest statycznym z uwagi na brak rozgraniczenia w nim dynamiki otoczenia przedsiębiorstwa oraz wnioskowanie na temat średnich wartości miary wyników dla każdego z poziomów integracji procesów planowania. W wariancie statycznym nie są liczone różnice względne pomiędzy wartościami miar wyników. Weryfikowane hipotezy odnoszą się tylko do poziomu integracji procesów planowania. Na każdym z poziomów integracji otoczenie przedsiębiorstwa zmienia się w ten sam sposób. Plan eksperymentów zakłada, że na każdym z poziomów integracji elementy otoczenia będą

przyjmowały stany N, S i W[114] tą samą liczbę razy co przy analizie wartości średnich miar wyników (na każdym poziomie integracji procesów planowania) nie będzie miało na nie wpływu. Weryfikacja hipotez pomocniczych w ujęciu statycznym przeprowadzona została zgodnie z algorytmem zaprezentowanym na rysunku 8.4.



Rysunek 8.4. Algorytm weryfikacji hipotez pomocniczych H2 i H3

Źródło: Opracowanie własne

[114] Stany parametrów scenariusza obrazującą zmienność otoczenia wewnętrznego i zewnętrznego przedsiębiorstwa produkcyjnego (N – niska zmienność, S – średnia, W – wysoka). Więcej na ten temat w rozdziale 7.2.2.

Z uwagi na funkcjonowanie dwóch miar wyników zdecydowano o podzieleniu analizy na dwie części: opartą o wartości wskaźnika poziomu obsługi klienta OTIF (część pierwsza) oraz wartości wskaźnika rentowności sprzedaży (część druga). Struktura analiz w każdej z nich będzie tożsama i zgodna z algorytmem zaprezentowanym na rysunku 8.4. Rozwiązanie takie pozwoli na zachowanie przejrzystości i spójności analiz. W dalszej części rozdziału przedstawiono wyniki analiz dla miary poziomu obsługi klienta oraz rentowności sprzedaży.

Analiza poziomu obsługi klienta

Celem analizy wartości wskaźnika OTIF obrazującej oferowany poziom obsługi klienta przez przedsiębiorstwo produkcyjne na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania jest weryfikacja pierwszej hipotezy pomocniczej, która brzmi następująco:

- *H2: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym powoduje podwyższenie poziomu obsługi klienta.*

Analizy wyników rozpoczęto od obliczenia wartości podstawowych statystyk (statystyk opisowych), wśród których wyróżniono:

- liczbę obserwacji – N;
- wartość średnią – Śred.;
- odchylenie standardowe – Odchy.st.;
- wartość minimalną – Min;
- medianę – Mediana;
- wartość maksymalną – Max.

Wartości zaprezentowanych powyżej statystyk wskaźnika OTIF dla każdego poziomu integracji procesów planowania przedstawiono na rysunku 8.5.

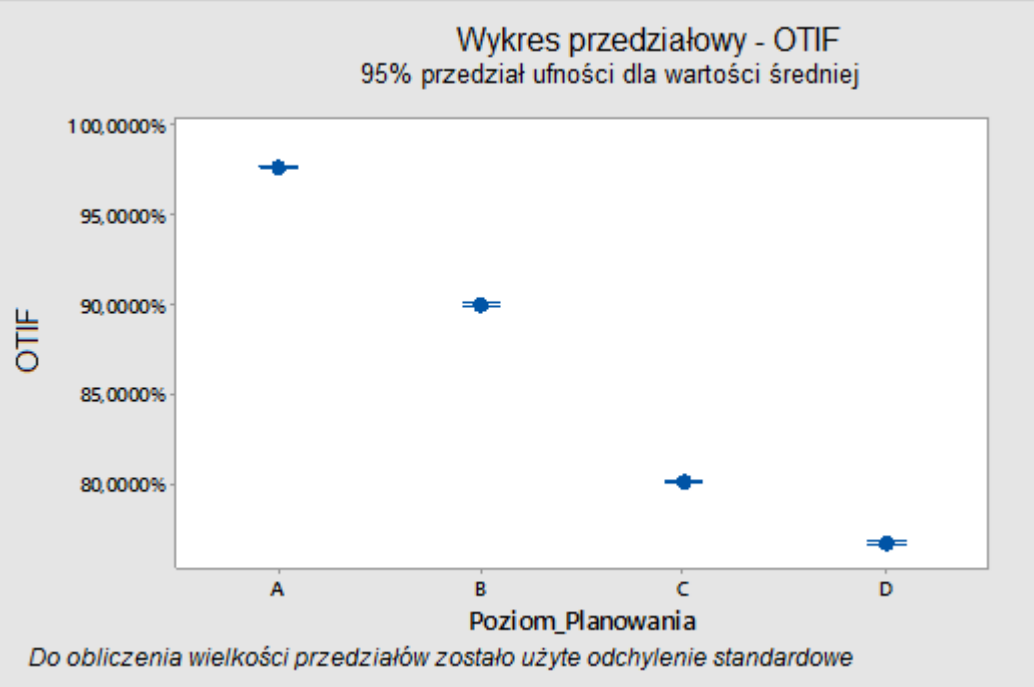
Statystyki opisowe: OTIF

Wartość	Poziom_Planowania	N	Śred.	Odchy.st.	Min.	Mediana	Max.
OTIF	A	21870	0,97629	0,03085	0,84402	0,99163	1,00000
	B	21870	0,90021	0,06302	0,74985	0,91405	1,00000
	C	21870	0,80174	0,10321	0,54179	0,80789	1,00000
	D	21870	0,76735	0,08871	0,52574	0,76654	1,00000

Rysunek 8.5. Raport statystyk opisowych wartości wskaźnika OTIF
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Z zaprezentowanych na rysunku 8.5 wartości statystyk wnioskować można, że średni poziom obsługi klienta rośnie wraz ze wzrostem poziomu integracji procesów planowania. Warto również zauważyć, że odchylenie standardowe wartości wskaźnika OTIF jest niższe dla wyższych poziomów integracji. Dodatkowo przedział pomiędzy wartością minimalną

a maksymalną wskaźnika maleje wraz ze wzrostem poziomu integracji. Obserwacje te mogą świadczyć o tym, że podwyższanie poziomu integracji procesów planowania nie tylko podwyższa poziom obsługi klienta, ale również stabilizuje jego wartości. Ilustrację graficzną wartości średniej wraz z jej przedziałem ufności zaprezentowano na wykresie 8.2.



Wykres 8.2. Wartości miary OTIF dla poszczególnych poziomów integracji procesów planowania

Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Wykres 8.2 potwierdza wcześniejsze obserwacje na temat wpływu poziomu integracji procesów planowania na poziom obsługi klienta oferowany przez przedsiębiorstwo produkcyjne. Są to jednak analizy subiektywne. Pierwszą obiektywną analizą mającą potwierdzić te obserwacje jest analiza korelacji przeprowadzona z wykorzystaniem współczynnika korelacji rho Spearmana. Wykorzystano ten wskaźnik z uwagi na opis jakościowy poziomu integracji symbolizowany przez wartości literowe. W celu precyzyjniejszej interpretacji wyników korelacji przeprowadzono również test istotności wartości współczynnika rho Spearmana przy założeniu poziomu istotności α=0,05. W teście tym postawiono następujące hipotezy:

H_0: $\rho_{S_{SIR}} = 0$ *(brak korelacji pomiędzy wartością wskaźnika OTIF a poziomem integracji);*

H_1: $\rho_{S_{SIR}} \neq 0$ *(istnieje korelacja pomiędzy wartością wskaźnika OTIF a poziomem integracji).*

Wartość współczynnika korelacji oraz wskaźnika p-wartość przedstawiono na rysunku 8.6.

Spearman Rho: Poziom_Planowania_Liczba; OTIF

```
Spearman rho dla Poziom_Planowania_Liczba i OTIF = 0,760
p-wartość = 0,000
```

Rysunek 8.6. Raport analizy korelacji pomiędzy poziomem integracji procesów planowania a wskaźnikiem OTIF
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Przedstawiona na rysunku 8.6 wartość współczynnika korelacji rho Spearmana na poziomie 0,76 świadczy o dużej zależności pomiędzy poziomem integracji procesów planowania a oferowanym przez przedsiębiorstwo poziomem obsługi klienta. Dowodzi o tym również wynik testu, w którym na podstawie wartości wskaźnika p-wartość odrzucono hipotezę zerową o braku zależności.

Ostatecznym etapem weryfikacji postawionej hipotezy pomocniczej H2 będzie przeprowadzenie testów statystycznych dla wartości średnich wskaźnika OTIF dla poszczególnych poziomów integracji procesów planowania. Dokonując wyboru metody weryfikacji konieczne było sprawdzenie, czy wyniki dla każdego poziomu mają rozkład normalny. Dla każdego z czterech poziomów postawiono parę hipotez statystycznych:

H_0: rozkład wartości wskaźnika OTIF ma charakter normalny;

H_1: rozkład wartości wskaźnika OTIF nie ma charakteru normalnego.

Wyniki testu normalności rozkładu dla wszystkich poziomów integracji procesów planowania przedstawiono w tabeli 8.4.

Tabela 8.4. Wartości wskaźnika p-wartość dla testu normalności rozkładu wartości wskaźnika OTIF

Wyniki dla poziomu integracji procesów planowania[115]	Wartość wskaźnika p-wartość
A	<0,005
B	<0,005
C	<0,005
D	<0,005

Źródło: Opracowanie własne

[115] Szczegółowy opis charakterystyki każdego z poziomów integracji procesów planowania przedstawiono w tabeli 7.3 w rozdziale 7.2.1.

Przedstawione w tabeli 8.4 wyniki nakazują odrzucenie hipotezy zerowej o normalności rozkładu dla wyników na każdym z poziomów integracji procesów planowania. W takiej sytuacji do testowania hipotez statystycznych wykorzystano metodę analizy wariancji ANOVA. W pierwszym kroku sprawdzono czy średnie wartości poziomu obsługi klienta na każdym z poziomów integracji procesów planowania różnią się od siebie w sposób istotny statystycznie. W tym celu postawiono następującą parę hipotez:

H_0: średnie wartości wskaźnika OTIF dla każdego poziomu integracji procesów planowania są sobie równe;

H_1: średnie wartości wskaźnika OTIF dla każdego poziomu integracji procesów planowania różnią się.

Testowanie przeprowadzono przy założeniu poziomu istotności α=0,05. Wyniki analizy ANOVA zaprezentowano na rysunku 8.7.

Analiza wariancji

Źródło	DF	SS	MS	f-wartość	p-wartość
Poziom_Planowania	3	592,9	197,634	33720,54	0,000
Błąd	87476	512,7	0,006		
Suma	87479	1105,6			

Rysunek 8.7. Raport analizy wariancji ANOVA o wartości średniej wskaźnika OTIF na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Wartość wskaźnika p-wartość 0 zaprezentowana na rysunku 8.7 pozwala na odrzucenie hipotezy zerowej o równości wartości średnich wskaźnika OTIF. Oznacza to, że wartości poziomu obsługi klienta przynajmniej dla jednego poziomu integracji procesów planowania różnią się od pozostałych. To stwierdzenie pozwala na przeprowadzenie porównywania parami metodą Tukeya, którego wyniki przedstawiono na rysunku 8.8.

Porównywanie parami metodą Tukeya

Dla okreslenia grup wyników wykorzystano metodę Tukeya przy założeniu 95% przedziału ufności.

Poziom_Planowania	N	Śred.	Grupy
A	21870	0,976287	A
B	21870	0,900208	B
C	21870	0,801737	C
D	21870	0,767350	D

Rysunek 8.8. Raport porównywania parami metodą Tukeya wartości średniej wskaźnika OTIF na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Zaprezentowane na rysunku 8.8 wyniki porównywania parami metodą Tukeya pozwalają na stwierdzenie, że średnia wartość wskaźnika OTIF dla każdego z poziomów integracji procesów planowania jest od siebie różna (wyniki przypisano do 4 oddzielnych grup – kolumna Grupy). Ostatnim etapem weryfikacji hipotezy pomocniczej H2 jest więc sprawdzenie czy średnie wartości miary poziomu obsługi klienta rosną wraz z przechodzeniem na wyższy poziom integracji. W tym celu wykorzystane zostaną testy statystyczne jednostronne. Cztery poziomy integracji podzielono na 3 pary sąsiadujących ze sobą poziomów i dla każdej pary postawiono hipotezę zerową oraz hipotezę alternatywną według poniższego schematu:

- Średnie wartości poziomu obsługi klienta na poziomie integracji procesów planowania A oraz B ($\mu_{OTIF_A}, \mu_{OTIF_B}$):

H_0: $\mu_{OTIF_A} = \mu_{OTIF_B}$*(średnie wartości wskaźnika OTIF na poziomie integracji procesów planowania A i B są sobie równe);*

H_1: $\mu_{OTIF_A} > \mu_{OTIF_B}$ *(średnie wartości wskaźnika OTIF na poziomie integracji procesów planowania A są wyższe niż na poziomie B).*

- Średnie wartości poziomu obsługi klienta na poziomie integracji procesów planowania B oraz C ($\mu_{OTIF_B}, \mu_{OTIF_C}$):

H_0: $\mu_{OTIF_B} = \mu_{OTIF_C}$*(średnie wartości wskaźnika OTIF na poziomie integracji procesów planowania B i C są sobie równe);*

H_1: $\mu_{OTIF_B} > \mu_{OTIF_C}$ *(średnie wartości wskaźnika OTIF na poziomie integracji procesów planowania B są wyższe niż na poziomie C).*

- Średnie wartości poziomu obsługi klienta na poziomie integracji procesów planowania C oraz D ($\mu_{OTIF_C}, \mu_{OTIF_D}$):

H_0: $\mu_{OTIF_C} = \mu_{OTIF_D}$*(średnie wartości wskaźnika OTIF na poziomie integracji procesów planowania C i D są sobie równe);*

H_1: $\mu_{OTIF_C} > \mu_{OTIF_D}$ *(średnie wartości wskaźnika OTIF na poziomie integracji procesów planowania C są wyższe niż na poziomie D).*

Wyniki testów statystycznych (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) dla każdej z powyższych par hipotez przedstawiono w tabeli 8.5.

Tabela 8.5. Wartości wskaźnika p-wartość dla testów jednostronnych wartości wskaźnika OTIF

Poziomy integracji, których różnice badano	Wartość wskaźnika p-wartość
A-B	0,001
B-C	0,001
C-D	0,001

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione w tabeli 8.5 wartości wskaźnika p-wartość pozwalają na odrzucenie hipotezy zerowej dla każdej z trzech par postawionych wyżej hipotez. Oznacza to, że średnia wartość wskaźnika OTIF jest zawsze wyższa dla wyższego poziomu integracji procesów planowania. Tym samym hipoteza pomocnicza:

- *H2: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym powoduje podwyższenie poziomu obsługi klienta,*

została zweryfikowana pozytywnie.

W powyższej prezentacji analizy zamieszczono tylko najistotniejsze jej elementy. Kompletną analizę wraz z wykresami zamieszczono w załączniku 12. Analizy H2 OTIF.

Analiza rentowności sprzedaży

Celem analizy wartości wskaźnika rentowności sprzedaży przedsiębiorstwa produkcyjnego na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania jest wersyfikacja drugiej hipotezy pomocniczej, która brzmi następująco:

- *H3: Wzrost poziomu integracji procesów planowania pozwala na podwyższenie rentowności sprzedaży przedsiębiorstwa produkcyjnego.*

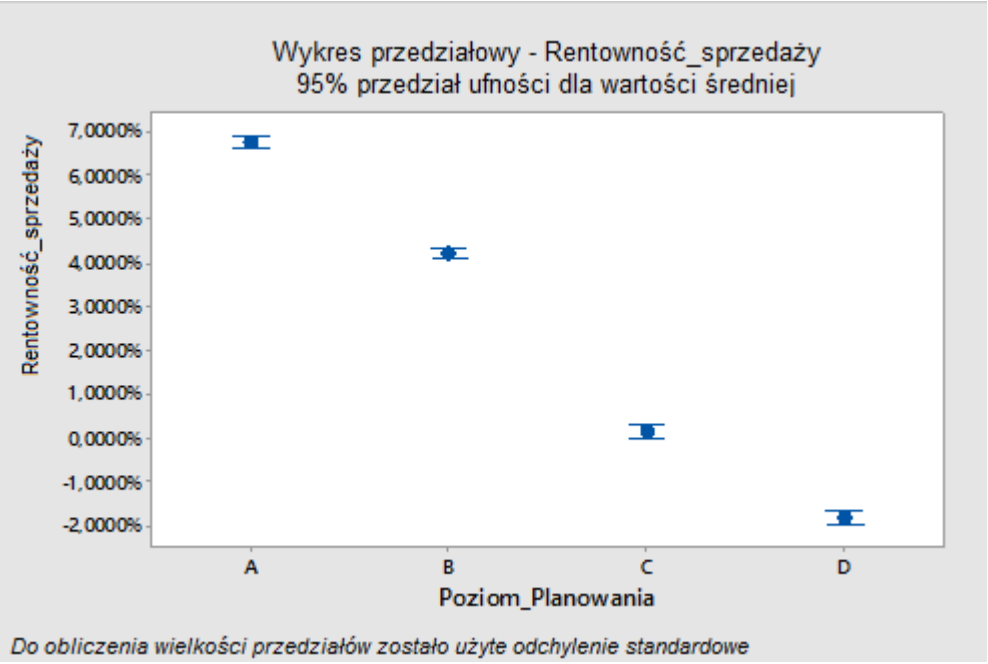
Analizy wyników rozpoczęto od obliczenia wartości podstawowych statystyk wskaźnika rentowności sprzedaży dla każdego poziomu integracji procesów planowania. Wyniki tej analizy przedstawiono na rysunku 8.9.

Statystyki opisowe: Rentowność_sprzedaży

Wartość	Poziom_Plan.	N	Śred	Odch.st.	Min.	Mediana	Max
Rentowność	A	21870	0,067623	0,110632	-0,218794	0,065164	0,273960
	B	21870	0,042555	0,089620	-0,225809	0,047648	0,254179
	C	21870	0,001801	0,121492	-0,409937	0,010049	0,263929
	D	21870	-0,017889	0,118326	-0,454063	-0,004909	0,228056

Rysunek 8.9. Raport statystyk opisowych wartości wskaźnika rentowności sprzedaży
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Jak wynika z rysunku 8.9 podobnie jak w przypadku analizy poziomu obsługi klienta tak i średnia rentowność sprzedaży rośnie wraz ze wzrostem poziomu integracji procesów planowania. Nie można jednak wysuwać żadnych wniosków dotyczących zależności pomiędzy poziomem integracji, a wartościami odchylenia standardowego czy różnicy pomiędzy wartościami maksymalnymi i minimalnymi. Ilustrację graficzną wartości średniej wraz z jej przedziałem ufności zaprezentowano na wykresie 8.3.



Wykres 8.3. Wartości miary rentowność sprzedaży dla poszczególnych poziomów integracji procesów planowania
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Wykres 8.3 potwierdza wcześniejsze obserwacje na temat wpływu poziomu integracji procesów planowania na rentowność sprzedaży przedsiębiorstwa produkcyjnego. Podobnie jak w przypadku wnioskowania na temat poziomu obsługi klienta tak i dla rentowności sprzedaży zdecydowano o przeprowadzeniu analizy korelacji z wykorzystaniem współczynnika korelacji rho Spearmana wraz z testem istotności dla jego wartości (α=0,05). W teście tym postawiono następujące hipotezy:

H_0: $\rho_{S_{SIR}} = 0$ *(brak korelacji pomiędzy wartością rentowności sprzedaży a poziomem integracji);*

H_1: $\rho_{S_{SIR}} \neq 0$ *(istnieje korelacja pomiędzy wartością rentowności sprzedaży a poziomem integracji).*

Wartość współczynnika korelacji oraz wskaźnika p-wartość przedstawiono na rysunku 8.10.

Spearman Rho: Poziom_Planowania_Liczba; Rentowność_sprzedaży

```
Spearman rho dla Poziom_Planowania_Liczba i Rentowność_sprzedaży = 0,260
p-wartość = 0,000
```

Rysunek 8.10. Raport analizy korelacji pomiędzy poziomem integracji procesów planowania a wskaźnikiem rentowności sprzedaży
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Zaprezentowana na rysunku 8.10 wartość współczynnika korelacji rho Spearmana jest niska i sama w sobie nie pozwala na stwierdzenie występowania zależności. O istnieniu korelacji dowodzi wynik testu istotności, w którym na podstawie wartości wskaźnika p-wartość odrzucono hipotezę zerową o braku zależności.

Ostatecznym etapem weryfikacji postawionej hipotezy pomocniczej H3 będzie przeprowadzenie testów statystycznych dla wartości średnich rentowności sprzedaży dla poszczególnych poziomów integracji procesów planowania. Analogicznie jak dla wskaźnika OTIF sprawdzono czy wyniki dla każdego poziomu mają rozkład normalny. Dla każdego z czterech poziomów postawiono parę hipotez statystycznych:

H_0: rozkład wartości rentowności sprzedaży ma charakter normalny;

H_1: rozkład wartości rentowności sprzedaży nie ma charakteru normalnego.

Wyniki testu normalności rozkładu dla wszystkich poziomów integracji procesów planowania przedstawiono w tabeli 8.6.

Tabela 8.6. Wartości wskaźnika p-wartość dla testu normalności rozkładu wartości miary rentowność sprzedaży

Wyniki dla poziomu integracji procesów planowania	Wartość wskaźnika p-wartość
A	<0,005
B	<0,005
C	<0,005
D	<0,005

Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie wartości wskaźników p-wartość przedstawionych w tabeli 8.6 wnioskuje się, że wyniki na żadnym z poziomów integracji nie charakteryzują się rozkładem normalnym. Wybrano tym samym identyczne narzędzia analizy jak w przypadku poziomu obsługi klienta.

W pierwszym kroku za pomocą analizy ANOVA sprawdzono czy średnie wartości rentowności sprzedaży na każdym z poziomów integracji procesów planowania różnią się od siebie w sposób istotny statystycznie. W tym celu postawiono następującą parę hipotez:

H_0: średnie wartości rentowności sprzedaży dla każdego poziomu integracji procesów planowania są sobie równe;

H_1: średnie wartości rentowności sprzedaży dla każdego poziomu integracji procesów planowania różnią się.

Testowanie przeprowadzono przy założeniu poziomu istotności α=0,05. Wyniki analizy ANOVA zaprezentowano na rysunku 8.11.

Analiza wariancji

Źródło	DF	SS	MS	f-wartość	p-wartość
Poziom_Planowania	3	98,28	32,7600	2672,51	0,000
Błąd	87476	1072,29	0,0123		
Suma	87479	1170,57			

Rysunek 8.11. Raport analizy wariancji ANOVA o wartości średniej wskaźnika rentowności sprzedaży na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Zaprezentowana na rysunku 8.11 wartość wskaźnika p-wartość 0 pozwala na odrzucenie hipotezy zerowej o równości wartości średnich rentowności sprzedaży. To stwierdzenie uzasadnia przeprowadzenie porównywania parami metodą Tukeya, którego wyniki przedstawiono na rysunku 8.12.

Porównywanie parami metodą Tukeya

Dla okreslenia grup wyników wykorzystano metodę Tukeya przy założeniu 95% przedziału ufności.

Poziom_Planowania	N	Średnia	Grupy
A	21870	0,067623	A
B	21870	0,042555	B
C	21870	0,001801	C
D	21870	-0,017889	D

Rysunek 8.12. Raport porównywania parami metodą Tukeya wartości średniej wskaźnika rentowności sprzedaży na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Na podstawie zaprezentowanych na rysunku 8.12 wyników porównywania parami metodą Tukeya stwierdzono, że średnia wartość sprzedaży dla każdego z poziomów integracji procesów planowania jest od siebie różna (wyniki przypisano do 4 oddzielnych grup – kolumna Grupy). Ostatnim etapem weryfikacji hipotezy pomocniczej H3 jest więc sprawdzenie czy średnie wartości rentowności sprzedaży rosną wraz z przechodzeniem

na wyższy poziom integracji. W tym celu stworzono 3 pary hipotez statystycznych dla sąsiadujących ze sobą poziomów integracji procesów planowania:

- Średnie wartości rentowności sprzedaży (w skrócie RENT) na poziomie integracji procesów planowania A oraz B ($\mu_{RENT_A}, \mu_{RENT_B}$):

H_0: $\mu_{RENT_A} = \mu_{RENT_B}$ *(średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania A i B są sobie równe)*

H_1: $\mu_{RENT_A} > \mu_{RENT_B}$ *(średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania A są wyższe niż na poziomie B)*

- Średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania B oraz C ($\mu_{RENT_B}, \mu_{RENT_C}$):

H_0: $\mu_{RENT_B} = \mu_{RENT_C}$*(średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania B i C są sobie równe)*

H_1: $\mu_{RENT_B} > \mu_{RENT_C}$*(średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania B są wyższe niż na poziomie C)*

- Średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania C oraz D ($\mu_{RENT_C}, \mu_{RENT_D}$):

H_0: $\mu_{RENT_C} = \mu_{RENT_D}$*(średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania C i D są sobie równe)*

H_1: $\mu_{RENT_C} > \mu_{RENT_D}$*(średnie wartości rentowności sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania C są wyższe niż na poziomie D)*

Wyniki testów statystycznych (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) dla każdej z powyższych par hipotez przedstawiono w tabeli 8.7.

Tabela 8.7. Wartości wskaźnika p-wartość dla testów jednostronnych wartości miary rentowność sprzedaży

Poziomy integracji, których różnice badano	Wartość wskaźnika p-wartość
A-B	0,001
B-C	0,001
C-D	0,001

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione w tabeli 8.7 wartości wskaźnika p-wartość nakazują odrzucenie hipotezy zerowej dla każdej z trzech par postawionych wyżej hipotez. Wnioskuje się zatem, że średnia wartość rentowności sprzedaży rośnie przy przechodzeniu na wyższe poziomy integracji procesów planowania. Tym samym hipoteza pomocnicza:

- *H3: Wzrost poziomu integracji procesów planowania pozwala na podwyższenie rentowności sprzedaży przedsiębiorstwa produkcyjnego,*

została zweryfikowana pozytywnie.

W powyższej prezentacji analizy zamieszczono tylko najistotniejsze jej elementy. Kompletną analizę wraz z wykresami zamieszczono w załączniku 13. Analizy H3 Rentowność sprzedaży.

8.3.5. Analiza w ujęciu dynamicznym

Celem analizy dynamicznej jest weryfikacja hipotezy pomocniczej odnoszącej się do współzależności pomiędzy poziomem integracji procesów planowania i stabilnością otoczenia w jakim funkcjonuje przedsiębiorstwo. Ostatnia z hipotez pomocniczych brzmi następująco:

- *H4: Istotność integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest tym większa im bardziej niestabilne jest jego otoczenie.*

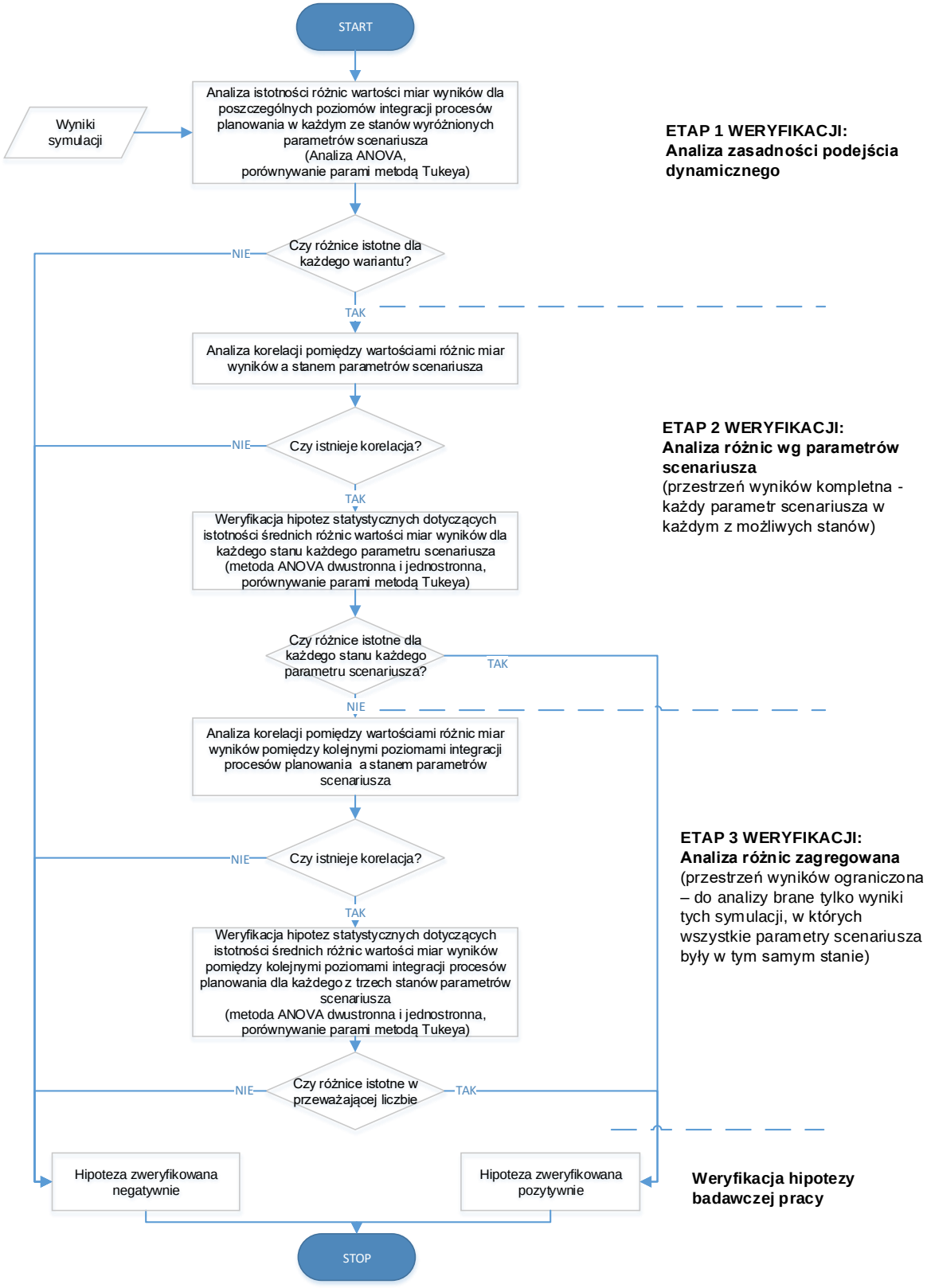
Istotność integracji procesów planowania rozumiana będzie jako jej wpływ na wartości wskaźników rentowności sprzedaży i poziomu obsługi klienta (OTIF). W celu określenia wpływu integracji procesów planowania na miary wyników zdecydowano o wykorzystaniu podejścia dynamicznego, czyli uwzględniającego zmianę poziomu integracji. W podejściu dynamicznym analizy dotyczą różnic wartości miar wyników pomiędzy dwoma najbliższymi poziomami integracji procesów planowania[116]. Wpływ integracji procesów planowania na efektywność utożsamiany będzie, zatem z tak rozumianymi różnicami. Im różnica między wartościami miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania będzie większa tym wpływ tej integracji na efektywność przepływu materiałowego będzie większy. Zmienność otoczenia zamodelowana została przy wykorzystaniu sześciu elementów otoczenia oraz jednego elementu uzupełniającego, które zgodnie z przyjętym w pracy nazewnictwem określono mianem parametrów scenariusza. Zmienność otoczenia

[116] Obliczono różnice wartości wskaźnika rentowności sprzedaży pomiędzy poziomami integracji A i B, B i C oraz C i D. Różnice obliczono dla tej samej iteracji oraz tych samych stanów parametrów scenariusza odzwierciedlających charakterystyki elementów otoczenia. Analogicznie postąpiono w wprzypadku wskaźnika OTIF.

odzwierciedlona została zgodnie z założeniami modelowymi poprzez stany parametrów scenariusza: N-niska niestabilność, S-średnia, W-wysoka[117].

Analizę w ujęciu dynamicznym zaplanowano w trzech etapach. Ilość etapów niezbędna do weryfikacji postawionej hipotezy badawczej będzie zależała od wyników weryfikacji stawianych w trakcie analizy hipotez statystycznych. Algorytm analizy w tym zakresie przedstawiono na rysunku 8.13.

[117] Szczegółowy opis modelowania tych elementów zamieszczono w rozdziale 7.2.2.



Rysunek 8.13. Algorytm weryfikacji hipotezy pomocniczej H4

Źródło: Opracowanie własne

W każdym z przedstawionych na rysunku 8.13 etapów weryfikacji hipotezy wykonywane są analizy ANOVA dwustronne, jednostronne oraz porównywanie parami metodą Tukeya. Schemat ich realizacji jest tożsamy z tym wykorzystywanym w weryfikacji hipotez pomocniczych H2 i H3[118]. Szczegółowy opis analiz statystycznychz podziałem na etapy eryfikacji przedstawiono w dalszej części niniejszego rozdziału.

ETAP 1 WERYFIKACJI: Analiza zasadności podejścia dynamicznego

W pierwszym etapie analiz dążących do weryfikacji hipotezy pomocniczej H4 sprawdzano czy przyjęte miary wyników różnią się od siebie na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania w każdym stanie parametrów scenariusza (symbolizujących zmienność otoczenia). Działanie to było konieczne, aby móc zastosować wariant dynamiczny analizy (różnic wartości pomiędzy poziomami integracji)[119]. W tym celu wykorzystano analizę ANOVA (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) stawiając 42 pary hipotez statystycznych (po 21[120] par dla każdej z miary wyników) o następującym brzmieniu:

H_0: średnie wartości miary wyników dla każdego poziomu integracji procesów planowania w określonym stanie wybranego parametru scenariusza są sobie równe;

H_1: średnie wartości miary wyników dla każdego poziomu integracji procesów planowania w określonym stanie wybranego parametru scenariusza różnią się.

Wyniki analiz ANOVA średnich wartości miar wyników przedstawiono w tabeli 8.8.

Tabela 8.8. Wartości wskaźnika p-wartość analizy ANOVA średnich wartości miar wyników dla czterech poziomów integracji procesów planowania

Parametr scenariusza	Wartość wskaźnika p-wartość dla analizy rentowności sprzedaży			Wartość wskaźnika p-wartość dla analizy wskaźnika OTIF		
	N	S	W	N	S	W
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zmienność losowa popytu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sezonowość popytu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trend popytu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Wahania losowe popytu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Potencjał dostawcy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Plan konserwacyjno-remontowy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Źródło: Opracowanie własne

[118] Przedstawione na rysunku 8.4 w rozdziale 8.3.4.
[119] W przypadku braku istotnych różnic pomiędzy poziomami integracji obliczanie różnic nie miałoby sensu.
[120] 21 par hipotez statystycznych dla każdej z miar wynika z analizy 7 parametrów scenariusza mogących przyjmować po 3 stany każdy.

Wartości wskaźnika p-wartość dla wszystkich wykonanych testów statystycznych są mniejsze od założonego poziomu istotności zatem dla każdej pary hipotez odrzucono hipotezę zerową. Wnioskuje się zatem, że wartości miar wyników dla wszystkich poziomów integracji procesów planowania dla każdego z parametrów scenariusza we wszystkich jego stanach nie są sobie równe. Uzupełnieniem tej analizy jest porównywanie parami metodą Tukeya pozwalające określić dla ilu poziomów integracji procesów planowania dla każdego parametru scenariusza w każdym z jego stanów średnie wartości miar wyników różnią się. Wydzielenie 4 grup w analizie Tukeya oznacza, że różnice te występują pomiędzy wszystkimi kolejnymi poziomami integracji[121]. Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 8.9.

Tabela 8.9. Ilość grup wydzielonych w porównywaniu parami metodą Tukeya średnich wartości miar wyników dla czterech poziomów integracji procesów planowania

Parametr scenariusza	Wg rentowności sprzedaży			Wg wskaźnika OTIF		
	N	S	W	N	S	W
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	3	4	4	4	4	4
Zmienność losowa popytu	4	4	4	4	4	4
Sezonowość popytu	4	4	3	4	4	4
Trend popytu	4	4	4	4	4	4
Wahania losowe popytu	3	4	4	4	4	4
Potencjał dostawcy	3	4	4	4	4	4
Plan konserwacyjno-remontowy	4	4	3	4	4	4

Źródło: Opracowanie własne

W porównywaniu parami wg miary rentowności sprzedaży dla dwóch parametrów scenariusza wydzielono 4 grupy, co oznacza, że średnie wartości miary rentowności sprzedaży różnią się od siebie dla każdego z poziomów integracji procesów planowania. Dla pozostałych parametrów wydzielono 3 grupy, co również świadczy o dużym zróżnicowaniu wartości tej miary[122]. W przypadku wskaźnika OTIF dla każdego z analizowanych wariantów wydzielono po 4 grupy co obrazuje jeszcze większe jego zróżnicowanie niż w przypadku rentowności sprzedaży.

[121] W modelu zdefiniowano cztery możliwe poziomy integracji procesów planowania (cztery stany parametru scenariusza Poziom_Planowania – A, B, C, D – tabela 7.3). Porównywanie parami metodą Tukeya wskazuje na ile grup różniących się istotnie statystycznie od siebie można podzielić wyniki symulacji. W sytuacji gdy porównywanie parami wskaże możliwość wydzielenia 4 grup według kryterium parametru scenariusza Poziom_Planowania oznacza to, że wartości określonej miary wyniku dla każdego poziomu integracji procesów planowania są od siebie istotnie statystycznie różne, a zatem poziom planowania ma wpływ na wartość miary wyniku.

[122] Oznacza to, że wartości miary wyniku dla dwóch poziomów integracji procesów planowania nie różnią się od siebie w sposób istotny statystycznie.

Przedstawione powyżej wyniki analiz zróżnicowania wartości miar wyników pozwalają stwierdzić, że możliwe jest zastosowanie podejścia dynamicznego opierającego się na wartościach różnic tych miar pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania. Szczegółowo powyższe analizy przedstawiono w załączniku 14. Analiza zasadności podejścia dynamicznego.

ETAP 2 WERYFIKACJI: Analiza różnic wg parametrów scenariusza

Różnice wartości miar wyników obliczone zostały w wariancie pozytywnym zakładającym wyniki poprzednich analiz[123], a zatem od wartości miary wyniku na wyższym poziomie integracji procesów planowania odejmowano jej wartość na poziomie niższym (różnica względna). Dodatnie wartości różnic świadczą o przebiegu zjawiska zgodnym z oczekiwanym (wyższy poziom integracji powoduje wyższą wartość miary wyniku). Średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania przedstawiono w tabelach 8.10 oraz 8.11.

Tabela 8.10. Wartości średnich różnic miary rentowność sprzedaży pomiędzy dwoma sąsiadującymi poziomami integracji procesów planowania[124]

Stan parametru	N			S			W		
Parametr scenariusza / Poziomy integracji procesów planowania	**B-A**	**C-B**	**D-C**	**B-A**	**C-B**	**D-C**	**B-A**	**C-B**	**D-C**
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	0,27%	-1,45%	0,96%	1,90%	1,73%	2,58%	5,34%	11,95%	2,36%
Zmienność losowa popytu	2,38%	1,49%	2,13%	2,48%	3,57%	2,20%	2,67%	7,16%	1,58%
Sezonowość popytu	2,24%	8,30%	3,21%	1,35%	3,74%	2,32%	3,93%	0,18%	0,38%
Trend popytu	1,71%	1,62%	2,17%	2,32%	3,86%	2,08%	3,49%	6,74%	1,65%
Wahania losowe popytu	2,48%	4,73%	-0,17%	2,42%	4,35%	1,38%	2,61%	3,15%	4,70%
Potencjał dostawcy	5,40%	4,48%	-0,15%	2,64%	4,17%	1,42%	-0,52%	3,57%	4,63%
Plan konserwscyjno-remontowy	5,69%	3,63%	2,85%	2,12%	4,45%	1,85%	-0,29%	4,14%	1,21%

Źródło: Opracowanie własne

[123] Weryfikację hipotez pomocniczych H2 i H3 przedstawiono w rozdziale 8.3.4.

[124] W tabeli przedstawiono różnice względne wskaźnika rentowności sprzedaży. Różnica 0,27% pomiędzy poziomami B i A dla parametru „Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży" w stanie N oznacza, że średnia rentowność sprzedaży na poziomie integracji procesów planowania A jest wyższa od wartości tego wskaźnika na poziomie B integracji o 0,27% (przy założeniu niskiego wpływu marketingu na wielkość sprzedaży).

Tabela 8.11. Wartości średnich różnic wskaźnika OTIF pomiędzy dwoma sąsiadującymi poziomami integracji procesów planowania

Stan parametru	N			S			W		
Parametr scenariusza / Poziomy integracji procesów planowania	**B-A**	**C-B**	**D-C**	**B-A**	**C-B**	**D-C**	**B-A**	**C-B**	**D-C**
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	2,25%	4,99%	6,84%	7,25%	9,93%	2,50%	13,33%	14,62%	0,97%
Zmienność losowa popytu	7,94%	5,99%	3,67%	7,77%	9,62%	3,66%	7,11%	13,93%	2,99%
Sezonowość popytu	7,78%	9,84%	1,68%	7,65%	9,85%	2,48%	7,39%	9,85%	6,16%
Trend popytu	8,12%	6,20%	3,61%	7,71%	9,88%	3,57%	7,00%	13,46%	3,13%
Wahania losowe popytu	7,88%	9,42%	2,79%	7,67%	9,99%	3,19%	7,28%	10,14%	4,34%
Potencjał dostawcy	7,49%	9,41%	2,85%	7,42%	10,16%	3,22%	7,91%	9,97%	4,25%
Plan konserwscyjno-remontowy	12,55%	6,20%	3,72%	7,03%	10,46%	3,38%	3,24%	12,88%	3,22%

Źródło: Opracowanie własne

Weryfikacja hipotezy pomocniczej H4 z analitycznego punktu widzenia wymaga sprawdzenia zależności pomiędzy różnicami wartości miar na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania a stanem niestabilności[125] otoczenia. Kolejne analizy miały na celu ustalenie charakterystyki tej zależności i stanowiły drugi etap weryfikacji hipotezy pomocniczej H4. Pierwszym krokiem w drugim etapie analizy było obliczenie wartości współczynnika korelacji pomiędzy wartościami różnic miar wyników a stanem parametrów scenariusza. Z uwagi na rangowaną charakterystykę stanu wykorzystano w tym celu współczynnik korelacji rho-Spearmana. Dla sprawdzenia wartości wskaźnika wykorzystano test jego istotności zakładający następującą parę hipotez dla każdej z miar i każdego z parametrów scenariusza:

H_0: $\rho_S = 0$ *(brak korelacji pomiędzy różnicą wartości miary wyników, a stanem parametru scenariusza);*

H_1: $\rho_S \neq 0$ *(istnieje korelacja pomiędzy różnicą wartości miary wyników, a stanem parametru scenariusza).*

Wartości współczynnika korelacji rho-Spearmana przedstawiono w tabeli 8.12.

[125] Charakterystyka otoczenia niestabilne nazywana jest też w pracy mianem zmiennego.

Tabela 8.12. Wartości współczynnika korelacji dla średnich różnic wskaźników rentowność sprzedaży i OTIF

Parametr scenariusza	Wg rentowności sprzedaży		Wg wskaźnika OTIF	
	Rho-Spearmana	p-wartość	Rho-Spearmana	p-wartość
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	0,342	0,000	0,212	0,000
Zmienność losowa popytu	0,045	0,000	0,114	0,000
Sezonowość popytu	-0,251	0,000	0,104	0,000
Trend popytu	0,051	0,000	0,102	0,000
Wahania losowe popytu	0,138	0,000	0,065	0,000
Potencjał dostawcy	0,062	0,000	0,090	0,000
Plan konserwacyjno-remontowy	-0,119	0,000	-0,800	0,000

Źródło: Opracowanie własne

Wartości współczynnika korelacji rho-Spearmana dla wszystkich wykonanych testów określone zostały jako istotne statystycznie. Zachodzi zatem zależność pomiędzy różnicami wartości miar wyników na kolejnych poziomach integracji procesów planowania a stanem zmienności otoczenia. Dla trzech analiz ta zależność jest jednak odwrotnie proporcjonalna. Nie można zatem na tym etapie dokonać ostatecznej weryfikacji hipotezy pomocniczej H4. Konieczne są bardziej szczegółowe analizy odnoszące się do wartości różnic miar wyników dla każdego z parametrów otoczenia.

Kolejny krok drugiego etapu analizy związany był z identyfikacją różnic pomiędzy średnimi wartościami różnic miar wyników w poszczególnych stanach parametrów scenariusza[126]. Postępowanie to miało stworzyć podstawy do weryfikacji hipotezy pomocniczej H4 z punktu widzenia stanów zmienności otoczenia. W analizie różnic wykorzystano analizę ANOVA (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) stawiając 14 par hipotez statystycznych (po 7 par dla każdej z miary wyników[127]) o następującym brzmieniu:

H_0: średnie różnice wartości miary wyników dla każdego stanu wybranego parametru scenariusza są sobie równe;

H_1: średnie różnice wartości miary wyników dla każdego stanu wybranego parametru scenariusza różnią się.

[126] Na tym etapie analizy danymi są różnice wartości miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania pogrupowane według stanu dla każdego z parametrów scenariusza oddzielnie.
[127] Jedna para hipotez dla każdego z parametrów scenariusza.

W celu uszczegółowienia stopnia zróżnicowania wartości różnic miar wyników dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza wykonano analizę Tukeya (dla tych parametrów scenariusza dla których odrzucono hipotezę zerową). Wyniki analiz ANOVA oraz porównywania parami metodą Tukeya (założony poziom istotności α=0,05) przedstawiono w tabeli 8.13.

Tabela 8.13. Wartości wskaźnika p-wartość dla analizy ANOVA oraz ilość wydzielonych grup w porównywaniu parami metodą Tukeya według średnich różnic miar wyników

Parametr scenariusza	Wg rentowności sprzedaży		Wg wskaźnika OTIF	
	p-wartość	Ilość grup	p-wartość	Ilość grup
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	0,000	3	0,000	3
Zmienność losowa popytu	0,000	3	0,000	3
Sezonowość popytu	0,000	3	0,000	3
Trend popytu	0,000	3	0,000	3
Wahania losowe popytu	0,000	3	0,000	3
Potencjał dostawcy	0,000	2	0,000	3
Plan konserwacyjno-remontowy	0,000	3	0,000	3

Źródło: Opracowanie własne

Wartości wskaźnika p-wartość dla wszystkich testów statystycznych są niższe od założonego poziomu istotności co nakazuje odrzucenie hipotez zerowych na korzyść hipotez alternatywnych. Można zatem wnioskować, że średnie różnice wartości miar wyników dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza nie są sobie równe. Bardziej szczegółowy obraz tego zjawiska przedstawiają wyniki porównywania parami metodą Tukeya. Tylko dla jednego parametru scenariusza wg rentowności sprzedaży wydzielono 2 grupy wyników. W pozostałych przypadkach wydzielone zostały 3 grupy co pokazuje jak bardzo zróżnicowane są różnice miar wyników[128].

Samo zróżnicowanie tych wyników nie daje wystarczających podstaw do weryfikacji hipotezy pomocniczej H4. Istotny jest również kierunek różnic. Zakłada się, że integracja procesów planowania jest istotniejsza w warunkach bardziej niestabilnego otoczenia. Średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania powinny być tym większe im bardziej niestabilne jest otoczenie (dla wyższych

[128] Z uwagi na przyjęte w analizie założenie (różnice wartości miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania pogrupowane według stanu dla każdego z parametrów scenariusza) dla każdego z parametrów scenariusza możliwe jest wydzielenie maksymalnie 3 grup wyników. Każdy z parametrów scenariusza odzwierciedlających zmienność otoczenia przedsiębiorstwa produkcyjnego zgodnie z tabelą 8.1 przyjmuje 3 stany (N, S, W).

stanów parametrów scenariusza). Przyjęto tym samym zestaw trzech par hipotez statystycznych jednostronnych dla każdego z parametrów scenariusza i każdej z miar wyników:

- Średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N i S ($\bar{\delta}_N, \bar{\delta}_S$) wybranego parametru scenariusza (PS):

H_0: $\bar{\delta}_{N_{PS}} = \bar{\delta}_{S_{PS}}$ *(średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N i S wybranego parametru są sobie równe);*

H_1: $\bar{\delta}_{N_{PS}} < \bar{\delta}_{S_{PS}}$ *(średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N wybranego parametru są niższe niż w stanie S).*

- Średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie S i W ($\bar{\delta}_S, \bar{\delta}_W$) wybranego parametru scenariusza:

H_0: $\bar{\delta}_{S_{PS}} = \bar{\delta}_{W_{PS}}$ *(średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie S i W wybranego parametru są sobie równe);*

H_1: $\bar{\delta}_{S_{PS}} < \bar{\delta}_{W_{PS}}$ *(średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie S wybranego parametru są niższe niż w stanie W).*

- Średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N i W ($\bar{\delta}_N, \bar{\delta}_W$) wybranego parametru scenariusza:

H_0: $\bar{\delta}_{N_{PS}} = \bar{\delta}_{W_{PS}}$ *(średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N i W wybranego parametru są sobie równe);*

H_1: $\bar{\delta}_{N_{PS}} < \bar{\delta}_{W_{PS}}$ *(średnie wartości różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N wybranego parametru są niższe niż w stanie W).*

Wyniki testowania postawionych powyżej hipotez statystycznych (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) przedstawiono w tabeli 8.14.

Tabela 8.14. Wartości współczynnika p-wartość testów jednostronnych średnich różnic wartości miar wyników dla kolejnych par stanów parametrów scenariusza

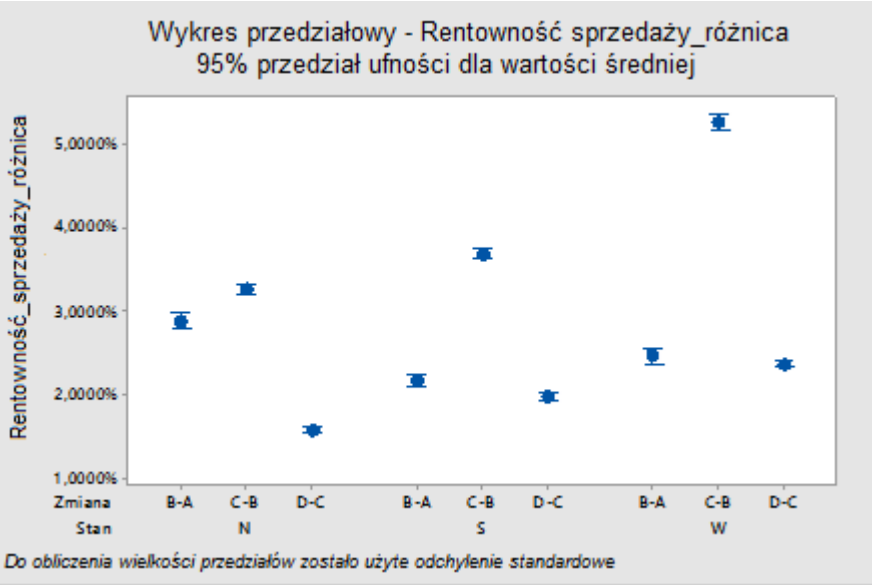
Parametr scenariusza	p-wartość wg rentowności sprzedaży			p-wartość wg wskaźnika OTIF		
	N-S	S-W	N-W	N-S	S-W	N-W
Wpływ marketingu na wielkość sprzedaży	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zmienność losowa popytu	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sezonowość popytu	1,000	1,000	1,000	<0,001	<0,001	<0,001
Trend popytu	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Wahania losowe popytu	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Potencjał dostawcy	1,000	0,988	1,000	<0,001	<0,001	<0,001
Plan konserwacyjno-remontowy	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Źródło: Opracowanie własne

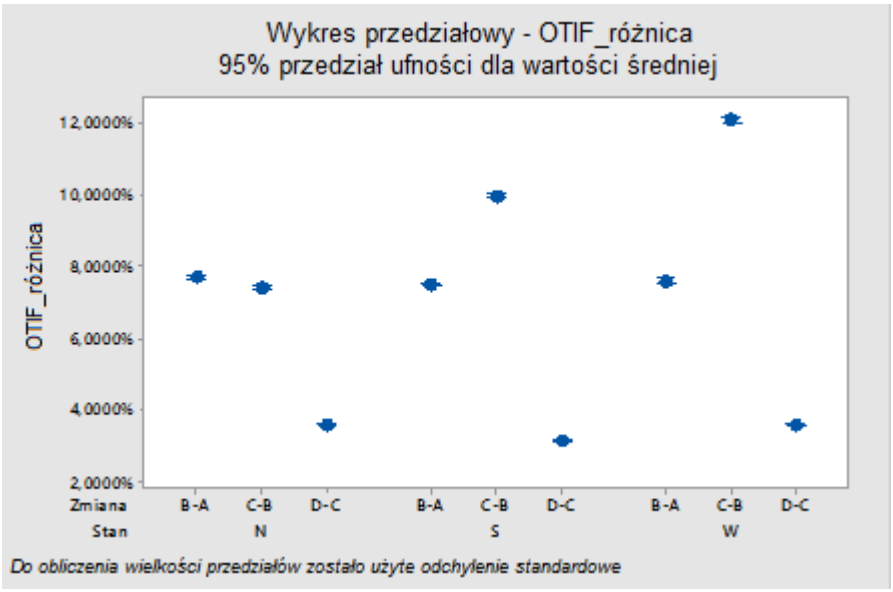
Przedstawione w tabeli 8.14 wyniki testów jednostronnych hipotez statystycznych nie dają jednoznacznej możliwości weryfikacji hipotezy pomocniczej H4. Dla zdecydowanej większości par hipotez odrzucono hipotezy zerowe na korzyść hipotez alternatywnych. Dla tych parametrów scenariusza oraz miar wyników integracja procesów planowania jest tym istotniejsza im bardziej niestabilne (zmienne) jest otoczenie. W przypadkach oznaczonych w tabeli 8.14 szarym kolorem nie można jednoznacznie stwierdzić takiej zależności. W tej sytuacji zdecydowano o wykonaniu dalszych analiz w celu weryfikacji hipotezy pomocniczej H4. Szczegółową prezentację wyników wszystkich przedstawionych powyżej analiz przedstawiono w załączniku 15. H4 Analiza według parametrów scenariusza.

Analiza różnic zagregowana

Trzeci etap weryfikacji hipotezy pomocniczej H4 wykonywany został w oparciu o dane zagregowane. Agregacji danych dokonano w ujęciu parametrów scenariusza (parametry scenariusza nie będą stanowiły wymiaru analizy). Wartościom różnic miar wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania przypisano w tabeli danych tylko informację o stanie parametru scenariusza, w jakim została ona obliczona. Średnie wartości różnic wskaźników rentowność sprzedaży oraz OTIF pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza przedstawiono na wykresach X.X oraz Y.Y.



Wykres 8.4. Wartości różnic miary rentowność sprzedaży pomiędzy poziomami integracji procesów planowania dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17



Wykres 8.5. Wartości różnic wskaźnika OTIF pomiędzy poziomami integracji procesów planowania dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza
Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Analiza wykresów 8.4 oraz 8.5 pozwala na dokonanie subiektywnego uogólnienia o większych różnicach wartości miar dla wyższych stanów parametrów scenariusza (symbolizujących bardziej niestabilne otoczenie przedsiębiorstwa) w ujęciu zagregowanym. Kolejne analizy będą miały na celu potwierdzenie lub zaprzeczenie tych obserwacji. Pierwszą z nich jest analiza korelacji z wykorzystaniem współczynnika rho-Spearmana oraz testu

istotności (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) jego wartości z dwoma parami hipotez statystycznych (dla każdej miary wyników jedna para):

H_0: $\rho_S = 0$ *(brak korelacji pomiędzy różnicą wartości miary wyników a stanem parametru scenariusza);*

H_1: $\rho_S \neq 0$ *(istnieje korelacja pomiędzy różnicą wartości miary wyników a stanem parametru scenariusza).*

Wyniki analizy korelacji dla obu miar wyników przedstawiono na rysunku 8.14.

Spearman Rho: Stan_parametru; Rentowność_sprzedaży_różnica

```
Spearman rho dla Stan_parametru i Rentowność_sprzedaży_różnica = 0,038
p-wartość = 0,000
```

Spearman Rho: Stan_parametru; OTIF_różnica

```
Spearman rho dla Stan_parametru i OTIF_rożnica = 0,087
p-wartość = 0,000
```

Rysunek 8.14. Raporty analizy korelacji pomiędzy stanem parametru scenariusza a wartością wskaźnika OTIF oraz rentowności sprzedaży

Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Z analiz zaprezentowanych na rysunku 8.14 wynika, że istnieje statystycznie istotna zależność pomiędzy stanem parametru scenariusza odzwierciedlającym poziom niestabilności otoczenia a różnicami wartości miar wyników. W celu pogłębienia wniosków zdecydowano o wykonaniu analizy ANOVA (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) stawiając dla każdej z miar wyników następującą parę hipotez:

H_0: średnie różnice wartości miary wyników dla każdego stanu parametrów scenariusza są sobie równe;

H_1: średnie różnice wartości miary wyników dla każdego stanu parametrów scenariusza różnią się.

Jako uzupełnienie analizy ANOVA (w przypadku p-wartość < 0,05) wykonano porównywanie parami metodą Tukeya. Wyniki obu analiza dla dwóch miar wyników przedstawiono na rysunkach 8.15 oraz 8.16.

Analiza wariancji Rentowność_różnica

Źródło	DF	SS	MS	f-wartość	p-wartość
Stan	2	6,08	3,04135	429,64	0,000
Błąd	459267	3251,10	0,00708		
Suma	459269	3257,18			

Porównywanie parami metodą Tukeya Rentowność_sprzedaży_różnica

Dla okreslenia grup wyników wykorzystano metodę Tukeya przy założeniu 95% przedziału ufności.

Stan	N	Śred.	Grupy
W	153090	0,033644	A
S	153090	0,026161	B
N	153090	0,025707	B

Rysunek 8.15. Raporty analizy wariancji ANOVA oraz porównywania parami metodą Tukeya dla różnic wartości wskaźnika rentowności sprzedaży w każdym ze stanów parametrów scenariusza

Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Analiza wariancji OTIF_różnica

Źródło	DF	SS	MS	f-wartość	p-wartość
Stan	2	17,89	8,94508	2057,03	0,000
Błąd	459267	1997,14	0,00435		
Suma	459269	2015,03			

Porównywanie parami metodą Tukeya OTIF_różnica

Dla okreslenia grup wyników wykorzystano metodę Tukeya przy założeniu 95% przedziału ufności.

Stan	N	Śred.	Grupy
W	153090	0,077696	A
S	153090	0,068755	B
N	153090	0,062487	C

Rysunek 8.16. Raporty analizy wariancji ANOVA oraz porównywania parami metodą Tukeya dla różnic wartości wskaźnika rentowności sprzedaży w każdym ze stanów parametrów scenariusza

Źródło: opracowanie własne w Minitab 17

Na podstawie informacji zawartych na rysunkach 8.15 oraz 8.16 można stwierdzić, że różnice wartości miar wyników dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza nie są sobie równe z wyjątkiem stanów N oraz S dla wskaźnika rentowność sprzedaży (w porównywaniu parami przypisano je do jednej grupy – B[129]).

Ostatni etap analizy służy identyfikacji zależności pomiędzy średnimi wartościami różnic miar wyników w poszczególnych stanach parametrów scenariusza. W tym celu wykorzystano

[129] Przypisanie do jednej grupy w porównywaniu parami metodą Tukeya oznacza, że pomiędzy dwona porównywanymi zbiorami danych nie ma istotnej statystycznie różnicy wartości średnich. Raport porównywania parami metodą Tukeya prezentuje przypisanie poszczególnych zbiorów do grup wyników, które różnią się od siebie wartościami średniej w sposób istotny statystycznie. Grupy te metoda nazywa za pomocą wielkich liter alfabetu łacińskiego.

testy jednostronne stawiając dla każdej z miar wyników zestaw trzech par hipotez statystycznych:

- Średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N i S ($\bar{\delta}_N, \bar{\delta}_S$) parametrów scenariusza:

H_0: $\bar{\delta}_N = \bar{\delta}_S$ *(średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów w stanie N i S parametrów scenariusza są sobie równe);*

H_1: $\bar{\delta}_N < \bar{\delta}_S$ *(średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów w stanie N parametrów scenariusza są mniejsze niż w stanie S).*

- Średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie S i W ($\bar{\delta}_S, \bar{\delta}_W$) parametrów scenariusza:

H_0: $\bar{\delta}_S = \bar{\delta}_W$ *(średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów w stanie S i W parametrów scenariusza są sobie równe);*

H_1: $\bar{\delta}_S < \bar{\delta}_W$ *(średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów w stanie S parametrów scenariusza są mniejsze niż w stanie W).*

- Średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania w stanie N i W ($\bar{\delta}_N, \bar{\delta}_W$) parametrów scenariusza:

H_0: $\bar{\delta}_N = \bar{\delta}_W$ *(średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów w stanie N i W parametrów scenariusza są sobie równe);*

H_1: $\bar{\delta}_N < \bar{\delta}_W$ *(średnie wartości różnic miary wyników pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów w stanie N parametrów scenariusza są mniejsze niż w stanie W).*

Wyniki testów statystycznych (przy założeniu poziomu istotności α=0,05) w postaci współczynnika p-wartość dla powyższych hipotez zaprezentowano w tabeli 8.15.

Tabela 8.15. Wartości współczynnika p-wartość testów jednostronnych średnich różnic wartości miar wyników dla kolejnych par stanów parametrów scenariusza

Miara wyniku	p-wartość		
	N-S	S-W	N-W
Rentowność sprzedaży	0,063	<0,001	<0,001
OTIF	<0,001	<0,001	<0,001

Źródło: Opracowanie własne

Na ostatnim etapie weryfikacji hipotezy pomocniczej H4 z sześciu testów statystyczny pięć dało odpowiedź twierdzącą natomiast jeden nie daje możliwości jej udzielenia (wyniki w tabeli 8.15). Mimo tej niejednoznaczności autor pracy uznaje, że istnieje możliwość potwierdzenia hipotezy pomocniczej H4. Założenie to jest motywowane następującymi względami:

- wartości współczynnika p-wartość dla testu, w którym nie odrzucono hipotezy zerowej przewyższają założony poziom istotności o 0,013;
- brak możliwości odrzucenia hipotezy zerowej występuje tylko pomiędzy stanami N i S parametrów scenariusza. Przejście pomiędzy stanami S i W oraz N i W powoduje wzrost średnich wartości różnic miar wyników pomiędzy poszczególnymi poziomami integracji procesów planowania;
- testy według wskaźnika OTIF w pełni potwierdzają badaną hipotezę – z uwagi na zidentyfikowane zależności pomiędzy miarami[130] można twierdzić, że ta sama tendencja występuje także dla miary rentowności sprzedaży .

Wobec powyższych potwierdzając hipotezę pomocniczą H4 stwierdza się, że dla stanów wyższej niestabilności parametrów scenariusza różnice wartości miar wyników pomiędzy poszczególnymi poziomami integracji procesów planowania są większe a co za tym idzie istotność integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest tym większa im bardziej niestabilne jest jego otoczenie. Szczegółowe wersje powyższych analiz przedstawiono w załączniku 16. H4 Analiza zagregowana.

[130] Więcej na ten temat w rozdziale 8.3.3.

9. Zakończenie

Analiza literatury przedmiotu oraz obserwacje poczynione w ramach projektów wdrożeniowych realizowanych dla przedsiębiorstw produkcyjnych skłoniły autora pracy do bliższego zainteresowania się tematem integracji procesów planowania. Pełne rozpoznanie tego zagadnienia nie jest możliwe bez uwzględnienia warunków zewnętrznych, w jakich funkjonuje przedsiębiorstwo. Charakterystyka współczesnego rynku w powiązaniu z notowaną na nim dynamiką zmian mają wpływ na całokształt procesów realizowanych w poszczególnych podmiotach gospodarczych. Istotność integracji procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych wynika z dwóch przyczyn:

- procesy planowania i ich wynik w postaci planu mają istotny wpływ na efektywność przepływu materiałowego;
- procesy planowania powinny w istotny sposób redukować niekorzystny wpływ zmienności otoczenia na przepływ materiałowy.

Powyższe przyczyny zostały odzwierciedlone w hipotezach pomocniczych postawionych w pracy. Pierwszej z przyczyn odpowiadały hipotezy H2 i H3:

- H2: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym powoduje podwyższenie poziomu obsługi klienta.
- H3: Wzrost poziomu integracji procesów planowania pozwala na podwyższenie rentowności sprzedaży przedsiębiorstwa produkcyjnego.

W celu weryfikacji powyższych hipotez opracowano model integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Model stanowiący autorskie rozwiązanie[131] opiera się w swych założeniach na znanych strukturach procesów planowania oraz na wynikach badań własnych. Wyróżnione w modelu cztery poziomy integracji opisano w sposób jakościowy kierując się zasadą, że na niższych poziomach wymagane jest tylko pozyskiwanie informacji z przedsiębiorstwa a na wyższych także od partnerów z łańcucha dostaw. Te ostatnie informacje stanowią najwyższy wymiar integracji procesów planowania. Pozyskiwanie precyzyjnych informacji od klientów pozwala znacznie lepiej dostosować przepływ materiałowy do ich potrzeb, co skutkuje podniesieniem poziomu obsługi (poprawa niezawodności przedsiębiorstwa) oraz racjonalizacją kosztów działalności operacyjnej (tym samym zwiększeniem rentowności sprzedaży). Pozyskiwanie informacji od partnerów zewnętrznych jest znacznie trudniejsze od ich pozyskania od innego działu przedsiębiorstwa,

[131] Model przedstawiono w rozdziale 7.

w którym opracowywany jest plan, stąd przypisanie tych działań do najwyższego poziomu integracji.

Pozytywna weryfikacja hipotez H2 i H3 pozwala stwierdzić następujące fakty:

- integracja procesow planowania pozytywnie wpływa na efektywność przepływu materiałowego (efektywność rozumianą, jako suma skuteczności i sprawności działania mierzoną za pomocą wskaźników poziomu obsługi klienta OTIF oraz rentowności sprzedaży);
- w modelu prawidłowo zidentyfikowano i zdefiniowano poziomy integracji procesów planowania. Odwołując się do stwierdzenia zaprezentowanego w powyższym punkcie oraz wyników badań przedstawionych w litaraturze przedmiotu (wyższy poziom integracji pozytywnie wpływa na wyniki przedsiębiorstwa) należy stwierdzić, że potwierdzenie korelacji pomiędzy integracją opisaną w sposób jakościowy w postaci poziomów a efektywnością świadczy o prawidłowym zdefiniowaniu kierunku integracji oraz jej zakresu przedmiotowego.

Druga z przyczyn istotności itegracji procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych została odzwierciedlona w hipotezie pomocniczej H4:

- H4: Istotność integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest tym większa im bardziej niestabilne jest jego otoczenie.

Na potrzeby weryfikacji tej hipotezy pomocniczej opracowano:

- model otoczenia zewnętrznego przedsiębiorstwa produkcyjnego w oparciu o analizę źródeł literaturowych oraz badania własne. Wykorzystanie modelowania parametrycznego pozwoliło na odzwierciedlenie realnych warunków funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych[132];
- autorską metodę weryfikacji hipotezy opierającą się o analizę różnic względnych wartości poszczególnych wskaźników (OTIF i rentowności sprzedaży) pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania. W celu obiektywizacji obserwacji wartości różnic poddano analizom statystycznym.

Na podstawie dostępnych wyników badań eksperymentalnych hiptezę pomocniczną H4 również zweryfikowano pozytywnie. Uznać należy zatem, że integracja procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych jest tym istotniejsza im bardziej niestabilne jest otoczenie, w którym ono funckjonuje. To istotne spostrzeżenie szczególnie

[132] Metoda oparta o zestaw zmiennych charakteryzujących modelowane zjawisko i przypisanie tym zmiennym parametrów je określających. W eksperymentach symulacyjnyhc możliwe jest przypisywania parametrom dowolnych wartości liczbowych i kształtowanie przez to modelowanego zjawiska.

dla przedsiębiorstw działających na dynamicznych rynkach, które poszukują rozwiązań poprawiających efektywność działalności operacyjnej.

Zgodnie z założeniami metodycznymi pracy pozytywna weryfikacja trzech hipotez pomocnicznych jest jednoznaczna z pozytywną weryfikacją głównej hipotezy H1, która brzmi:

- H1: Wzrost poziomu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym pozwala zwiększyć efektywność przepływu materiałowego.

Tym samym należy stwierdzić, że przedsiębiorstwa, które chcą zwiększyć efektywność swojej działalności operacyjnej (utożsamianą w pracy z efektywnością przepływu materiałowego) muszą kierować swoje działania na integrację procesów planowania. Te działania powinny być tym istotniejsze dla całej organizacji im bardziej niestabilne jest jej otoczenie. Integracja procesów planowania pozwala zniwelować niekorzystny wpływ zmienności otoczenia na niezawodność i zyskowność przepływu materiałowego. Jak pokazują wyniki przeprowadzonych przez autora pracy badań zwiększenie stopnia integracji procesów planowania w wysoce zmiennych warunkach otoczenia, pozwala na większą poprawę względną (pomiędzy kolejnymi poziomami integracji procesów planowania) wyników niż w przypadku niskiej zmienności otoczenia.

Odwołując się do powyższych wniosków należy zauważyć, że wysoki poziom integracji związany jest (zgodnie z opracowanym modelem) z pozyskiwaniem informacji od partnerów z łańcucha dostaw. Można zatem domniemywać, że integracja zewnętrza procesów (pomiędzy przedsiębiorstwami współpracującymi w ramach łańcucha dostaw) jest znacznie bardziej skuteczna[133] niż integracja wewnętrzna. Zdaniem autora pracy spostrzeżenie to może stać się podstawą do prowadzenia dalszych prac badawczych.

Praca oprócz weryfikacji postawionych hipotez[134] i związanych z tym wnioskami wniosła do obecnego stanu wiedzy również rozwiązania z zakresu:

- modelowania integracji procesów planowania w przedsiębioirstwach produkcyjnych oraz oceny stopnia tej integracji w oparciu o czterostopniową skalę oraz ujednolicony zestaw procedur planistycznych;
- modelowania otoczenia przedsiębiorstw produkcyjnych w opraciu o zestaw elementów otoczenia oraz ich charakterystyk opisanych parametrycznie;

[133] Przy założeniu celu organizacji jakim jest racjonalizacja poziomu obsługi klienta (z uwagi na koszty oraz standardy w branży) oraz maksymalizacja rentowności operacyjnej.

[134] I rzecz jasna realizacji celu pracy, którym było: Badanie wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym na efektywność przepływu materiałowego w zróżnicowanych warunkach otoczenia.

- oceny efektywności przepływu materiałowego, odzwierciedlającej skuteczność tego przepływu (rozumianą przez pryzmat niezawodności przedsiębiorstwa) oraz sprawność (odzwierciedloną przez zyskowność przedsiębiorstwa i wskaźnik rentowności sprzedaży).

W pracy nie podjęto próby określenia siły zależności pomiędzy zmiannością otoczenia (odwzorowaną za pomocą wartości parametrów) a wartościami wskaźników efektywności przepływu materiałowego na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania. Przeprowadzone badania pozwoliły jedynie na wskazanie kierunku zależności (zweryfikowany za pośrednictwem postawionych hipotez). Określenie siły zależności wymagałoby innej konstrukcji planu eksperymentów (zwiększenie ilości stanów parametrów odzwierciedlających charakterystyki elementów otoczenia). Badanie tych zależności w powiązaniu z przeprowadzoną identyfikacją kierunku zależności wymagałoby zbyt dużej liczby symulacji co z uwagi na możliwości oprogramowania oraz dysponowany sprzęt komputerowy praktycznie uniemożliwiłoby analizę wyników.

Zaprezentowane w pracy wyniki badań zdaniem autora uzupełniły zidentyfikowaną lukę w wiedzy w postaci braku badań ilościowych na temat wpływu integracji procesów planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych realizujących strategię produkcyjną MTS (produkcja na zapas). Nieliczne wyniki badań dostępne w literaturze przedmiotu dotyczyły innych strategii produkcyjnych i nie dokonywały klasyfikacji rozwiązań według kryterium efektywności przedsiębiorstwa.

Niniejsza praca stanowi podsumowanie kilkuletniej działalności badawczej autora. Jest jednocześnie podstawą dalszych badań w kierunku integracji procesów planowania. Z uwagi na wzrost stopnia skomplikowania zagadnienia autor pracy w przyszłości zamierza skupić się na badaniu zjawiska integracji procesów planowania w łańcuchach dostaw – integracji zewnętrznej pomiędzy przedsiębiorstwami. Znaczenie integracji zewnętrznej we współczesnej gospodarce jest równie istotne jak integracji wewnętrznej. Ich wartościowanie jest bardzo trudne z uwagi na występujące zależności. Trudno bowiem mówić o możliwości efektywnej integracji zewnętrznej w sytuacji kiedy brak jest integracji wewnętrzej. Problematyka integracji w tym zakresie podobnie jak w przypadku integracji wewnętrznej opisna jest w dużej mierze w sposób jakościowy. Spotyka się w literaturze badania dotyczące znaczenia poszczególnych czynników integracji. Brak jest jednak opracowań holistycznych traktujących o całokształcie czynników integrujących procesy planowania pomiędzy przedsiębiorstwami tworzącymi łańcuchy dostaw. Takie badanie wymagałoby podobnego podejścia jakie zaprezentował autor w niniejszej pracy – połączenia

badań źródeł wtórnych z badaniami pierwotnymi prowadzonymi metodą studium przypadku w przedsiębiorstwach budujących łańcuch dostaw. Opierając się na analizie dostępnych metod, technik i narzędzi oraz ich zastosowania w poszczególnych przedsiębiorstwach możliwe byłoby stworzenie modelu symulacyjnego odzwierciedlającego realizację procesów planowania w łańcuchu dostaw. Model symulacyjny daje możliwość weryfikacji hipotez badawczych. Dzięki wynikom eksperymentów symulacyjnych możliwe byłoby stworzenie klasyfikacji dostępnych metod, technik i narzędzi integracji procesów planownaia w łańcuchach dostaw. Zastosowanie metod ilościowych badań pozwoliłoby na wyróżnienie wielu wymiarów klasyfikacji w zależności od zadanych warunków wewnętrznych i zewnętrznych. Takie badanie miałoby charakter porządkujący i systematyzujący obecny stan wiedzy. Jednocześnie dałoby możliwość opracowania rekomendowanych ścieżek integracji procesów planowania w łańcuchach dostaw, co stanowiłoby wymiar praktyczny tworzonych badań i mogłoby stać się podstawą do ich komercjalizacji.

Uzupełnienie opisanej luki stanowić będzie cel prac badawczych autora pracy w najbliższych latach. Z uwagi na szeroki zakres przedmiotowy badań autor pracy rozważa dwa podejścia: badanie w ramach wybranej branży (preferowana branża - produkcja maszyn) lub badanie porównawcze kształtowania się zjawiska w kilku wybranych branżach (wybór branż w oparciu o zdefiniowane kryteria odnoszące się do czynników integracji i charakterystyk branży).

Bibliografia

[1]A.T. Kearney (1994). *Integrating the supply chain.* Management Reports, 42. Chicago: A.T. Kearney.

[2]Ackoff, R.L. (1993). *Zasady planowania w korporacjach*. Warszwa: PWE.

[3]Adam, D. (1963). Simultane Ablauf- und Programmplanung bei Sortenfertigung mit ganzzahliger linearer Programierung. *Zeittschrift fur Betriebswirtschaft, 3,* 233-245.

[4]Adamczak M., Cyplik P., Domański R. i Miszon B. (2011). Plan S&OP jako narzędzie wyboru strategii logistycznej przedsiębiorstwa. *Logistyka, 5,* [artykuł na płycie CD].

[5]Adamczak, M., Domański, R., Cyplik, P. (2013). Use Of Sales And Operations Planning In Small And Medium-Sized Enterprises, *LogForum, 9(1),* 11-19, http://www.logforum.net/pdf/9_1_2_13.pdf (12.05.2015).

[6]Adamkiewicz-Drwiłło, H.G. (2002). *Mikroekonomia. Zachowania producenta w gospodarce rynkowej*. Gdańsk: Wydawnictwo Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o.

[7]Affonso, R., Marcotte, F. i Grabot, B. (2008). Sales and operations planning: the supply chain pillar, *Production Planning Control, 19(2),* 132–141.

[8]Aitken, J., Christopher, M., Towill, D. (2002). Understanding, implementing and exploiting agility and leanness. *International Journal of Logistics: Research and Applications, 5 (1),* 59–74.

[9]Al.-Ahmari, A.M.A. i Ridgway, K. (1999). An integrated modelling method to support manufacturing systemes analysis and design. *Computers in Industry, 38,* 225-238

[10] Altinkemer, K., Ozcelik, Y. i Ozdemir, Z.D. (2011). Productivity and Performance Effects of Business Process Reengineering: A Firm- Level Analysis. *Journal of Management Information Systems, 27 (4),* 129–161.

[11] Balcerak, A. (2003). Walidacja modeli symulacyjnych - źródła postaw badawczych. *Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały, 74 (15),* 27-44.

[12] Balci, O. (2003). Verification, validation, and certification of modeling and simulation applications. *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, 150-158.

[13] Begg, D., Fischer, S. i Dornbusch, R. (2007). *Mikroekonomia*. Warszawa: PWE.

[14] Bendkowski, J. i Kramarz, M. (2006). *Logistyka stosowana: metody, techniki, analizy, cz.1*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.

[15] Berliński L. (2003). *Projektowanie i ocena systemów innowacyjnych. Inżynieria strategii przedsiębiorstwa*. Bydgoszcz: AJG.

[16] Bertalanffy, L von. (1984). *Ogólna teoria systemów*. Warszawa: PWE.

[17] Betenson, T., (2015). *The Key Elements of the Financial Plan*, http://articles.bplans.com/the-key-elements-of-the-financial-plan (23.02.2015)

[18] Bielawa, A. (2013). Przegląd kryteriów i mierników efektywnościowych przedsiębiorstw nastawionych projakościowo. W: B. Kryk, T. Wiśniewski (red.), *Zarządzanie i marketing* tom 1. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.

[19] Bielski, M. (1992). *Organizacje: istota, struktury, procesy*, Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

[20] Bień, W., Dobiegała-Korona, B., Duczkowska-Piasecka, M., Kasiewicz, S. i Pierścionek, Z. (1997). *Skuteczne strategie.* Warszawa: CIM.

[21] Blackstone Jr., J.H. (2008). *APICS Dictionary, Twelfth Edition*. Georgia: APICS.

[22] Blaik, P. (red.). (2007). *Systemy i procesy zarządzania logistyczno-marketingowego. Aspekt efektywnościowy*. Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.

[23] Blaik, P. (1997). Logistyka. *Koncepcja zintegrowanego zarządzania przedsiębiorstwem*. Warszawa: PWE.

[24] Bower, P. (2010). Key levers for revitalizing the S&OP proces. *Journal of Business Forecasting, 29 (3),* 4-12.

[25] Bozarth, C. i Handfield, R.B. (2007). *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*. Gliwice: Helion.

[26] Brilman, J. (2002). *Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania*. Warszawa: PWE.

[27] Bronakowski, H. (2003). *Rynek i nowy marketing*. Białystok: Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Białymstoku.

[28] Brzeziński, M. (1999). *Sterowanie producją*. Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej.

[29] Brzeziński, M. (2002). Wprowadzenie do starowania produkcją. W: M. Brzeziński (red.). *Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją*. Warszawa: Agencja Wydawnicza Placet.

[30] Brzeziński, M. (2007). *Systemy w logistyce*. Warszawa: Wojskowa Akademia Techniczna.

[31] Castells, M. (2009). *Wiek informacji, t.2, Siła tożsamości.* Warszawa: PWN.

[32] Cempel, Cz. (2002). *Nowoczesne zagadnienia metodologii i filozofii badań*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

[33] Chaberek M. (red.) (2001). *Modelowanie procesów i systemów logistycznych*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

[34] Chan, F.T.S. i Zhang J. (2001). Modelling for agile manufacturing systems. *International Journal of Production Research, 39 (11)*, 2313-2332.

[35] Chapman, S.N. (2005). *Fundamentals of Production Planning & Control*. New Jersey: Prentice Hall.

[36] Chen, D., Vallespir B. i Doumeingts G. (1997). GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology. *Computers in Industry 33 (2-3)*, 387–394.

[37] Chen-Ritzo, C., Ervolina, T., Harrison, T.P. i Gupta, B. (2010). Sales and operations planning in systems with order configuration uncertainty. *European Journal of Operational Research, 205 (3)*, 604–614.

[38] Christopher, M. (1996). *Strategia Zarządzania Dystrybucją*. Warszawa: Agencja Wydawnicza Placet.

[39] Christopher, M. (2000a). *Logistyka i zarzadzanie łańcuchem dostaw. Strategie obniżki kosztów i poprawy poziomu usług*. Warszwa: Polskie Centrum Doradztwa Logistycznego.

[40] Christopher, M. (2000b). The agile supply chain. Competing in volatile markets. *Industrial Marketing Management, 29 (1)*, 37–44.

[41] Chrostowski, A., Szczepanowski, P. (2007). Planowanie. W: A.K. Koźmiński, W. Piotrowski (red.), *Zarządzanie Teoria i Praktyka*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

[42] Cid Yáñez, F., Frayret, J.M., Léger, F., Rousseau A. (2009). Agent-based simulation and analysis of demand-driven production strategies in the timber industry. *International Journal of Production Research, 47 (22)*, 6295–6319.

[43] Cisek, S., (2009). *Metoda delficka w badanich nauki o informacji i bibliotekoznawstwa w XXI wieku*, http://skryba.inib.uj.edu.pl/~cisek/metodologia%20nauk%2012_13/Metoda%20delficka.doc (2015.05.05).

[44] Cohen, S. i Roussel, J. (2004). *Strategic Supply Chain Management: the Five Disciplines for Top Performance*. Nowy Jork: McGraw-Hill.

[45] Collin, J. i Lorenzin, D. (2006). Plan for supply chain agility at Nokia. *International Journal of Physical Distribution Logistics Management, 36 (6)*, 418–430

[46] Coyle, J.J., Bardi E.J. i Langley Jr., C.J. (2002). *Zarządzanie logistyczne.* Warszawa: PWE.

[47] Cybulski, K. (2004). *Zarządzanie działem sprzedaży firmy*. Warszwa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

[48] Cyplik, P. (2003). Wykorzystanie prognozowania w procesie produkcji. W: M. Fertsch (red.), *Logistyka produkcji*, Poznań: Biblioteka Logistyka.

[49] Czechowski, I. (1997). *Wielowymiarowa ocena efektywności ekonomicznej przedsiębiorstwa przemysłowego*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

[50] Czerniewicz, O. (1966). Z publikacji zagranicznych, *Problemy organizacji, 5.*

[51] Danese, P., Romano, P. i Formentini, M. (2013). The Impact of Supply Chain Integration on Responsiveness: The Moderating Effect of Using an International Supplier Network, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 49 (1),* 125-140.

[52] Dangayach, G.S. i Deshmukh, S.G. (2001). Manufacturing strategy: literature review and some issues. *International Journal of Operations & Production Management, 21 (7),* 884–932.

[53] Daviaud, S. (2006). Why is S&OP still an issue and will on-demand bring to the process?, *Supply Chain Forum An International Journal, 7 (2),* 32-45.

[54] Dayanik, S., Song, J.S. i Xu, S.H. (2003). The Effectiveness of Several Performance Bounds for Capacitated Production, Partial-Order-Service, Assemble-to-Order Systems. *Manufacturing & Servive Operations Management, 5 (3),* 230-251.

[55] Dębniewski, G., Pałach, H. i Zakrzewski, W. (2000). *Mikroekonomia*. Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.

[56] DIGIT (2006). *The Commision Enterprise IT Architecture Framework*. Bruxelles: European Commission, http://ec.europa.eu/dgs/informatics/ecomm/doc/ceaf_guide_v1_1.pdf (26.06.2015).

[57] DoD - Department of Defence (2010). T*he DoDAF Architecture Framework Version 2.02*, Washington: Department of Defence http://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/DODAF/DoDAF_v2-02_web.pdf (26.06.2015).

[58] Doumeingts, G., Ducq, Y., Vallespir, B. i Kleinhans, S. (2000). Production management and enterprises ling. *Computers in Industry, 42,* 245-263.

[59] Drucker, P. (1994a). *Menedżer skuteczny*. Kraków: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.

[60] Drucker, P. (1994b). *Skuteczne zarządzanie - zadania ekonomiczne a decyzje związane z ryzykiem.* Kraków: Czytelnik.

[61] Dwiliński, L. (2002). *Zarządzanie produkcją*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

[62] Eckes, G. (2001). *Rewolucja Six Sigma*. Warszawa: MT Biznes.

[63] Encyklopedia PWN, encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3896625 (dostęp: 20.05.2011).

[64] EOPUS - Executive Office of the President of the United States, (2012). *The common approach to federal enterprise architecture*,https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/egov_docs/common_approach_to_federal_ea.pdf (02.07.2015).

[65] Estampe, D.,Lamouri, S.,Paris, J.L. i Brahim-Djelloul, S. (2013). A framework for analysing supply chain performance evaluation models. *International Journal of Production Economics, 142*, 247–258.

[66] Evans, J.R. i Berman, B. (1990). *Marketing*. New York: Macmillan.

[67] Fechner, I. (2007). *Zarządzanie łańcuchem dostaw*. Poznań: Wyższa Szkoła Logistyki.

[68] Feng Y., Martel A., D'Amours S. i Beauregard, R. (2013). Coordinated contract decision in make-to-order manufacturing supply chain: a stochastic programming approach. *Production Operations Management, 22 (3),* 642–660.

[69] Feng, Y., D'Amours, S. i Beauregard, R. (2008). The value of sales and operations planning in oriented strand board industry with make-to-order manufacturing system: cross functional integration under deterministic demand and spot market recourse. *International Journal of Production Economicis, 115 (1),* 189–209.

[70] Fertsch, M. (red.) (2006). *Słownik terminologii logistycznej*. Poznań: Biblioteka Logistyka.

[71] Fertsch, M. (2003). Logistyka produkcji. Miejsce logistyki we współczesnym zarządzaniu produkcją,. W: M. Fertsch (red.), *Logistyka produkcji*, Poznań: Biblioteka Logistyka.

[72] Fertsch, M. i Rzeszotarska, M. (1995). *Systemy tworzenia informacji bazowych i decyzyjnych w przedsiębiorstwie budowy maszyn*, Materiał niepublikowany. Poznań: Instytut inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

[73] Finlay, P. (2000). *Strategic Management, An introduction to Business and Corporate Strategy*. Harlow: Pearson Education.

[74] Fleczko, J.S. (1996). *Zarządzanie marketingowe*, Kraków: Agencja Marketingowa Mark.

[75] Frankowska, M. i Jedliński, M. (2011). *Efektywność systemu dystrybucji*, Warszawa: PWE.

[76] Gąciarz, J. (2001). Kultura a systemy zarządzania. W: J. Hausner (red.), *Studia z zakresu zarządzania politycznego*, Kraków: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.

[77] Ghallab, M., Nau, D. i Traverso, P. (2004). *Automated Planning Theory and Practice.* Burlington: Morgan Kaufmann Publishers.

[78] Gimenez, C. i Ventura, E. (2005). Logistics-production, Logistics-marketing and External Integration: Their Impact on Performance. *International Journal of Operations& Production Management, 25 (1),* 20-38.

[79] Głowacka-Fertsch, D. i Fertsch, M. (2004). *Zarządzanie produkcją*. Poznań: Wyższa Szkoła Logistyki.

[80] Główny Urząd Statystyczny (2009). *Rocznik Statystyczny Głównego Urzędu Statystycznego z roku 2009*. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.

[81] Gołembska E. (2009). *Logistyka w gospodarce światowej*. Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.

[82] Gołębiowski, T. (2001). *Zarządzanie strategiczne. Planowanie i kontrola*. Warszawa: Difin.

[83] Gościński, J.W. (1977). *Zarys teorii sterowania ekonomicznego.* Warszawa: PWE.

[84] Gościński, J.W. (1982). *Sterowanie i planowanie. Ujęcie systemowe*. Warszawa: PWE.

[85] Gotowska, M. i Jakubczak, A. (2010). Differentiation of economical effectiveness of enterprises by the divisions in manufacturing in Poland. *Journal of Central European Agriculture, 11(3),* 271-278.

[86] Grajewski, P. (2002). *Organizacja procesowa: projektowanie i konfiguracja*. Warszawa: PWE.

[87] Greasley, A. (2004). *Simulation Modelling for Business.* Aldershot: Asgate Publishing Company.

[88] Griffin, R.W. (2006). *Podtsawy zarządzania organizacjami*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

[89] Grimson, J.A. i Pyke, D.F. (2007). Sales and operations planning: an exploratory study and framework. *International Journal of Logistics Management, 18(3),* 322–346.

[90] Gud, B.E. (1980). *Guide to Strategic Planning*. New York: McGraw-Hill.

[91] Hadaś, Ł. (2003). Integracja obszarów zaopatrzenia i produkcji. W: M. Fertsch (red.), *Logistyka produkcji*, Poznań: Biblioteka Logistyka.

[92] Hadaś, Ł., Fertsch, M. i Cyplik, P. (2012). *Planowanie i sterowanie produkcją*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

[93] Hadaya, P. i Cassivi, L. (2007). The role of joint collaboration planning actions in a demand-driven supply chain. *Industrial Management and Data Systems, 107(7),* 954–978.

[94] Hahn, G.J. i Kuhn, H. (2012). Value-based performance and risk management in supply chains: A robust optimization approach. *International Journal of Production Economics, 139 (1),* 135–144.

[95] Hahn, G.J. i Kuhn, H. (2011). Optimising a value-based performance indicator in mid-term sales and operations planning. *Journal of the Operational Research Society, 62(3),* 515–525.

[96] Hammer, M. i Champy J. (1996). *Reengineering w przedsiębiorstwie*. Warszawa: Neumann Management Institute.

[97] Handfield R.B. i Nichols E.L. (1999). *Introduction to supply chain management*. *Upper Saddle River.* New York: Prentice-Hall.

[98] Harrison, A. i van Hoek R. (2010). *Zarządzanie logistyką*. Warszawa: PWE.

[99] Hatch, M.J. (1994). *Organization Theory*. Oxford-New York: Oxford University Press.

[100] Hax, A.C. i Meal, H.C. (1997). Hierarchical integration of production planning and scheduling. W: N.A. Geisler (ed.), *Logistics*, Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

[101] Helms, M.M. (2006). *Encyklopedia of Management.* Detroit: Thompson Gale.

[102] Hendry, L.C. i Kingsman, B.G. (1989). Production planning systems and their applicability to make-to-order companies. *European Journal of Operational Research, 40,* 1–15.

[103] Hill, T. (2000). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

[104] Holstein-Beck, M.D. (1997). *Być albo nie być menedżerem*. Warszawa: Infor Book.

[105] Honggeng, Zhou, Benton Jr., W.C., Schilling, D.A. i Milligan G.W. (2011). Supply chain integration and the SCOR model. *Journal of Business Logistics, 32(4),* 332-344.

[106] Hryniewicz, J.H. (2004). *Polityczny i kulturowy kontekst rozwoju gospodarczego*. Warszawa: Scholar.

[107] Imai, M. (2007). Kaizen. *Klucz do konkurencyjnego sukcesu Japonii*. Warszawa: MT Biznes.

[108] ISO 9000:2006, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary* (PN-EN ISO 2000:2006 *Systemy zarządzania jakością – Podstawy i terminologia*).

[109] Ivert, L.K. i Jonsson, P. (2010). The potential benefits of advanced planning and scheduling systems in sales and operations planning. *Industrial Management and Data Systems, 110 (5),* 659–681.

[110] Jacyna, M. (2009). *Modelowanie i ocena systemów transportowych*. Warszawa: Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

[111] Jonsson, H. i Rudberg, M. (2013). Classification of production systems for industrialized building: a production strategy perspective. *Construction Management and Economics, 32 (1-2),* 53–69.

[112] Jurga, A., Sobańska, I. i Sochacka R. (1994). *Metody kalkulacji, koszty, ceny, decyzje.* Warszawa: PWE.

[113] Kaczmarczyk, S. (2003). *Badania marketingowe. Metody i techniki*. Warszawa: PWE.

[114] Kaczmarczyk, S. i Pałgan, R. (2008). *Marketing w przedsiębiorstwie. Ujęcie zarządcze i systemowe z przykładami*. Gdańsk: Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o.

[115] Kamerschen, D.R., McKenzie, R.B. i Nardinelli C. (1991). *Ekonomia*, Gdańsk: Fundacja Gospodarcza NSZZ "Solidarność".

[116] Karkula, M. (2012). Werifikacja i walidacja dynamicznych modeli symulacyjnych procesów logistycznych, *Logistyka, 2*, [materiał na płycie CD].

[117] Kawa, A. (2010). Łańcuch dostaw. W: M. Ciesielski, J. Długosz (red.), *Strategie łańcuchów dostaw*, Warszawa: PWE.

[118] Kawa, A. (2011). *Konfigurowanie łańcucha dostaw*. Poznań: Uniwersytet Ekonomicznyw Poznaniu.

[119] Kazlauskaite, R. i Buciuniene, I. (2008). The role of human resources and their management in the establishment of sustainable competitive advantage. *Engineering Economics, 5 (60),* 78-84.

[120] Kempny, D. (2001). *Logistyczna obsługa klienta*. Warszawa: PWE.

[121] Kempny, D. (2008). *Obsługa logistyczna*. Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach.

[122] Kędzior, Z., Karcz, K. (2001). *Badania marketingowe w praktyce*. Warszawa: PWE.

[123] Kisielnicki, J. (2008). *Zarządzanie*. Warszawa: PWE.

[124] Kisielnicki, J. i Turyna, J. (red.) (2012). *Decyzyjne systemy zarządzania*. Warszawa: Difin.

[125] Kisperska-Moroń, D. (2006). Istota funkcjonowania współczesnych łańcuchów dostaw, W: D. Kisperska-Moroń (red.), *Pomiar funkcjonowania łańcuchów dostaw*, Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach.

[126] Klasik, A. (red.) (1993). *Planowanie strategiczne.* Warszawa: PWE.

[127] Klimek. A. (2003). Miejsce i znaczenie głównego harmonogramu produkcji w zintegrowanych systemach informatycznych opartych na standardzie MRP II/ERP. W: M. Fertsch (red.), *Logistyka produkcji*, Poznań: Biblioteka Logistyka.

[128] Kochalski, C. (2000). *Analiza kosztów własnych w zarządzaniu strategicznym przedsiębiorstwem przemysłowym*. Poznań: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.

[129] Koliński, A. (2011). Przegląd metod i technik oceny efektywności procesu produkcyjnego. *Logistyka, 5*, [materiał na płycie CD].

[130] Koontz, H. i O'Donell, C. (1969). *Zasady zarządzania*. Warszawa: PWN.

[131] Kosanke, K. (2013). *Enterprise Modelling - from CIMOSA to CSE-OSA*, CIMOSA Association.

[132] Kotarbiński, T. (1982). *Traktat o dobrej robocie, wyd.V*. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich.

[133] Kotler. P. (2005). *Marketing.* Poznań: Dom Wydawniczy Rebis, Poznań.

[134] Kotowicz-Jawor, J. (1998). *Przebudowa mikroekonomicznego mechanizmu rozwoju*. Warszawa: PWE.

[135] Kowalak, R. (2009). *Benchmarking jako metoda zarządzania wspomagająca controlling przedsiębiorstwa*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

[136] Kowalska-Jonek I., (2005). Problemy pomiaru efektów synergii. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Organizacja i Zarządzanie, 25*, 181-200.

[137] Kowalski, Z. (1992). Wybrane problemy definiowania i oceny efektywności gospodarowania w rolnictwie. *ZER, 1-3*, 22-35.

[138] Koźmiński, A.K. (1975). *Studia o zarządzaniu we współczesnym kapitalizmie.* Warszawa: PWE.

[139] Koźmiński, A.K. i Piotrowski W. (red.) (2006). *Zarządzanie, teoria i praktyka*. Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN.

[140] Krawczyk, S. (2001). *Zarządzanie procesami logistycznymi*. Warszawa: PWE.

[141] Krupski, R. (red.) (2004). *Krytyczna analiza szkół i kierunków zarządzania strategicznego. Nowe koncepcje zarządzania*. Wałbrzych: Wałbrzyska Wyższa Szkoła Zarządzania i Przedsiębiorczości.

[142] Krupski, R. (red.) (2007). *Zarządzanie strategiczne. Koncepcje – metody*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

[143] Krzyżanowski, L.J. (1999). *O podstawach kierowania organizacjami inaczej*. Warszawa: PWN.

[144] Kulawik, J. (1995). *Wskaźniki finansowe i ich systemy w zarządzaniu gospodarstwami rolniczymi*. Warszawa: IERiGŻ.

[145] Lange, O. (1980). *Ekonomia polityczna, t. I i II*. Warszawa: PWN.

[146] Lapide, L. (2007). Sales and Operations Planning (S&OP) Mindsets. *The Journal of Business Forecasting, 26 (1)*, 21-31.

[147] Leong, G., Snyder, D. i Ward, P. (1990). Research in the process and content of manufacturing strategy. *Omega: The. International Journal of Management Science, 18(2)*, 109–122.

[148] Leszczyński, Z. i Skowronek-Mielczarek A. (2000). *Analiza ekonomiczno-finansowa firmy*. Warszawa: Difin.

[149] Lisiński, M. (2004). *Metody planowania strategicznego*. Warszawa: PWE.

[150] Loo, R. (2002). The Delphi Method: a Powerful Tool for Strategic Management. *Policing: An International Journal of Police Strategies and Management, 25 (4)*, 762-769.

[151] Lorenz, E.N. (1963). Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal Atmosphere Science, 20 (20)*. 130-141.

[152] Łopatowska, J. (2005). Analiza porównawcza wybranych metod planowania i sterowania produkcją. W: M. Fertsch, S. Trzcieliński (red.), *Koncepcje zarządzania systemami wytwórczymi*. Poznań: Politechnika Poznańska.

[153] Łopatowska, J. (2007). Wykorzystanie wnioskowania logicznego w planowaniu i sterowaniu produkcją. W: M. Fertsch, K. Grzybowska, A. Stachowiak (red.). *Logistyka i zarządzanie produkcją – nowe wyzwania, odległe granice*. Poznań: Instytut Inżynierii Zarządzania.

[154] Machaczka, J. (2001). *Podstawy zarządzania*. Kraków: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.

[155] Majchrzak, J. (2002). *Zarządzanie zmianami w przedsiębiorstwie*. Poznań: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.

[156] Majewski, J. (2006). *Informatyka dla logistyki*. Poznań: Biblioteka Logistyka.

[157] Malone, T.W. (1987). Modeling co-ordination in organisations and markets. *Management science, 33 (10)*, 1317–1332.

[158] Manganelli, R.L. i Klein, M.M. (1998). *Reengineering metoda usprawnienia organizacji*. Warszawa: PWE.

[159] Mańkowski, C. (2009). *Synergia w logistyce*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

[160] Mańkowski, C. (2010). iGrafx jako instrument modelowania systemów wsparcia logistycznego. W: M. Chaberek, A. Jezierski (red.), *Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*. Warszawa: CeDeWu.

[161] Marak, J. (2005). Eksperymenty. W: K. Mazurek-Łopacińska (red.), *Badania marketingowe. Teoria i praktyka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

[162] Marciniak, S. (1998). *Makro i mikroekonomia. Podstawowe problemy*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

[163] Martyniak, Z. (1999). *Metody organizacji i zarządzania*. Kraków: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.

[164] Masłyk-Musał, E., Rakowska, A. i Krajewska-Bińczyk, E. (2012). *Zarządzanie dla inżynierów*. Warszawa: PWE.

[165] Mather, H. (1992). Design for logistics (DFL)—the next challenge for designers. *Production and Inventory Management, 1*, 7–9.

[166] Matwiejczuk, R. (2000). Efektywność - próba interpretacji. *Przegląd Organizacji, 11*, 27-31.

[167] Mazel, J. (2004). New Research Tells How To Put Muscle Into S&OP S&OP Process. *Inventory Management Report, November*, 6-10.

[168] Mellen, C. (2010). Putting S&OP on the fast track. *Supply Chain Management Review, 14(1)*, 40-45.

[169] Meredith, J. i Akinc, U. (2007). Characterizing and structuring a new make-to-forecast production strategy. *Journal of Operations Management, 25*, 623–642.

[170] Michalski, E. (2007). *Marketing. Podręcznik akdemicki*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

[171] Miklińska, J., (2011). Efekty synergiczne w funkcjonowaniu centrum logistycznego. *Logistyka, 3*, [materiał na płycie CD].

[172] Miltenburg, J. (2005). *Manufacturing Strategy: How to Formulate and Implement a Winning Plan*. New York: Productivity Press.

[173] Mitchell, S. (2009). *Unsimple truths: Science, complexity, policy*. Chicago: University of Chicago Press.

[174] Müller, R. i Rupper, P. (2000). *Process Reengineering*. Wrocław: Wydawnictwo Astrum.

[175] Muzumdar, M. i Fontanella, J. (2007). The Secrets to S&OP Success, *Supply Chain Management Review*, April, 34-41.

[176] Nadler G. (1967). *Work Systems Design the Ideals Concept*, Homewood: Irwin.

[177] Nakano, M. (2009). Collaborative forecasting and planning in supply chains. The impact on performance in Japanese manufacturers. *International Journal of Physical Distribution Logistics Management, 39 (2),* 84–105.

[178] Naylor, J.B., Naim, M.M. i Berry, D. (1999). Leagility: integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *International Journal of Production Economy, 62*, 107–118.

[179] Nowakowski, T. (2011). *Niezawodność systemów logistycznych*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

[180] Nowosielski, S. (red.) (2008). *Procesy i projektu logistyczne.* Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

[181] O'Leary-Kelly, S.W. i Flores, B.E. (2002). The integration of manufacturing and marketing/sales decisions: impact on organizational performance. *Journal of Operational Management. 20 (3),* 221–240.

[182] Object Management Group, Inc. (OMG) (2013). *Unified Modeling Language, 2013*, Needham: OMG http://www.omg.org/spec/UML/2.5/Beta2/PDF/ (dostęp 14.05.2014).

[183] Obłój, K. (1993). *Strategia sukcesu firmy.* Warszawa PWE.

[184] Olhager, J. (2003). Strategic positioning of the order penetration point. *International Journal of Production Economics, 85*, 319–329.

[185] Olhager, J. i Johansson, P. (2012). Linking long-term capacity management for manufacturing and service operations. *Journal of Engineering and Technology Management, 29 (1)*, 22-33.

[186] Oliva, R. i Watson, N. (2011). Cross-functional alignment in supply chain planning: a case study of sales and operations planning, *Journal of Operational Management, 29 (5),* 434–448.

[187] Osbert-Pociecha, G. (2007). Relacja między efektywnością i elastycznością organizacji. W: T. Dudycz, Ł. Tomaszewicz (red.), *Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

[188] Pache, G. i Spalanzani, A. (2007). *Lagestion des chaınes logistiques multi-acteurs: perspectives strategiques*. Grenoble: PUG.

[189] Pagell, M. (2004). Understanding the Factors that Enable and Inhibit the Integration of Operations, Purchasing and Logistics. *Journal of Operations Management 22 (5),* 459-487.

[190] Pająk, E. (2007). *Zarządzanie produkcją*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

[191] Parker, K. (2008). S&OP encompassing broader financial and performance parameters. *Manufacturing Business Technology, January,* 28-30.

[192] Pasour, E.C. (1981). A further note on the measurement of efficiency and economies of farm size. *Journal Agriculture Economic, 32,* 135-146.

[193] Pawlewski, P. (2008a). Architektury referencyjne w zarzadzaniu (część 1) - wprowadzenie i zestawienie metod. W: M. Fertsch, K. Grzybowska, A. Stachowiak (red.), *Zarządzanie - zasoby, ich dobór i sposoby wykorzystania*. Poznań: Instytut Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

[194] Pawlewski, P. (2008b). Architektury referencyjne w zarzadzaniu (część 2) - charakterystyka metod. W: M. Fertsch, K. Grzybowska, A. Stachowiak (red.), *Zarządzanie - zasoby, ich dobór i sposoby wykorzystania.* Poznań: Instytut Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

[195] Pawlewski, P. (2011). *Metodyka modelowania dynamicznych zmian struktury zasobowej procesu produkcyjnego w przemyśle budowy maszyn*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

[196] Pawlewski, P., Hadaś, Ł., Klimarczyk, G., Werner, K. i Wyrwicka, M.K. (2011). *Raport z symulacji procesu transformacji wiedzy*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

[197] Penc, J. (1997). *Leksykon biznesu*. Warszawa: Agencja Wydawnicza Placet.

[198] Peppard, J. i Rowland, P. (1997). *Re-engineering*. Warszawa: Gebethner & S-ka.

[199] pera.net (27.05.2015)

[200] Perechuda K. (red.). (2000). *Zarządzanie przedsiębiorstwem przyszłości – koncepcje, modele, metody*. Warszawa: Wydawnictwo Placet.

[201] Perechuda, K. (1999). *Metody zarządzania przedsiębiorstwem*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

[202] Peters L.H., (2008). *Getting Results from Software Development Teams*. Redmond: Microsoft Press.

[203] Pfohl, H.Ch. (1998). *Zarządzanie logistyką. Funkcje i instrumenty*. Poznań: Biblioteka Logistyka.

[204] Pierścionek, Z. (1997). *Strategie rozwoju firmy*. Warszawa: PWN.

[205] PN EN ISO 9004:2001 (2001). *Systemy zarządzania jakością. Wytyczne doskonalenia funkcjonowania*. Warszawa: PKN.

[206] Pomykalska, B. i Pomykalski, P. (2007). *Analiza finansowa przedsiębiorstw*. Warszawa: PWN.

[207] Poirier, Ch.C., (1999). *Advanced Supply Chain Management*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.

[208] Porter, M.E. (1992). *Strategia konkurencji*, Warszawa: PWE.

[209] Porter, M.E. (1994). *Competitive Advantage*. New York: The Free Press-Macmillan.

[210] Przybyła, M. (red.) (2003). *Organizacja i zarządzanie. Podstawy wiedzy menedżerskiej*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

[211] Pytlakowski, W. (1985). *Organizacja badań i ocena prac naukowych*. Warszawa: PWN.

[212] Rajzler, M. (2001). *Strategie dywersyfikacji przedsiębiorstw*, Warszawa: PWE.

[213] Reiss, J. (2011). A Plea for Good Simulations: Nudging Economics Toward an Experimental Science. *Simulation & Gaming, 42*, 243-264.

[214] Robbins, S.P., DeCenzo, D.A. (2002). *Podstawy zarządzania*. Warszawa: PWE.

[215] Robinson, S. (2004). *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. Chichester: John Wiley & Sons.

[216] Romano, P. (2003). Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks. *Journal of Purchasing and Supply Management, 9 (3)*, 119–134.

[217] Romanowska, M. i Trocki, M. (2004). *Podejście procesowe w zarządzaniu, T.1.* Warszawa: Szkoła Główna Handlowa.

[218] Rowe, A.J., Mason, R.O. i Dickel, K.E. (1986). *Strategic Management: A methodological Approach*, Boston: Addison-Wesley.

[219] Rudberg, M. i Wikner, J. (2004). Mass customization in terms of the customer order decoupling point. *Production Planning & Control, 15 (4)*, 445-458.

[220] Rummler, G. i Brache, A. (2000). *Podnoszenie efektywności organizacji*. Warszawa: PWE.

[221] Rutkowska, A. (2013). Teoretyczna aspekty efektywności – pojęcie i metody pomiaru. *Journal of Management and Finance, 1 (4)*, 439-453.

[222] Rutkowski, K. (2000). Teoria i praktyka zarządzania zintegrowanym łańcuchem dostaw. W: K. Rutkowski (red.), *Zintegrowany łańcuch dostaw. Doświadczenia globalne i polskie*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej.

[223] Sargent, R.G. (1998). Verification and validation of simulation models. W: D.J. Medeiros, E.F. Watson, J.S. Carson i M.S. Manivannan (red.), *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*. Washington: IEEE.

[224] Schermerhorn Jr., J.R. (2008). *Zarządzanie*. Warszawa: PWE.

[225] SEI - Software Engineering Institute (2004). *CMMIA—Specification Version1.6.* http://www.sei.cmu.edu (25.05.2015).

[226] Senger, Z. (1998). *Sterowanie przepływem produkcji*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

[227] Seo, Y.-J., Dinwoodie, J. i Kwak, D.-W. (2014). The Impact of Innovativeness on Supply Chain Performance: Is Supply Chain Integration a Missing Link?. *Supply Chain Management: An International Journal 19 (5/6)*, 733-746.

[228] Simichi-Levi, D., Kaminsky, P. i Samichi-Levi, E. (2000). *Designing and Managing the Supply Chain. Concepts, Strategies and Case Studies*, Boston: McGraw-Hill/Irwin.

[229] Simon, D., Fischbach, K. i Schoder, D. (2014). Enterprise architecture management and its role in corporate strategic management. *Information Systems E-Business Management, 12*, 5–42.

[230] Skalik, J. (red.) (1996). *Metody i techniki organizatorskie*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

[231] Skipworth, H. i Harrison, A. (2006). Implications of form postponement to manufacturing a customized product. *International Journal of Production Research, 44 (8)*, 1627–1652.

[232] Skrzypek, E. (2000). *Jakość i efektywność*. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Sskołdowskiej.

[233] Skulmoski, G.J., Hartman, F.T. i Krahn, J. (2007). The Delphi Method for Graduate Research. *Journal of Information Technology and Education, 6*, 1-21.

[234] Słowiński, B. (2010). *Inżynieria zarządzania procesami logistycznymi*. Koszalin: Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej.

[235] PWN (2013). *Słownik języka polskiego*. Warszawa: PWN.

[236] PWN (1997). *Słownik wyrazów obcych*. Warszawa: PWN.

[237] Sobczak, A. (2013)., *50 pytań i odpowiedzi dotyczących TOGAF*, http://architekturakorporacyjna.pl/50-pytan-i-odpowiedzi-dotyczacych-togaf/4067/ (25.05.2015).

[238] Sobczak, M. (1997). *Statystyka*. Warszawa: PWN.

[239] Sochocki, L. (1997). Swallowing the assemble-to-order Rx. *APICS - The Performance Advantage, August*, 36–39.

[240] Sodhi, M.S. i Tang, C.S. (2011). Determining supply requirement in the sales-and-operations-planning (S&OP) process under demand uncertainty: a stochastic programming formulation and a spreadsheet implementation. *Journal of the Operational Research Society, 62 (3)*, 526–536.

[241] Soung-Hie, K., i Ki-Jin, J. (2002). Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. *International Journal of Production Economics, 76 (2)*, 121-133.

[242] Stabryła, A. i Trzcieniecki, J. (red.) (1986). *Organizacja i zarządzanie. Zarys problematyki*. Warszawa: PWN.

[243] Stachak, S. (1997). *Wstęp do metodologii nauk ekonomicznych*. Warszawa: Wydawnictwo "KiW".

[244] Stachowiak, A. (2003). Strategie logistyczne w przedsiębiorstwie produkcyjnym. W: M. Fertsch (red.), *Logistyka produkcji*. Poznań: Biblioteka Logistyka.

[245] Staff, W. (1966). *Modelowanie i filozofia*. Warszwa: PWN.

[246] Stahl, R.A. (2010). Executive S&OP: Managing to Achieve Consensus. *Foresight, Fall*, 34-38.

[247] Steinmann, H. i Schreyogg, G. (1995). *Zarządzanie - podstawy kierowania przedsiębiorstwem. Koncepcje, funkcje, przykłady. Wyd. II.* Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

[248] Sterniczuk, H. i Żandarowski, M. (1983). Socjologiczna teoria organizacji. W: A.K. Koźmiński (red.), *Współczesne teorie organizacji*. Warszawa: PWN.

[249] Stevens, G.C. (1989). Integrating the supply chain. *International Journal of Physical Distribution and Materials Management, 8*, 3-8.

[250] Strategor (2000). *Zarządzanie firmą. Strategie. Struktury. Decyzje. Tożsamość*. Warszawa: PWE.

[251] Sudoł, S. (2006). *Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Zarządzanie przedsiębiorstwem*. Warszawa: PWE.

[252] Supply Chain Council (2008a). *Supply Chain Operations Reference SCOR model, Overview - Version 8.0*. Chicago: SCC.

[253] Supply Chain Council (2008b). *SCOR Framework 2.1*. Chicago: SCC.

[254] Supply Chain Council (2010a). *SCOR: The Supply Chain Reference Model – Version 10.0*. Chicago: SCC.

[255] Supply Chain Council (2010b). Su*pply Chain Operations Reference (SCOR) model, Overview - Version 10.0.* Chicago: SCC.

[256] Supply Chain Council (2010c). *SCOR Quick Reference Guide, - Version 10.0.* Chicago: SCC.

[257] Sussams, J.E. (1995). *Logistics modeling*. London: Pitmann Publishing.

[258] Szafrański, M. (2007). *Elementy ekonomiki jakości w przedsiębiorstwach*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

[259] Szozda, N. i Świerczek, A., (2014). Wpływ lokalizacji punktów rozdziału na efektywność planowania popytu rynkowego w łańcuchach dostaw, *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, 36*, 379-398.

[260] Szymańska, E. (2009). Zastosowanie metody DEA do badania efektywności gospodarstw trzodowych. *Journal of Agrobusiness and Rural Development, 2*, 249-255.

[261] Szymańska, E. (2010). Efektywność przedsiębiorstw – definiowanie i pomiar. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G, 97 (2)*, 152-164.

[262] Śliwczyński, B. (2011). *Controlling operacyjny łańcucha dostaw w zarządzaniu wartością produktu*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu ekonomicznego w Poznaniu.

[263] Śliwczyśnki, B. (2007). *Planowanie logistyczne*. Poznań: Biblioteka Logistyka.

[264] Thompson, A.A., Strickland, A.J. (1993). *Strategic Management Concept and Cases*. New York: Irwin.

[265] Tinker, E.J. (2010). Revitalize Your S&OP. *Journal of Business Forecasting, 29 (3), 1-12*.

[266] Trzcieniecki, J. (1979). *Projektowanie systemów zarządzania*. Warszawa: PWN.

[267] Tucker, W. (1995). *A Glossary of Modeling and Simulation Terms for Distributed Interactive Simulation*; www.tmpo.nima.mil/guides/Glossary/ (14.05.2015).

[268] Tuomikangas N. i Kaipia R., (2014). A coordination framework for sales and operations planning (S&OP). Synthesis from the literaturę. *International Journal of Production Economics, 154*, 243–262.

[269] Twaróg, J. (2005). *Mierniki i wskaźniki logistyczne*. Poznań: Biblioteka Logistyka.

[270] Vaagen, H. i Wallace S.W. (2010). The Value of Information in Quick Response Supply Chains: An Assortment Planning View. W: T.C.E. Cheng, T.M. Choi (red.), *Innovative Quick Response Programs in Logistics and Supply Chain Management, International Handbooks on Information Systems*. Berlin: Springer.

[271] van Hoek, R.I., Harrison, A. i Christopher, M. (2001). Measuring agile capabilities in the supply chain. *International Journal of Operations & Production Management, 21 (1–2)*, 126–147.

[272] Wagner, M.H. (1980). *Badania operacyjne*. Warszawa: PWE.

[273] Wallace, T.F. i Stahl, R.A. (2008). *Sales & Operations Planning, 3rd Edition.* Ohio: T.F.Wallace & Company.

[274] Wang, J., Hsieh, S. i Hsu, P. (2012). Advanced sales and operations planning framework in a company supply chain. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 25 (3)*, 248–262.

[275] Waters, D. (2001). *Zarządzanie operacyjne. Towary i usługi*. Warszawa: PWN.

[276] Weiss, E. (2006). *Zarządzanie jakością projektu w funduszach strukturalnych Unii Europejskiej*. Wrocław: I-BiS.

[277] Wight, O. (1993). *The Executive's Guide to Succeessful MRPII.* New York: Wiley.

[278] Wikner, J., Naim, M.M. i Rudberg, M. (2007). Exploiting the Order Book for Mass Customized Manufacturing Control Systems With Capacity Limitations. *IEEE Transactions on Engineering Management, 54 (1)*, 145-155.

[279] Witkowski, J. (2002). *Logistyka w zarządzaniu przedsiębiorstwem.* Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

[280] Wojciechowska, M. (2005). Prognozowanie scenariuszowe w sektorze usług bibliotecznych na przykładzie metody delfickiej. *Bibliotekarz Warmińsko-Mazurski, 3/4* http://www.wbp.olsztyn.pl/bwm/3-4_05-ie/prognozowanie.htm (13.06.2008).

[281] Zachmann, J.A. (2008). *John Zachman's Concise Definition of The Zachman Framework*, Zachman International, Inc. https://www.zachman.com/about-the-zachman-framework (24.05.2015).

[282] Zawiślak, A.M. (1978). *Organizacja i planowanie. Ujęcie systemowe*. Warszawa PWN.

[283] Ziarkowski, R., (2004). *Opcje rzeczowe oraz ich zastosowanie w formułowaniu i ocenie projektów inwestycyjnych*. Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej

[284] Zieleniewski, J. (1975). *Organizacja i zarządzanie*. Warszawa: PWN.

Spis rysunków

Rysunek 1.1. Metodyka pracy badawczej 15
Rysunek 2.1. Miejsce planowania sprzedaży i operacji w strukturze procesów planowania przedsiębiorstwa produkcyjnego 25
Rysunek 2.2. Typowa struktura procesów planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym ... 26
Rysunek 2.3. Typowa struktura planowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym 28
Rysunek 2.4. Minimalne funkcjonalności systemu MRP II 30
Rysunek 2.5. Lokalizacja głównych punktów rozdzielających w łańcuchu dodawania wartości 45
Rysunek 3.1. Kierunki integracji 51
Rysunek 4.1. Skuteczność i efektywność działań w ujęciu ekonomicznym 67
Rysunek 5.1. Klasyfikacja eksperymentów 81
Rysunek 5.2. Fazy tworzenia i oceny modelu symulacyjnego 83
Rysunek 7.1. Ogólny model GRAI do sterowania każdej funkcji 114
Rysunek 7.2. Ogólna struktura modelu macierzy GRAI-Grid nastawiona na funkcje 115
Rysunek 7.3. Elementy modelu SCOR 117
Rysunek 7.4. Dezagregacja wskaźników atrybutu niezawodność 121
Rysunek 7.5. Dezagregacja wskaźników atrybutu koszty 122
Rysunek 7.6. Struktura modelu zintegrowanego planowania 136
Rysunek 7.7. Struktura modelu przepływu materiałowego 138
Rysunek 7.8. Proces główny 140
Rysunek 7.9. Algorytm opracowywania planu zintegrowanego 142
Rysunek 7.10. Struktura modelu symulacyjnego 148
Rysunek 7.11. Struktura modelu symulacyjnego 150
Rysunek 7.12. Umiejscowienie procesów zintegrowanego planowania na osi czasu 150
Rysunek 7.13. Aktywacja w czasie atrybutów raportu wyników 152
Rysunek 7.14. Algorytm walidacji modelu 154
Rysunek 8.1. Interpretacja wartości wskaźnika p-wartość 163
Rysunek 8.2. Wartości rentowności sprzedaży i wskaźnika OTIF dla poszczególnych replikacji 165
Rysunek 8.3. Raport analizy korelacji pomiędzy wartościami miar wyników 167
Rysunek 8.4. Algorytm weryfikacji hipotez pomocniczych H2 i H3 169

Rysunek 8.5. Raport statystyk opisowych wartości wskaźnika OTIF 170
Rysunek 8.6. Raport analizy korelacji pomiędzy poziomem integracji procesów planowania a wskaźnikiem OTIF 172
Rysunek 8.7. Raport analizy wariancji ANOVA o wartości średniej wskaźnika OTIF na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania 173
Rysunek 8.8. Raport porównywania parami metodą Tukeya wartości średniej wskaźnika OTIF na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania..... 173
Rysunek 8.9. Raport statystyk opisowych wartości wskaźnika rentowności sprzedaży..... 175
Rysunek 8.10. Raport analizy korelacji pomiędzy poziomem integracji procesów planowania a wskaźnikiem rentowności sprzedaży..... 177
Rysunek 8.11. Raport analizy wariancji ANOVA o wartości średniej wskaźnika rentowności sprzedaży na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania 178
Rysunek 8.12. Raport porównywania parami metodą Tukeya wartości średniej wskaźnika rentowności sprzedaży na poszczególnych poziomach integracji procesów planowania..... 178
Rysunek 8.13. Algorytm weryfikacji hipotezy pomocniczej H4 182
Rysunek 8.14. Raporty analizy korelacji pomiędzy stanem parametru scenariusza a wartością wskaźnika OTIF oraz rentowności sprzedaży..... 192
Rysunek 8.15. Raporty analizy wariancji ANOVA oraz porównywania parami metodą Tukeya dla różnic wartości wskaźnika rentowności sprzedaży w każdym ze stanów parametrów scenariusza..... 193
Rysunek 8.16. Raporty analizy wariancji ANOVA oraz porównywania parami metodą Tukeya dla różnic wartości wskaźnika rentowności sprzedaży w każdym ze stanów parametrów scenariusza..... 193

Spis wykresów

Wykres 6.1. Funkcje szczegółowe planowania sprzedaży i działalności operacyjnej 93
Wykres 6.2. Komórki organizacyjne zaangażowane w opracowywanie planu sprzedaży i działalności operacyjnej 94
Wykres 6.3. Funkcje szczegółowe planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 97
Wykres 6.4. Charakterystyka sposobu planowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych 98
Wykres 6.5. Typowe problemy wynikające z braku koordynacji planów w przedsiębiorstwach produkcyjnych 99
Wykres 6.6. Ocena siły oddziaływania poszczególnych elementów otoczenia na przedsiębiorstwo produkcyjne 103
Wykres 6.7. Połączona ocena możliwości wpływania przedsiębiorstwa produkcyjnego na poszczególne elementy otoczenia z siłą oddziaływania tych elementów 104
Wykres 6.8. Połączona ocena możliwości i trudności reagowania przedsiębiorstwa produkcyjnego na poszczególne elementy otoczenia z siłą oddziaływania tych elementów. 104
Wykres 6.9. Siła oddziaływania poszczególnych charakterystyk elementów otoczenia 105
Wykres 6.10. Połączona siła oddziaływania poszczególnych charakterystyk elementów otoczenia z możliwością wpływania przez przedsiębiorstwo produkcyjne na te charakterystyki 106
Wykres 6.11. Połączona siła oddziaływania poszczególnych charakterystyk elementów otoczenia z możliwością reagowania przez przedsiębiorstwo produkcyjne na zmiany generowane przez te charakterystyki 107
Wykres 6.12. Średnia wartość analiz połączonych dla perspektywy rynku zbytu 108
Wykres 7.1. Wartości współczynników miesięcznych dla siły sezonowości 132
Wykres 7.2. Wartości współczynników miesięcznych dla siły trendu 133
Wykres 8.1. Współzależność miar OTIF i rentowność sprzedaży 168
Wykres 8.2. Wartości miary OTIF dla poszczególnych poziomów integracji procesów planowania 171
Wykres 8.3. Wartości miary rentowność sprzedaży dla poszczególnych poziomów integracji procesów planowania 176
Wykres 8.4. Wartości różnic miary rentowność sprzedaży pomiędzy poziomami integracji procesów planowania dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza 191

Wykres 8.5. Wartości różnic wskaźnika OTIF pomiędzy poziomami integracji procesów planowania dla poszczególnych stanów parametrów scenariusza 191

Spis tabel

Tabela 1.1. Wzorzec analityczny przyjętej metody badawczej 16
Tabela 2.1. Cechy planów strategicznych, operacyjnych i taktycznych 21
Tabela 3.1. Definicje procesów 47
Tabela 3.2. Porównanie modeli łańcuchów dostaw cz.1 57
Tabela 3.3. Porównanie modeli łańcuchów dostaw cz.2 58
Tabela 4.1. Terminologia używana w badaniach efektywności 64
Tabela 4.2. Wymiary efektywności 66
Tabela 4.3. Czynniki wpływające na efektywność organizacji 68
Tabela 4.4. Narzędzia pomiaru efektywności 71
Tabela 4.5. Mierniki efektywności procesów logistycznych stosowanych w firmach amerykańskich 72
Tabela 4.6. Wskaźniki na poziomie strategicznym modelu oceny łańcucha dostaw 74
Tabela 5.1. Metody ilościowe w badaniu poszczególnych funkcji zarządzania 78
Tabela 5.2. Metody ilościowe w badaniu poszczególnych funkcji zarządzania 87
Tabela 5.3. Rodzaje otoczenia organizacji 88
Tabela 6.1. Wartości współczynników korelacji pomiędzy strategią produkcyjną a wykorzystaniem określonego typu planu 100
Tabela 7.1. Porównanie cech charakterystycznych planowania zintegrowanego i planowania niezintegrowanego 124
Tabela 7.2. Zalety wynikające z planowania zintegrowanego 125
Tabela 7.3. Poziomy integracji procesów planowania 127
Tabela 7.4. Elementy otoczenia modelowane z wykorzystaniem rozkładu normalnego 129
Tabela 7.5. Elementy otoczenia modelowane z wykorzystaniem stałego poziomu 131
Tabela 7.6. Parametr scenariusza elementu uzupełniającego 134
Tabela 7.7. Wybrane atrybuty transakcyjne 146
Tabela 7.8. Wybrane atrybuty scenariuszowe 147
Tabela 8.1. Wartości zmiennych decyzyjnych 157
Tabela 8.2. Zmienne eksperymentu symulacyjnego 159
Tabela 8.3. Grupowanie średnich wartości miar dla poszczególnych replikacji wg metody porównywania parami Tukeya 166

Tabela 8.4. Wartości wskaźnika p-wartość dla testu normalności rozkładu wartości wskaźnika OTIF 172
Tabela 8.5. Wartości wskaźnika p-wartość dla testów jednostronnych wartości wskaźnika OTIF 175
Tabela 8.6. Wartości wskaźnika p-wartość dla testu normalności rozkładu wartości miary rentowność sprzedaży 177
Tabela 8.7. Wartości wskaźnika p-wartość dla testów jednostronnych wartości miary rentowność sprzedaży 179
Tabela 8.8. Wartości wskaźnika p-wartość analizy ANOVA średnich wartości miar wyników dla czterech poziomów integracji procesów planowania 183
Tabela 8.9. Ilość grup wydzielonych w porównywaniu parami metodą Tukeya średnich wartości miar wyników dla czterech poziomów integracji procesów planowania 184
Tabela 8.10. Wartości średnich różnic miary rentowność sprzedaży pomiędzy dwoma sąsiadującymi poziomami integracji procesów planowania 185
Tabela 8.11. Wartości średnich różnic wskaźnika OTIF pomiędzy dwoma sąsiadującymi poziomami integracji procesów planowania 186
Tabela 8.12. Wartości współczynnika korelacji dla średnich różnic wskaźników rentowność sprzedaży i OTIF 187
Tabela 8.13. Wartości wskaźnika p-wartość dla analizy ANOVA oraz ilość wydzielonych grup w porównywaniu parami metodą Tukeya według średnich różnic miar wyników 188
Tabela 8.14. Wartości współczynnika p-wartość testów jednostronnych średnich różnic wartości miar wyników dla kolejnych par stanów parametrów scenariusza 190
Tabela 8.15. Wartości współczynnika p-wartość testów jednostronnych średnich różnic wartości miar wyników dla kolejnych par stanów parametrów scenariusza 194

Spis załączników

Załącznik 01. Kwestionariusz wywiadu

Załącznik 02. Kwestionariusz ankiety badania struktur procesów planowania

Załącznik 03. Badanie opinii ekspertów etap 1

Załącznik 04. Badanie opinii ekspertów etap 2

Załącznik 05. Atrybuty scenariuszowe

Załącznik 06. Ujęcie procesowe modelu

Załącznik 07. Atrybuty transakcyjne

Załącznik 08. Model skoputeryzowany

Załącznik 09. Model symulacyjny

Załącznik 10. Dane wejściowe

Załącznik 11. Analiza replikacji

Załącznik 12. Analizy H2 OTIF

Załącznik 13. Analizy H3 Rentowność sprzedaży

Załącznik 14. H4 Analiza zasadności podejścia dynamicznego

Załącznik 15. H4 Analiza według parametrów scenariusza

Załącznik 16. H4 Analiza zagregowana