



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA



mgr inż. Jacek Krzywy
Rozprawa doktorska

Metoda badania procesu wewnętrznych dostaw z wykorzystaniem modelowania symulacyjnego w szpitalu

Promotor:

dr hab. inż. Małgorzata Jasiulewicz-Kaczmarek, prof. PP

Opiekun pomocniczy:

dr hab. inż. Adam Koliński, prof. WSL

Poznań, 2024

Na początku chciałbym serdecznie podziękować mojej Pani Promotor, dr hab. inż. Małgorzacie Jasiulewicz-Kaczmarek, prof. PP, za nieocenione wsparcie i cenne wskazówki podczas całego procesu pisania niniejszej rozprawy doktorskiej. Dzięki Pani uwagom i wskazówkom udało mi się nie tylko pogłębić swoją wiedzę, ale także lepiej zrozumieć złożoność zagadnień, którymi się zajmowałem. Dziękuję za zaangażowanie, życzliwość oraz motywację, które towarzyszyły mi na każdym etapie pracy.

Chciałbym również wyrazić swoją wdzięczność dla mojego opiekuna pomocniczego, dr hab. inż. Adama Kolińskiego, prof. WSL. Jego fachowe porady i praktyczne wskazówki były dla mnie nieocenionym źródłem wiedzy. Pańska gotowość do pomocy i profesjonalizm ułatwiły mi radzenie sobie z wyzwaniem, jakie napotkałem na drodze do ukończenia tej rozprawy doktorskiej.

"Poszukiwanie wiedzy to podróż bez końca; im głębiej w nią wchodzimy, tym więcej widzimy horyzontów, które warto zbadać." (OpenAI, 2024)

Streszczenie

Obecnie szpitale stoją przed poważnymi wyzwaniami związanymi z rosnącymi kosztami opieki zdrowotnej. W szpitalach znaczącą część wszystkich kosztów niezbędnych do zapewnienia opieki nad pacjentem stanowią koszty związane z obsługą procesów logistycznych. Istotne zatem wydaje się opracowywanie rozwiązań zapewniających możliwość obniżenia tych kosztów oraz ułatwienie decydującym podejmowanie decyzji dotyczących wyboru odpowiedniej ścieżki rozwoju.

W odpowiedzi na zidentyfikowany problem, opracowano metodę kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, wspierającą podejmowanie decyzji (cel główny rozprawy). Stosując opracowaną metodę, jednostka szpitalna, która będzie realizowała badanie przy jej pomocy, będzie miała możliwość nie tylko zbadania aktualnej efektywności procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, ale także możliwość przetestowania różnych scenariuszy zmian w tym procesie.

W pierwszej, teoretycznej części pracy podjęto problematykę łańcuchów dostaw, obecnie stosowanych metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu oraz przeanalizowano zagadnienie związane z modelowaniem symulacyjnych procesów. Druga, praktyczna część rozprawy, rozpoczyna się od opisu opracowanej koncepcji badania procesu wewnętrznych dostaw z wykorzystaniem modelowania symulacyjnego w szpitalu. Następnie scharakteryzowano miejsce przeprowadzonych prac wdrożeniowych oraz przedstawiono proces weryfikacji i walidacji opracowanej metody w wybranej jednostce szpitalnej w Polsce. Ostatnia część pracy, stanowi podsumowanie zrealizowanych prac badawczo-wdrożeniowych, prezentując najważniejsze wnioski końcowe, opisując użyteczność opracowanej metody oraz przedstawiając kierunki dalszych badań i ograniczenia przygotowanego rozwiązania.

Kompleksowość i użyteczność opracowanej metody mogą stanowić podstawę do jej dalszego rozwoju i szerokiego zastosowania w praktyce. Opracowane rozwiązanie może zatem stać się ważnym narzędziem dla szpitali w kontekście zwiększania efektywności procesów wewnętrznych dostaw.

Słowa kluczowe: analiza procesowa, proces wewnętrznej dostawy, modelowanie symulacyjne, procesy, służba zdrowia.

Abstract

Hospitals are currently facing serious challenges related to the rising costs of healthcare. In hospitals, a significant part of all costs necessary to provide patient care are costs related to handling logistics processes. Therefore, it seems important to develop solutions that provide the possibility of reducing these costs and make it easier for decision-makers to make decisions on choosing the right development path.

In response to the identified problem, a method for comprehensively examining the internal hospital delivery process was developed, which supports decision-making (the main objective of the dissertation). By using the developed method, the hospital unit that will conduct the study using it will have the opportunity not only to examine the current effectiveness of the internal hospital supply process, but also to test different scenarios of changes in this process.

The first, theoretical part of the work addresses the issue of supply chains, currently used methods of studying the process of internal deliveries in the hospital and analyzes the issue related to modeling simulation processes. The second, practical part of the dissertation begins with a description of the developed concept of studying the process of internal deliveries using simulation modeling in the hospital. Then, the place of implementation work is characterized and the process of verification and validation of the developed method in a selected hospital unit in Poland is presented. The last part of the work is a summary of the completed research and implementation work, presenting the most important final conclusions, describing the utilitarianism of the developed method and presenting directions for further research and limitations of the prepared solution.

The comprehensiveness and utilitarianism of the developed method can be the basis for its further development and wide application in practice. The developed solution can therefore become an important tool for hospitals in terms of increasing their efficiency of internal delivery processes.

Keywords: process analysis, internal delivery process, simulation modeling, healthcare.

Spis treści

1	Wprowadzenie	7
1.1	Uzasadnienie wyboru tematu	7
1.2	Przedmiot badań i problem badawczy	11
1.3	Cel pracy i metodyka badań.....	13
2	Zarządzanie łańcuchem dostaw w szpitalu	18
2.1	Łańcuchy dostaw – definicje i charakterystyka	18
2.2	Łańcuchy dostaw w szpitalu	22
2.3	Procesy wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu.....	25
3	Metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.....	32
3.1	Identyfikacja stosowanych metod badania	32
3.2	Identyfikacja i weryfikacja aspektów kompleksowości metody badania procesów	40
3.3	Ocena dotychczas stosowanych metod badania procesu w kontekście zidentyfikowanych aspektów.....	46
4	Modelowanie symulacyjne procesów	50
4.1	Istota modelowania symulacyjnego	50
4.2	Stosowane metody modelowania symulacyjnego.....	53
4.3	Wybór metody modelowania symulacyjnego procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu... 59	
5	Koncepcja badania procesu wewnętrznych dostaw z wykorzystaniem modelowania symulacyjnego w szpitalu	67
5.1	Charakterystyka metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.....	67
5.2	Faza I metody – pozyskiwania informacji	69
5.3	Faza II metody – modelowania procesu	73
5.4	Faza III metody – testowania scenariuszy zmian w procesie	82
6	Prace wdrożeniowe opracowanego rozwiązania.....	85
6.1	Miejsce przeprowadzonych badań i przygotowanie do badania.....	85
6.2	Procesy poddane badaniu.....	86
6.3	Weryfikacja i walidacja opracowanego rozwiązania	124
7	Podsumowanie	128
7.1	Wnioski końcowe.....	128
7.2	Utylitaryzm opracowanej metody.....	130
7.3	Kierunki dalszych badań.....	130
7.4	Ograniczenia rozwiązania	131
	Bibliografia	133
	Spis rysunków	148
	Spis tabel.....	150

1 Wprowadzenie

1.1 Uzasadnienie wyboru tematu

Ze względu na szybki wzrost wydatków na opiekę zdrowotną i jednocześnie wzrost zapotrzebowania na usługi opieki zdrowotnej, rozwój wydajnych i skutecznych systemów służby zdrowia stał się istotnym obszarem zainteresowania zarówno rządów jak i decydentów w szpitalu (Ahmadi-Javid i in., 2017). Podstawowa kompetencja systemu opieki zdrowotnej odzwierciedla jego zdolność do zapewnienia pacjentom odpowiedniego leczenia (Ahmed i in., 2024). Według Kautsch (2011) celem systemu ochrony zdrowia nie powinno być – czego często domagają się świadczeniodawcy i pacjenci – świadczenie coraz większej liczby usług czy przeznaczanie coraz większych środków na ochronę zdrowia, lecz właściwe wykorzystanie posiadanych zasobów. Ostatnio jednak uwaga decydentów w szpitalu skupiła się także na aspektach związanych z zarządzaniem systemami opieki zdrowotnej. Według Szajczyk (2019) system zarządzania opieką zdrowotną to obszar, który obejmuje swoim zakresem: planowanie, alokację zasobów, systemy zarządzania zapasami, prognozowanie zapotrzebowania, tworzenie harmonogramów i inne działania operacyjne. Warto zauważyć, że jedną z najważniejszych jednostek organizacyjnych w systemie opieki zdrowotnej jest szpital. Zarządzanie szpitalem jest bardzo wymagającym zadaniem, ponieważ związane jest z potrzebą zagwarantowania odpowiednich świadczeń medycznych przy często ograniczonym dostępie do zasobów ludzkich, pieniężnych oraz informacyjnych (Habib i in., 2022). W celu zapewnienia efektywnego funkcjonowania szpitali, osoby kierujące nimi muszą podejmować trafne decyzje w obszarze planowania, organizacji, koordynacji, motywowania czy też regulacji prawnych (Lin i in., 2022; Wardziak, 2018). Dodatkowo zapewnienie sprawnego świadczenia usług medycznych przekłada się bezpośrednio na bezpieczeństwo pacjentów (*Bezpieczeństwo pacjenta – poznaj swoje prawa*, 2024). Obecnie, szpitale stoją przed poważnymi wyzwaniami związanymi z rosnącymi kosztami opieki zdrowotnej. W szpitalach, znaczącą część wszystkich kosztów niezbędnych do zapewnienia opieki nad pacjentem, stanowią koszty związane z obsługą procesów logistycznych - około 20% (Çavmak i Aksoylu, 2024). W celu obniżenia tych kosztów, eksperci zajmujący się ochroną zdrowia widzą potencjał w zastosowaniu metod matematycznych (Chambers, 2000; Liu i in., 2023). Wprawdzie metody te już udowodniły swoją skuteczność w innych dziedzinach, takich jak branża produkcyjna, czy usługowa, to jednak wymagają dostosowania do specyficznych wyzwań zidentyfikowanych w opiece zdrowotnej (Goel i in., 1999; Nowakowska-Grunt i Sałek, 2014). Dodatkowo, istnieje wiele trudności we wdrożeniu wspomnianych metod, wynika to między innymi ze złożoności

logistyki szpitalnej oraz występujących ograniczeń organizacyjnych. Według Frich i inni (2020) logistyka szpitalna definiowana jest jako zarządzanie przepływami, których celem jest zapewnienie efektywnej opieki zdrowotnej pacjentów. Jak zauważa Volland i inni (2017) często jednak personelowi odpowiedzialnemu za logistykę w szpitalach brakuje odpowiedniego wsparcia merytorycznego z zakresu logistyki, co znacznie komplikuje możliwość zagwarantowania świadczenia opieki medycznej na odpowiednim poziomie. Ponadto obecnie decyzje w obszarze logistyki szpitalnej często opierają się na własnym doświadczeniu, a nie na rzetelnych danych, wspartych odpowiednim systemem informatycznym.

Przeprowadzone studia literaturowe wykazały, że efektywne zarządzanie procesami wewnątrzszpitalnymi ma bezpośredni wpływ na jakość świadczonych usług. Autorzy wielokrotnie w swych rozważaniach podkreślali ogromne znaczenie sprawnego funkcjonowania wewnętrznych dostaw w kontekście efektywnego zarządzania jednostką szpitalną (Dobrzańska i in., 2013; Moons i in., 2019). Według Moons i in. (2019) i Bukowska-Piastryńska i in. (2022) szpitale powinno traktować się jako swego rodzaju centrum dystrybucji. Związane jest to przede wszystkim z tym, że w określonych oknach czasowych powinny zostać dostarczone do określonych lokalizacji określone obiekty transportowane (np. leki, żywność, materiały medyczne oraz pościel) (Costa i in., 2015). Autor niniejszej rozprawy doktorskiej definiuje obiekty transportowane jako różnego rodzaju towary, przedmioty i inne jednostki, które są przemieszczane z jednego miejsca do drugiego za pomocą środków transportu. Pojęcie to odnosi się do wszystkich obiektów, które są przemieszczane w ramach procesu transportu (wyroby medyczne, posiłki, leki, bielizna szpitalna i inne). Analiza literaturowa wykazała także niską identyfikowalność produktów leczniczych, problemy z wewnętrzną dystrybucją, oraz brakiem standaryzacji wewnętrznych procedur (Gawrońska-Błaszczyk, 2016). Przytoczone czynniki sprawiają, że menedżerowie logistyki mają trudności z osiągnięciem doskonałości w ramach procesów wewnętrznych dostaw (Nachtmann i Pohl, 2009). Ponadto brak koordynacji działań pomiędzy kilkoma oddziałami szpitala oraz niewielki stan wiedzy dziedzinowej w zakresie badań operacyjnych dodatkowo komplikuje efektywne zarządzanie wspomnianymi procesami w ochronie zdrowia (Melo, 2012).

Odpowiednie wsparcie dla menedżerów zajmujących się logistyką w szpitalu, może zapewnić posiłkowanie się metodami symulacyjnymi (Salleh i in., 2017; J. I. Vázquez-Serrano i in., 2021). Jak zauważa Łatuszyńska (2015) uwzględnienie modelowania symulacyjnego w kontekście badania procesów wewnętrznych dostaw może przynieść szereg wymiernych korzyści. Modelowanie symulacyjne umożliwia nie tylko identyfikację występujących nieefektywności, ale także pozwala przeanalizować skutki wprowadzenia planowanych zmian

jeszcze przed ich implementacją (López-Pintado i Dumas, 2022). Jahangirian i inni (2010) podkreślają, że modelowanie symulacyjne zapewnia także analizę zachowania się systemów (procesów) w różnych warunkach oraz prognozowanie ich wyników w oparciu o opracowane modele matematyczne, co, jak podkreśla Camargo i inni (2023), jest niezwykle istotne w kontekście możliwości podejmowania trafnych decyzji przez decydentów.

Dotychczasowe badania przeprowadzone w obszarze procesów wewnętrznych dostaw w szpitalach związane są między innymi z zastosowaniem modelowania w ramach przemieszczania pojedynczych obiektów transportowanych. Augusto i Xie (2009) proponują optymalny plan transportu oraz zaopatrzenia dla procesu uzupełniania leków w aptece szpitalnej. Banerjea-Brodeur i inni (1998) podejmują problematykę wyznaczania optymalnych harmonogramów dostaw bielizny z centralnej pralni do poszczególnych oddziałów. Rais i inni (2018) opracowali model symulacyjny oparty o heurystykę uwzględniający poprawę usług logistycznych w szpitalu, wyłącznie w kontekście transportu dokumentów. Rupnik, Narding oraz Kramberger (2019) przedstawili możliwości doskonalenia wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu, wykorzystując symulację zdarzeń dyskretnych, w celu optymalizacji wewnętrznego transportu wyrobów z centralnej sterylizatorni do sali operacyjnej. Podobnie, Vancroonenburg i inni (2016) zaproponowali model optymalizacyjny uwzględniający w swoim zakresie wyłącznie wewnętrzny transport pacjentów. Z kolei istota badań przeprowadzona przez Gayer i inni (2020), Lapierre i Ruiz (2007), Madelin i Lahrichi (2019) oraz Versteegen (2016) została ograniczona wyłącznie do analizy przepływów obiektów transportowanych z miejsc początkowych do miejsc docelowych. Nie uwzględniono w nich powiązanych procesów, takich jak odbiór obiektów transportowanych oraz wydanie ich wyznaczonemu personelowi w miejscu docelowym, których analiza jest niezbędna do zbadania całościowej realizacji wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Analiza przytoczonych źródeł literaturowych oraz opinia uzyskana od uczestników badania eksperckiego wykazała, że zidentyfikowane metody nie pozwalają przeanalizować i ocenić w sposób kompleksowy procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, z uwagi na zawężony w stosunku do proponowanej metody (szczegółowo opisanej w rozdziale 5) przedmiotowy zakres badania. Kompleksowość realizacji badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu rozumiana jest jako uwzględnienie następujących aspektów:

- możliwość zastosowania metody dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu (Dobrzańska i in., 2013; Yadav i Jayswal, 2018),

- możliwość pozyskania danych (parametrów procesowych) do budowy modelu symulacyjnego (Kedar, 2024; Makiela, 2023),
- możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych (Dumas i in., 2018; Nowak, 2023; Vom Brocke i in., 2014),
- możliwość badania dynamiki systemu - badanie efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności (ang. Key Performance Indicators, KPI) (Mahboub i in., 2023; Setiawan i Purba, 2020).

Wieloaspektowość jest istotna, ponieważ opracowywana metoda powinna być możliwa do zastosowania niezależnie od specyfiki organizacyjnej danego szpitala, czyli sposobu realizacji procesów w danym szpitalu, poziomu dostępności danych początkowych i rodzaju przemieszczanych obiektów transportowanych. Ponadto istotną kwestią jest, aby opracowana metoda umożliwiała adaptację jej do badania procesu przemieszczania różnych obiektów transportowanych. Adaptacyjność rozumiana jest jako zdolność dostosowywania się do różnych warunków (Bukowska-Piastryńska i in., 2022). Adaptacyjny charakter metody, w rzeczywistości pozwoli na szybkie dostosowanie procedury badawczej do specyfiki procesu przemieszczania danego obiektu transportowanego. Z kolei efektywność realizacji procesu przepływu obiektów transportowanych jest zależna również od organizacji i przebiegu procesu poprzedzającego i następującego bezpośrednio po nim, dlatego źródeł poprawy efektywności należy szukać także na styku pomiędzy tymi procesami. Wieloaspektowość metody oznacza również, że przeprowadzenie badania jest możliwe także w przypadku, gdy badany podmiot nie posiada zaewidencjonowanych wszystkich niezbędnych danych umożliwiających budowę modelu symulacyjnego wybranego procesu wewnętrznej dostawy, a zastosowana metoda w swoim zakresie posiada narzędzie umożliwiające pozyskanie wspomnianych danych. Dodatkowo, pomimo faktu, że procesy wewnętrznych dostaw w szpitalu mogą być realizowane w różny sposób w każdym podmiocie, niezbędne jest zapewnienie standardu oceny ich efektywności.

Ponadto udział w spotkaniach biznesowych związanych ze służbą zdrowia, w których wiodącą tematyką było usprawnianie procesów logistycznych w szpitalach, jeszcze bardziej uwypuklił potrzebę prowadzenia prac nad badaniem efektywności procesów wewnętrznych dostaw. Wielokrotnie podczas wspomnianych spotkań przedstawiciele kadry zarządzającej jednostkami opieki medycznej wskazywali na potrzebę dostępu lub rozwoju narzędzi teleinformatycznych wspierających sprawne funkcjonowanie szpitali. Przytaczane potrzeby

związane były z następującymi obszarami: eliminacja papierowego obiegu dokumentacji, automatyczna identyfikacja pacjentów na oddziale, odpowiedni dobór zasobów ludzkich do realizowanych procesów, automatyczna weryfikacja podawanych leków pacjentowi oraz dostęp do informacji o bieżących stanach magazynowych leków na oddziale.

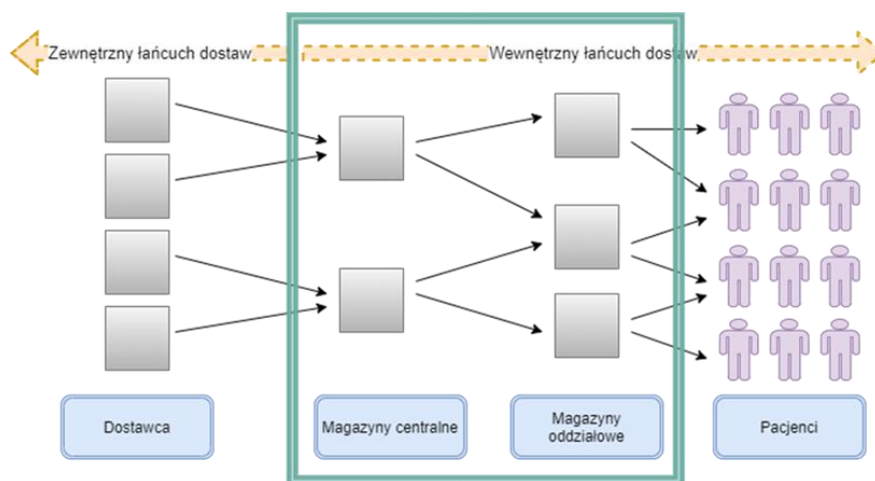
Przeprowadzona analiza literaturowa, projekty zrealizowane w placówkach medycznych, wywiady z personelem medycznym bezpośrednio zaangażowanym w proces projektowania wewnętrznych dostaw w szpitalu oraz udział w wydarzeniach branżowych dotyczących niniejszej problematyki, pozwoliły zidentyfikować lukę badawczą scharakteryzowaną w następujący sposób:

Luka badawcza: Zidentyfikowane metody nie umożliwiają przeprowadzenia wystarczająco kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.

W związku z tym, uzasadnione jest prowadzenie badań nad sposobem funkcjonowania wewnętrznych dostaw w Jednostkach Stacjonarnej Opieki Zdrowotnej oraz podjęcia próby zbudowania metody umożliwiającego jego kompleksowe badanie i w dalszej kolejności testowanie wprowadzanych zmian.

1.2 Przedmiot badań i problem badawczy

Szczegółowy obszar prac badawczych podjęty w niniejszej dysertacji, mający na celu wypełnienie zidentyfikowanej luki badawczej, został zaprezentowany na rysunku 1. Jak wynika ze schematu, dotyczy on w szczególności analizy procesu wewnętrznej dostawy obiektów transportowanych (takich jak: wyroby medyczne, posiłki, bielizna szpitalna i inne) z miejsc ich wytworzenia/przechowywania do miejsc ich przeznaczenia (Kisperska-Moroń i Krzyżaniak, 2009).



Rysunek 1. Szczegółowy obszar prac badawczych podjętych w pracy na przykładzie procesu przemieszania leków
Opracowanie własne

1.3 Cel pracy i metodyka badań

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest opracowanie **metody kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu**. Szpital wykorzystując opracowaną metodę, będzie miał możliwość nie tylko zbadania aktualnej efektywności procesu wewnętrznych dostaw, ale także możliwość testowania planowanych do wdrożenia różnych scenariuszy zmian w tym procesie.

Dla tak sformułowanego celu rozprawy, zdefiniowano siedem zadań, umożliwiających realizację założonych rezultatów rozprawy doktorskiej. Należą do nich:

Z1: Identyfikacja stosowanych metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Z2: Identyfikacja i weryfikacja aspektów metody kompleksowego badania procesów w szpitalu.

Z3: Identyfikacja luki badawczej.

Z4: Identyfikacja metod modelowania symulacyjnego procesów.

Z5: Wybór metody modelowania symulacyjnego procesów, w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Z6: Zdefiniowanie kroków postępowania dla opracowanej metody.

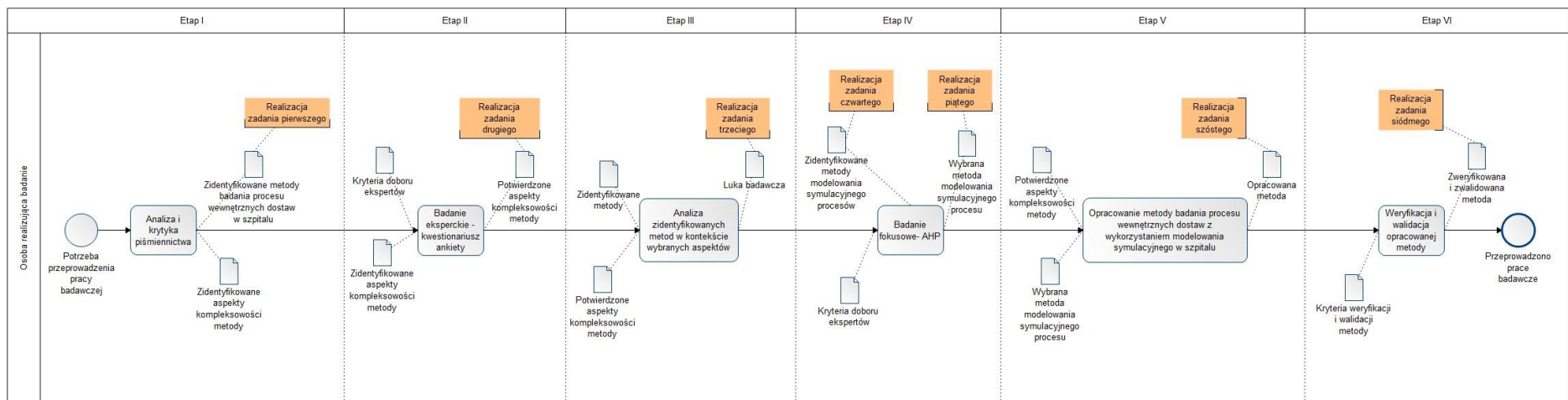
Z7: Potwierdzenie użyteczności metody w warunkach rzeczywistych.

Realizacja przedstawionych powyżej zadań umożliwi udzielenie odpowiedzi na pytania badawcze (podrozdział 1.2). Powiązanie pytań badawczych z zadaniami i adekwatnymi metodami i technikami badawczymi oraz oczekiwanymi rezultatami, przedstawiono w tabeli 1. Proces badawczy został podzielony na sześć etapów, które determinowały przebieg realizowanego badania (Rysunek 3).

Tabela 1. Powiązanie między pytaniami i zadaniami badawczymi

PYTANIA BADAWCZE	ZADANIA	METODY, TECHNIKI I NARZĘDZIA BADAWCZE	REZULTATY BADAŃ
<p>Pb1: Jakie aspekty powinno się uwzględnić w metodzie kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu?</p>	<p>Z1: Identyfikacja stosowanych metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.</p> <p>Z2: Identyfikacja i weryfikacja aspektów metody kompleksowego badania procesów w szpitalu.</p> <p>Z3: Identyfikacja luki badawczej.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Metoda analizy i krytyki piśmiennictwa • Analiza i badanie dokumentów • Badanie eksperckie • Kwestionariusz ankiety 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematyzacja pojęć • Zbiór aspektów charakteryzujących metodę kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu • Zidentyfikowana luka badawcza
<p>Pb2: Jaka metodę symulacji procesów wybrać w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu?</p>	<p>Z4: Identyfikacja metod modelowania symulacyjnego procesów.</p> <p>Z5: Wybór metody modelowania symulacyjnego procesów, w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Metoda analizy i krytyki piśmiennictwa • Badanie fokusowe • Analiza porównawcza • Wielokryterialna metoda hierarchicznej analizy problemów decyzyjnych – AHP • Arkusz kalkulacyjny 	<ul style="list-style-type: none"> • Porównanie wybranych metod modelowania symulacyjnego procesu • Ranking istotności wybranych metod modelowania symulacyjnego procesów w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu
<p>Pb3: Jakie fazy realizacji należy uwzględnić podczas kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu?</p>	<p>Z6: Zdefiniowanie kroków postępowania dla opracowanej metody.</p> <p>Z7: Potwierdzenie użyteczności metody w warunkach rzeczywistych.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Metoda analizy i konstrukcji logicznej • Oprogramowanie do modelowania procesów • Oprogramowanie do budowy aplikacji mobilnych • Studium przypadku 	<ul style="list-style-type: none"> • Opracowana metoda wraz ze szczegółowym opisem jej kroków postępowania • Zweryfikowana i zwalidowana metoda

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 3. Metoda realizacji procesu badawczego
 Źródło: opracowanie własne

Ze względu na specyfikę prowadzonych badań, struktura pracy została przedstawiona według następującej logiki:

- **Rozdział pierwszy** zawiera ogólne wprowadzenia do realizowanego tematu rozprawy doktorskiej. W tym rozdziale przedstawione zostało uzasadnienie podjęcia tematu niniejszej rozprawy, nakreślono przedmiot realizowanych badań, zidentyfikowano problem badawczy oraz zdefiniowano pytania badawcze mające na celu wspomoczenie poszukiwania odpowiedzi na sformułowany problem badawczy. Ponadto rozdział ten zawiera informację o wyznaczonym celu głównym rozprawy wraz ze zdefiniowanymi zadaniami umożliwiającymi realizację założonych rezultatów rozprawy doktorskiej.
- **Rozdział drugi** został poświęcony charakterystyce łańcucha dostaw. W podrozdziale 2.1 przedstawiono jego główne definicje, a następnie w podrozdziale 2.2 odniesiono jego problematykę do służby zdrowia. Ponadto w podrozdziale 2.3 podjęto tematykę procesów wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu.
- **Rozdział trzeci** związany jest z identyfikacją obecnie stosowanych metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu (podrozdział 3.1). W podrozdziale 3.2 zidentyfikowano, a następnie przeprowadzając badanie eksperckie zweryfikowano aspekty kompleksowości realizacji badania procesów w szpitalu. Ostatni, podrozdział 3.3 zawiera ocenę zidentyfikowanych metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, pod kątem ich wieloaspektowości.
- **Rozdział czwarty** koncentruje się na zagadnieniu modelowania symulacyjnego. W podrozdziale 4.1 omówiono istotę modelowania symulacyjnego, jego definicje oraz korzyści płynące z jego zastosowania. Podrozdział 4.2 przedstawia charakterystykę metod modelowania symulacyjnego procesów (symulacja zdarzeń dyskretnych, dynamika systemu, modelowanie agentowe oraz symulacja Monte Carlo). W podrozdziale 4.3 opisano procedurę wyboru odpowiedniej metody modelowania symulacyjnego w kontekście jej zastosowania do badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.
- **Rozdział piąty** niniejszej rozprawy doktorskiej zawiera opis koncepcji badania procesu wewnętrznych dostaw z wykorzystaniem modelowania symulacyjnego w szpitalu. W podrozdziale 5.1 przedstawiono główne przesłanki opracowanej metody oraz jej główne cele. Podrozdział 5.2 skupia się na opisie pierwszej fazy opracowanej metody - pozyskiwania informacji. W podrozdziale 5.3

scharakteryzowano drugą fazę przedstawionej metody - modelowania procesu. Ostatni podrozdział, 5.4, zawiera opis trzeciej fazy opracowanej metody - testowania scenariuszy zmian w procesie.

- **Rozdział szósty** rozprawy doktorskiej przedstawia szczegóły dotyczące przeprowadzonych prac wdrożeniowych. W podrozdziale 6.1 opisano miejsce zrealizowanego badania pilotowego oraz scharakteryzowano procesy poddane badaniu. Podrozdział 6.2 koncentruje się opisie przebiegu realizacji prac wdrożeniowych dla czterech wybranych procesów wewnętrznych dostaw. W podrozdziale 6.3 opisano procedurę weryfikacji i walidacji opracowanego rozwiązania, przedstawiając kryteria, które ułatwiły podjęcie decyzji co do użyteczności wykorzystania opracowanej metody w warunkach rzeczywistych.
- **Rozdział siódmy** podsumowuje przeprowadzone prace badawczo-wdrożeniowe. W podrozdziale 7.1 zaprezentowano najważniejsze wnioski końcowe, przedstawiając sposób realizacji poszczególnych zadań, osiągnięte cele oraz odpowiedzi na postawione pytania badawcze. Podrozdział 7.2 przedstawia utylitaryzm opracowanej metody badawczej oraz charakteryzuje korzyści dla szpitali w kontekście wykorzystania opracowanej metody. W podrozdziale 7.3 zidentyfikowano kierunki dalszych badań, proponując rozwinięcia i uzupełnienia zaprezentowanego rozwiązania. Ostatni podrozdział, 7.4, poświęcony jest rozważaniom dotyczącym zidentyfikowanych ograniczeń opracowanej metody.

Problematyka rozprawy doktorskiej wpisuje się w dziedzinę nauk społecznych z dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości. Jej wkład związany jest z uzupełnieniem istniejących metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu wykorzystujących modelowanie symulacyjne.

2 Zarządzanie łańcuchem dostaw w szpitalu

2.1 Łańcuchy dostaw – definicje i charakterystyka

Podjmując problematykę łańcuchów dostaw, warto rozpocząć rozważania od przywołania ich istoty. W literaturze przedmiotu pojęcie "łańcuch" jest stosowane do opisanie powiązań między różnymi podmiotami, które współpracują ze sobą w tworzeniu rynków (Szeląg, 2017). Pojęcie to porównuje się do łańcucha jako urządzenia technicznego, w którym poszczególne ogniwa stanowią łańcuch tylko wtedy, gdy są ze sobą połączone. Odnosząc określenie „łańcuch” do kontekstu logistyki należy zauważyć, że jest ono wykorzystywane w zakresie obrazowania zachodzących tam procesów (Szeląg, 2017). Termin „łańcuch” w logistyce często używany jest w następujących połączeniach: łańcuch dostaw, łańcuch zaopatrzenia czy też łańcuch wartości (Frankowska, 2015). Ayers (2000) uważa, że łańcuch dostaw to: „Procesy cyklu życia obejmujące przepływy fizyczne, informacyjne, finansowe i wiedzy, których celem jest spełnienie wymagań użytkownika końcowego za pomocą produktów i usług od wielu powiązanych dostawców”. Zgodnie z tą definicją łańcuch dostaw obejmuje procesy obejmujące szeroki zakres działań, w tym pozyskiwanie, produkcję, transport i sprzedaż produktów fizycznych i usług. Cykl życia odnosi się zarówno do cyklu życia rynkowego, jak i cyklu użytkownika, a nie są one takie same w przypadku dóbr trwałych i usług. Dlatego też wsparcie produktu po sprzedaży staje się ważnym elementem łańcucha dostaw (Ayers, 2000). Bagchi (2001) charakteryzuje łańcuch dostaw jako: „sieć zakładów i wykonawców, którzy dostarczają surowce i komponenty, następnie przerabiają je w półprodukty i podzespoły, potem produkują z nich wyrób finalny, a następnie umożliwiają ich konsumpcję przez konsumenta finalnego”. Podobnie Christopher (2005) zdefiniował pojęcie łańcucha dostaw jako zestaw skorelowanych powiązań, pomiędzy dostawcami i odbiorcami, którego celem jest wytworzenie wartości w postaci produktów lub usług. Fertsch (2016) opisuje łańcuch dostaw jako sieć organizacji, która realizuje wspólne działania mające na celu zaspokojenie popytu w całym paśmie przepływu produktów. Przegląd różnych podejść do definiowania terminu „łańcuch dostaw” przedstawiono między innymi w Carter i in. (2015) i LeMay i in. (2017). Przykładowe definicje przedstawiono w tabeli 2.

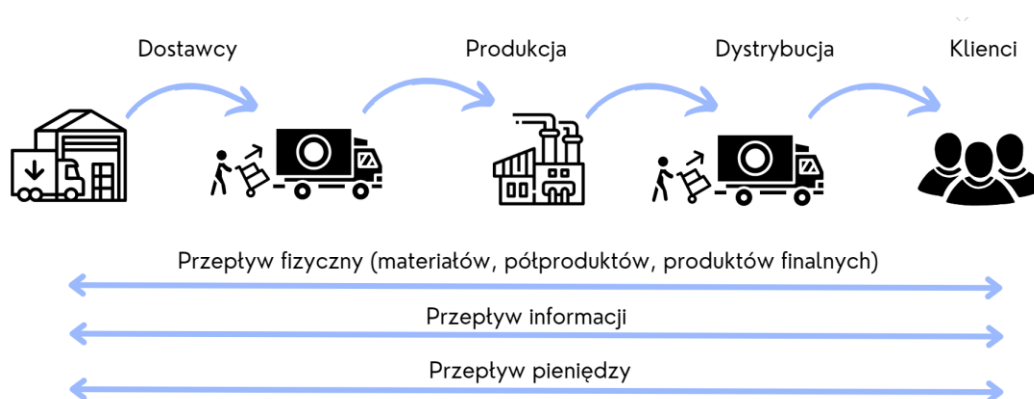
Tabela 2 Przykłady definiowania terminu „łańcuch dostaw”

Lp.	Autor/autorzy	Definicja
1	Abt (1998)	„Działalność związana z przepływem materiału (towaru) od jego oryginalnego źródła, przez wszystkie pośrednie formy, aż do postaci, w której jest konsumowany przez ostatecznego klienta”.

2	Christopher (1999)	„Sieć organizacji, które poprzez powiązania w górę i w dół łańcucha dostaw uczestniczą w różnych procesach i działaniach generujących wartość w postaci produktów i usług dostarczanych ostatecznemu konsumentowi”.
3	Mentzer i in. (2001)	“Grupa trzech lub więcej podmiotów (organizacji lub osób fizycznych) bezpośrednio zaangażowanych w przepływy produktów, usług, finansów i/lub informacji od źródła do klienta (i z powrotem)”.
4	Ayers (2000)	„Procesy cyklu życia obejmujące przepływy fizyczne, informacyjne, finansowe i wiedzy, których celem jest spełnienie wymagań użytkownika końcowego za pomocą produktów i usług od wielu powiązanych dostawców”.
5	Harrison i van Hoek (2010)	„Sieć partnerów, którzy w ramach wspólnego działania przekształcają podstawowy surowiec (faza zaopatrzenia) w wyrób gotowy (faza dystrybucji) o określonej wartości dla końcowych nabywców i zagospodarowują zwroty na każdym etapie”.
6	Fahimnia i in. (2013)	„Zintegrowana sieć organizacji zaangażowanych w fizyczny przepływ produktów od dostawców do klientów”.
7	Coyle i in. (2003)	„Grupa zintegrowanych przedsiębiorstw, które muszą wymieniać się informacjami i koordynować działania, aby zapewnić płynny, zintegrowany przepływ towarów, usług, informacji i środków pieniężnych w ramach systemu”.
8	(Supply Chain Glossary of Terms, 2023)	„Całkowita sekwencja procesów biznesowych w obrębie jednego lub wielu środowisk przedsiębiorstwa, która umożliwia zaspokojenie popytu klienta na produkt lub usługę”.

Opracowanie własne

Według Waller (2003) zintegrowany model łańcucha dostaw może generalnie zawierać trzy powiązane ze sobą przepływy: przepływy materiałów (zakup, transformacja i dystrybucja), przepływy informacyjne (elektroniczna wymiana danych lub powiązania ze stronami internetowymi) i przepływ finansowy (który obejmuje płatność dla dostawców i podwykonawców za towary i usługi oraz płatność przez klienta na rzecz sprzedawcy detalicznego za produkt końcowy). Fizyczna dystrybucja jest krytyczną częścią łańcuchów dostaw, niemniej jednak informacje i przepływy finansowe w wielu łańcuchach dostaw są tak samo ważne jak przepływ fizyczny. Ponadto zdaniem Felea i Albăstroiu (2013) należy podkreślić rolę danych wejściowych wiedzy w procesach łańcucha dostaw. Kierunek przepływu w łańcuchu dostaw nie jest tylko do przodu, od pierwszego dostawcy do końcowego klienta (Rysunek 4). Towary mogą płynąć z powrotem w górę łańcucha dostaw z różnych powodów, takich jak serwis lub naprawa, ponowne wytwarzanie, recykling lub utylizacja. Łańcuch odwrotny może odgrywać ważną rolę w takich obszarach, jak satysfakcja klienta, recykling i ochrona środowiska (Felea i Albăstroiu Nastase, 2013).



Rysunek 4. Zakres łańcucha dostaw
Opracowanie własne

Należy również zauważyć, że łańcuch dostaw ma wielu powiązanych dostawców. Istnieje wiele różnych konfiguracji łańcucha dostaw. Niektóre są bardzo krótkie i proste, a inne są długie i skomplikowane (Seifbarghy i Pourebrahim Gilkalayeh, 2012). Zatem, łańcuch dostaw może mieć różny stopień złożoności w zależności od liczby członków i różnorodności procesów biznesowych. Zasadniczo żadna ze stron nie jest właścicielem łańcucha dostaw, chociaż w większości łańcuchów obecni są dominujący i potężni gracze, tacy jak sprzedawcy detaliczni, właściciele marek i producenci oryginalnego sprzętu - Original equipment manufacturer (OEM), ale zawsze istnieje centralna organizacja. Według (Mentzer i in., 2001) organizacje mogą zarządzać całym łańcuchem dostaw lub nie, a nawet jeśli łańcuch dostaw nie jest zarządzany, łańcuch dostaw - jako zjawisko biznesowe - nadal istnieje.¹

Literatura przedmiotu wskazuje, że łańcuch dostaw może być rozpatrywany w dwóch ujęciach - zewnętrznym i wewnętrznym (Gilaninia i in., 2013). Kontekst zewnętrznego łańcucha dostaw najczęściej charakteryzowany jest poprzez strategiczne dostosowanie wewnętrznych procesów biznesowych, zapewnienie efektywnego przepływu informacji oraz wzajemną współpracę z dostawcami i klientami (Droge i in., 2004, 2012; Flynn i in., 2010; Koufteros i in., 2005; Lai i in., 2008). Biorąc pod uwagę rozwój nowych produktów, efektywne zarządzanie zewnętrznym łańcuchem dostaw wspiera przedsiębiorstwa w nawiązywaniu nowych relacji biznesowych oraz zdobywaniu nowych kanałów dystrybucyjnych poprzez wykorzystanie relacji sieciowych (Petersen i in., 2005; Revilla i Villena, 2012; Tassarolo,

¹ W ostatnich latach coraz więcej literatury poświęcone jest cyfryzacji łańcuchów dostaw. Terminy takie jak Smart Supply Chain (Movahed i in., 2024), Digital Supply Chain (Nasiri i in., 2020) i Supply Chain 4.0 (Yuan & Xue, 2023) zostały zaproponowane w celu opisanego tego zjawiska. Ze względu na zakres pracy problematyka ta nie będzie dalej analizowana.

2007). Dodatkowo odpowiednio ukierunkowane mechanizmy zewnętrznej integracji, umożliwiają firmom pozyskiwanie wiedzy o potrzebach klienta (Ettlie i Reza, 1992; Griffin i Hauser, 1996; Ragatz i in., 1997). Jak zauważają Swink (2007) oraz Regatz (1997), efektywna koordynacja działań pomiędzy organizacjami może przyczyniać się do redukcji marnotrawstw w całym łańcuchu dostaw oraz zwiększać efektywność wymiany wiedzy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w procesy logistyczne. Sprawna koordynacja zewnętrznych działań pomaga także przedsiębiorstwom poprawiać jakość oferowanych usług (Ettlie i Reza, 1992; Primo i Amundson, 2002; Rosenzweig i in., 2003; Stank i in., 1999). Ponadto integracja zewnętrznego łańcucha dostaw skraca czas wprowadzania na rynek nowych produktów oraz zmniejsza ryzyko wprowadzenia nietrafionych innowacji produktowych (Monczka i in., 2000; Sherman i in., 2000).

Według Sweeney (2011) w literaturze termin „wewnętrzny łańcuch dostaw” pojawia się w odniesieniu do prac mających na celu przełamanie barier między funkcjami w obrębie organizacji. Chopra i Meindl (2006) uważają, że łańcuch dostaw składa się ze wszystkich stron zaangażowanych, bezpośrednio lub pośrednio, w realizację żądania klienta oraz obejmuje wszystkie funkcje związane z otrzymywaniem i realizacją wymagań klienta. Funkcje te obejmują, ale nie ograniczają się do rozwoju nowego produktu, marketingu, operacji, dystrybucji, finansów i obsługi klienta. Basnet (2013) określa wewnętrzny łańcuch dostaw jako ciąg działań lub zadań w przedsiębiorstwie, które powinny koncentrować się na dostarczeniu towarów klientowi. Podobnie Dąbrowski (2017) opisuje wewnętrzny łańcuch dostaw jako zestaw wszystkich działań i procesów, które powinny być ukierunkowane na efektywną realizację zamówień od klienta. Jak zauważa Frankowska (2014) wewnętrzne łańcuchy dostaw powstają w oparciu o utworzenie wewnętrznej sieci powiązań, ukierunkowanych na realizację zleceń w ramach pojedynczego przedsiębiorstwa. W ramach powstałej wewnętrznej sieci relacji, jednostki te mogą posiadać własnych klientów i dostawców. Jednym z warunków zapewnienia dobrze funkcjonującego wewnętrznego łańcucha dostaw jest zadbanie o odpowiednią integrację wewnętrznych działań przedsiębiorstwa. Wewnętrzna integracja zapewnia efektywny przepływ informacji, umożliwiając szybsze reagowanie na zmieniające się warunki rynkowe oraz lepsze zarządzanie wewnętrznymi zasobami. Według Basnet (2013) i Pasanen (2015) integracja wewnętrznych działań w firmie, powinna mieć charakter holistyczny i przebiegać ponad granicami działów. Chen (2007) jako dobry przykład wewnętrznej integracji wskazuje koordynację działań pomiędzy departamentem marketingu i logistyki. Podkreśla on, że integracja ta może przynieść wiele korzyści w kontekście

efektywnego podejmowania decyzji oraz działań planistycznych w przedsiębiorstwie. Dobrą praktyką jest, aby organizacje osiągnęły wewnętrzną integrację jeszcze przed wdrożeniem zarządzania łańcuchem dostaw, które obejmuje także zewnętrznych interesariuszy. Według Gimenez i Ventura (2005) efektywna wewnętrzna koordynacja działań przedsiębiorstwa pozytywnie wpływa na integrację zewnętrzną. Dzieje się tak, ponieważ sprawnie działające procesy wewnętrzne znacznie ułatwiają koordynację działań pomiędzy firmami zewnętrznymi. Tezę tę Skjøtt-Larsen z zespołem (2007) potwierdzili w swojej pracy, udowadniając, że wewnętrzna integracja działań pozytywnie wpływa na relacje międzyorganizacyjne.

2.2 Łańcuchy dostaw w szpitalu

Podjmując problematykę łańcuchów dostaw istotną kwestią było odniesie tej tematyki do kontekstu jej występowania w służbie zdrowia. Procesy łańcucha dostaw w opiece zdrowotnej są dynamiczne pod względem danych, wymagają koordynacji i wymiany informacji w obrębie i poza granicami organizacji z różnymi grupami interesariuszy (Yu i in., 2021). Podobnie jak w przedsiębiorstwach, w służbie zdrowia, a więc między innymi w szpitalu, także mamy do czynienia ze złożoną siecią logistyczną składającą się z dostawców, magazynów centralnych, magazynów oddziałowych, klientów końcowych (pacjentów) oraz systemami zarządzania przepływami fizycznymi i informacyjnymi (Betcheva i in., 2020; Dembińska-Cyran, 2005; Rocha i Rego, 2023; Ziat i in., 2024). Podobnie jak inne łańcuchy dostaw, łańcuch dostaw opieki zdrowotnej to sieć organizacji partnerskich, których celem jest dostarczanie dostaw w odpowiedniej ilości, we właściwym miejscu, po właściwej cenie i we właściwym czasie (Gonul Kochan i in., 2018). Polatera (2014) opisuje szpitalny łańcuch dostaw jako „złożony system, który dotyczy przepływu produktów i usług w celu zaspokojenia potrzeb tych, którzy służą pacjentom”, w celu „dostarczania produktów we właściwym czasie, w celu spełnienia wymagań podmiotów świadczących opiekę zdrowotną”. Zarządzanie łańcuchem dostaw w obszarze służbie zdrowia, to nie tylko przepływ fizyczny leków, wyrobów medycznych i urządzeń, ale również obieg pacjentów oraz artykułów pralniczych (Beaulieu i Bentahar, 2021; Rakovska i Mikova, 2018). Przepływ ludzi obejmuje pacjentów hospitalizowanych, pacjentów ambulatoryjnych, personel i gości. Moons i inni (2019) podkreślają, że przepływy pacjentów to przepływy podstawowe, które napędzają wszystkie inne przepływy i działania. Z kolei jak twierdzi Roy i inni (2021) przepływ produktów obejmuje swoim zakresem następujące działania: przyjmowanie, magazynowanie, uzupełnianie i usuwanie zarówno produktów medycznych (farmaceutyki, instrumenty i urządzenia chirurgiczne, krew i narządy do przeszczepów, próbki laboratoryjne) jak i niemedycznych

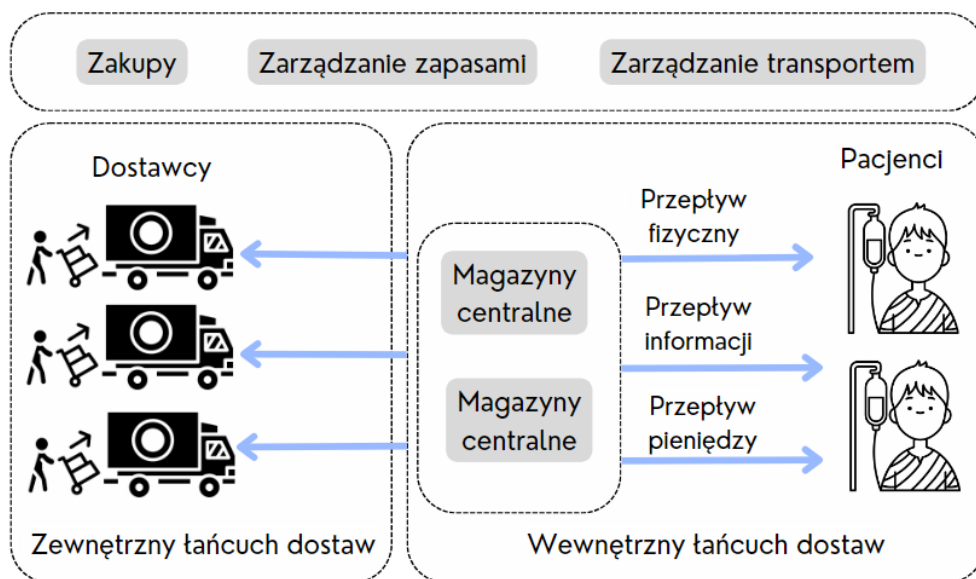
(żywność, środki higieny osobistej, pościel). Analogicznie jak w przypadku jednostek produkcyjnych, wiele kwestii optymalizacyjnych w służbie zdrowia dotyka problematyki efektywnego zaangażowania zasobów w kontekście zapewnienia wysokiego poziomu obsługi pacjenta (Brennan, 1998).

Według Gerami i in. (2020) zarządzanie łańcuchem dostaw w szpitalu jest bardziej złożone w porównaniu z innymi branżami, ponieważ:

- szpitale obsługują znaczną ilość wartościowych artykułów opieki zdrowotnej, takich jak leki, urządzenia medyczne, narzędzia i inne materiały,
- interesariusze, tacy jak lekarze i farmaceuci, którzy zazwyczaj mają sprzeczne poglądy na temat operacji łańcucha dostaw, decydują o strategiach zarządzania zapasami,
- terminy realizacji dostaw urządzeń medycznych, materiałów i leków są zwykle długie,
- zapotrzebowanie pacjentów, zwłaszcza zapotrzebowanie awaryjne, jest trudne do dokładnego przewidzenia.

Odpowiednie zarządzanie łańcuchem dostaw w podmiotach medycznych może przyczynić się także do poprawy efektywności procesów medycznych oraz zminimalizować koszty magazynowania i dystrybucji produktów medycznych. W ten sposób logistyka w ochronie zdrowia pomaga zapewnić pacjentom szybszy dostęp do niezbędnych procedur medycznych, a jednocześnie redukuje koszty leczenia, co w efekcie powoduje wzrost zadowolenia pacjenta z jakości świadczonych usług. (Detyna, 2015; Gołębska, 2006; Jarzynkowski i in., 2016; Pinna i in., 2014; Smoleń, 2002).

Również w przypadku szpitala, zarządzanie łańcuchem dostaw może być analizowane w dwóch wymiarach - zewnętrznym oraz wewnętrznym (Rysunek 5) (Dembińska-Cyran, 2005). Wymiar zewnętrzny rozumiany jest jako dostawy leków, artykułów medycznych, posiłków czy też odzieży szpitalnej od dostawców do magazynów centralnych w szpitalach. Natomiast wymiar wewnętrzny rozpatrywany jest w kontekście przepływów fizycznych, informacyjnych oraz pieniężnych pomiędzy poszczególnymi oddziałami szpitalnymi (Beier, 1995; de Vries i Huijsman, 2011).



Rysunek 5. Zewnętrzny i wewnętrzny łańcuch dostaw w szpitalu
 Opracowanie własne na podstawie (Dembińska-Cyran, 2005)

Według Moons i inni (2019) oraz Roy i inni (2021) badanie wewnętrznego łańcucha dostaw szpitala jest dość złożone ze względu na występujące powiązania pomiędzy procesami, pojawiające się wyzwania operacyjne oraz nieprzewidywalne zapotrzebowanie na środki medyczne. Ponadto jak zauważa Moons i inni (2019) zagwarantowanie odpowiednio funkcjonującego wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu jest zatem istotnym elementem na drodze do zapewnienia wysokiej jakości opieki nad pacjentem. Kosztowny sprzęt medyczny, środki używane na salach operacyjnych, nieprzewidywalne zapotrzebowanie na wyroby medyczne i skomplikowane śledzenie zapasów (ze względu na często realizowane pilne zabiegi) to obszary, które wpływają na wspomnianą złożoność działań w obszarze wewnętrznych dostaw (Moons i in., 2019). Złożoność wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu potwierdzają także badania przeprowadzone przez Rocha i Rego (2023) oraz Castro, Pereira, Sá i Santos (2020). Wspomniani autorzy twierdzą, że trudności te wynikają między innymi z występowania wysokich kosztów poszczególnych leków oraz trudnego do przewidzenia ich zapotrzebowania. Ponadto, jak zauważa Volland i in. (2017), wewnętrzny łańcuch dostaw jest często słabym punktem wielu szpitali, a zapewnienie jego odpowiedniego działania ma kluczowe znaczenie dla ogólnego funkcjonowania służby zdrowia i poprawy jakości opieki nad pacjentem. Na podstawie powyższych rozważań dotyczących wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu, uwypukla się stwierdzenie, że obszar ten odgrywa fundamentalną rolę w efektywności operacyjnej szpitala. Jak zauważa Szelański (2015) odpowiednią efektywność szpitale mogą osiągnąć dzięki zastosowaniu narzędzi zarządzania procesowego. Stajniak i Koliński (2015) potwierdzają tezę, że użycie modelowania procesów (będącego

jednym z narzędzi zarządzania procesowego) wpływa na poprawę efektywności procesów wewnętrznego łańcucha dostaw. Według Fliegner (2017) celem zarządzania procesami jest ustalenie jakie procesy są realizowane w danej organizacji oraz jakie występują pomiędzy nimi powiązania. Z uwagi na to, że tematyka realizowanych procesów wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu jest szerokim oraz bardzo istotnym zagadnieniem z punktu widzenia niniejszej rozprawy doktorskiej, zdecydowano się poświęcić jemu osobny podrozdział.

2.3 Procesy wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu

Problematyka realizacji procesów w ramach wewnętrznego łańcucha dostaw w tak charakterystycznych organizacjach jakimi są szpitale (wiele oddziałów, bloków operacyjnych, apteki centralne i oddziałowe, centralne sterylizatornie) ma swoje przełożenie na konkretne działania procesowe, które, jak zauważa Duque-Uribe i inni (2019), należy rozpatrywać w następujących ujęciach:

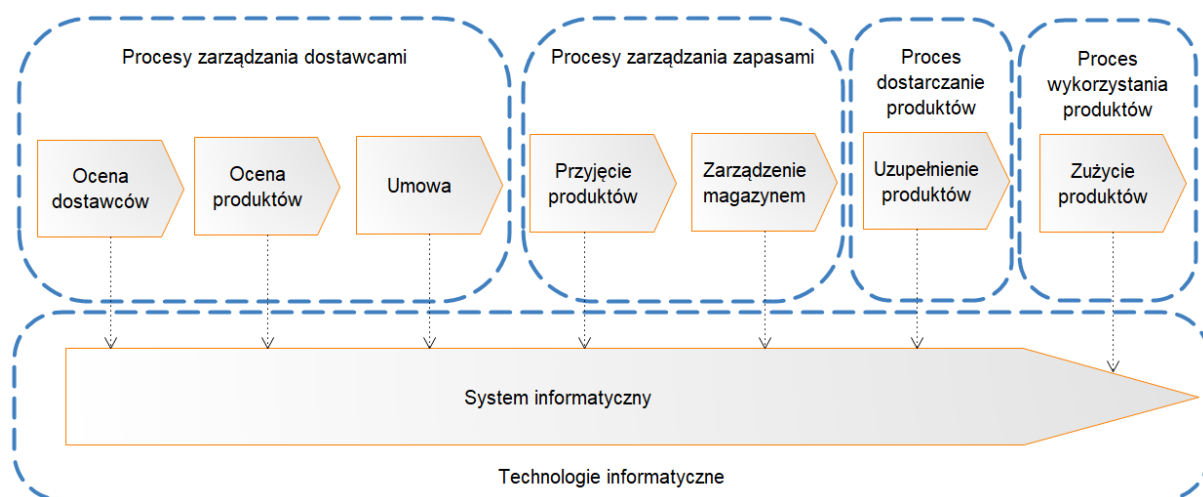
- zarządzanie magazynem,
- dostawy posiłków i leków do pacjentów,
- zarządzanie gospodarką odpadami,
- zarządzanie obiegiem informacji,
- obsługą pacjenta (podanie leków pacjentowi, bieżąca hospitalizacja).

Poruszane zagadnienie w sposób istotny wpływa na kwestię holistycznej wydajności całego systemu opieki zdrowotnej (Duque-Uribe i in., 2019). Na przestrzeni ostatnich lat podejście do tej problematyki było przedstawiane w różnych ujęciach (Rysunek 6).



Rysunek 6. Wybrane podejścia do tematyki procesów w ramach wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu
Opracowanie własne na podstawie (Duque-Uribe i in., 2019)

Według Velasco, Moreno i Rebolledo (2018) problematyka badania procesów wewnętrznego łańcucha dostaw powinna uwzględniać analizę następujących obszarów: zarządzanie dostawcami, zarządzanie zapasami, uzupełnienia towarów, wykorzystanie towarów oraz stosowane technologie informacyjne (Rysunek 7).



Rysunek 7. Charakterystyka podejścia procesowego w kontekście wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu według Velasco, Moreno i Rebolledo
 Opracowanie własne na podstawie (Velasco i in., 2018)

Zarządzanie dostawcami to grupa procesów, która jest najszerza i obejmuje działania zarówno w logistyce zewnętrznej jak i wewnętrznej. Wspomniani badacze twierdzą, że zaopatrzenie jest kluczowym czynnikiem integrującym całą logistykę wewnętrznych przepływów jednostek. Etap ten rozpoczyna się od sformułowania wymagań dotyczących produktów, a kończy się na wyborze odpowiedniego dostawcy i podpisaniu umowy. Zarządzanie zapasami to z kolei kategoria, która obejmuje zbiór procesów związanych zarówno z przyjęciem produktów do szpitala, jak i ich efektywnym zarządzaniem na etapie magazynowania. Jak zauważają autorzy, na etapie przyjmowania produktów do magazynu w szpitalu istotną kwestią jest uwzględnienie zarówno terminów ważności, jak i ich numerów partii (Velasco i in., 2018). Jest to istotne z tego względu, że podanie pacjentowi przeterminowanego leku może wywołać szereg niepowołanych dla niego skutków oraz przełożyć się znacznie na obniżenie jakości świadczonych usług medycznych (Ebrahim i in., 2019). Dodatkowo sprawne zarządzanie zapasami pozwala dobrze wykorzystać dostępne zasoby oraz powierzchnię magazynową. Z kolei proces dostarczania produktów oraz ich wykorzystanie w oddziałach, to jak twierdzą Velasco, Moreno i Rebolledo (2018), jeden z najbardziej niedocenianych aspektów w kontekście efektywności wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu. To właśnie na tym etapie zapada szereg decyzji mających swoje odzwierciedlenie w całym łańcuchu. Personel medyczny podejmuje tutaj decyzje dotyczące

terminu oraz ilości zamawianych i dostarczanych produktów. Niestety, jak słusznie zauważają wspomniani autorzy, często decyzje te podejmowane są jedynie na podstawie własnych przewidywań - bez wsparcia odpowiedniego systemu informatycznego. Dlatego też według Velasco, Moreno i Rebolledo (2018) technologie informatyczne powinny stanowić ważny element wspierający wszystkie procesy w ramach wewnętrznego łańcucha dostaw (Velasco i in., 2018). Według badań przeprowadzonych przez Centrum e-Zdrowia (2022) około 85% szpitali posiada szpitalny system informacyjny - hospital information system (HIS). Mimo to, w zakresie wymiany danych pomiędzy różnymi jednostkami szpitalnymi dominuje dokumentacja papierowa, która wciąż jest używana w 75% szpitali. Z kolei w kwestii dotyczącej udostępniania dokumentacji pacjentom drogą elektroniczną również ta praktyka jest rzadka, bo zaledwie 3,4% placówek korzysta z Internetowego Konta Pacjenta. Jak zauważa Bartzak i Barańska (2015) niski poziom elektronicznej dokumentacji w szpitalu wynika nie tylko z dużego oporu personelu medycznego do wprowadzania nowych technologii, ale także z wysokich kosztów wdrożenia informatyzacji procesów. Istotną kwestię w kontekście informatyzacji szpitali porusza Gawrońska (2018), podkreślając, że wdrażanie rozwiązań informatycznych nie zawsze skutkuje poprawą efektywności procesu obsługi pacjenta. Autorka zauważa, że źle wdrożony system informatyczny może prowadzić do spadku bezpieczeństwa pacjenta i co gorsze może przyczyniać się do wzrostu pojawiających się błędów. Przyczyną takiego stanu rzeczy może być brak lub też niewłaściwie przeprowadzona analiza przedwdrożeniowa systemu informatycznego. Odpowiednio zrealizowana analiza przedwdrożeniowa powinna nie tylko zbierać wymagania przyszłych użytkowników systemu, ale także wskazywać w jaki sposób powinny funkcjonować procesy uwzględniające docelowe rozwiązanie (Baron-Jaworska, 2023; Metzger i in., 2010).

Volland, Fügner, Schoenfelder i Brunner (2017) w swoim artykule przedstawili procesy realizowane w ramach wewnętrznego łańcucha dostaw w ujęciu czterech głównych kategorii. Należą do nich procesy związane z następującymi obszarami: dostawa i zaopatrzenie, zarządzanie zapasami, planowanie i dystrybucja oraz holistyczny łańcuch dostaw. Szczegółowe ramy badanej problematyki opracowane przez wspomnianych autorów zostały przedstawione na rysunku 8.



Rysunek 8. Charakterystyka podejścia procesowego w kontekście wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu według Volland i inni.

Opracowanie własne na podstawie (Volland i in., 2017)

Jak wynika z rysunku 8., tematyka podejścia procesowego w kontekście badania wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu, według Volland i inni (2017), jest szerokim zagadnieniem. Zdaniem wspomnianych autorów kompleksowa analiza niniejszej tematyki wymaga nie tylko uwzględnienia procesów związanych z dystrybucją dostawy, ale także badania zagadnień związanych z zarządzaniem zapasami, fizyczną przestrzenią magazynową czy też wykorzystywaniem najlepszych praktyk biznesowych w dziedzinie planowania i dystrybucji. Pierwsza grupa procesów odnosi się do działań szpitali w kontekście analizy dostaw i zaopatrzenia produktów. Szpitale, podejmując działania usprawniające w tych obszarach, skupiają się przede wszystkim na łączeniu wolumenów zakupowych (konsolidacja zakupów), pozwalając zwiększyć swoją siłę nabywczą w stosunku do dostawców (*Więcej firmowych oszczędności?*, 2015). Ponadto jednostki szpitalne również podejmują próby zmniejszania kosztów poprzez outsourcing swoich zapasów. W tym celu rozważają różne podejścia, takie jak systemy bez zapasów czy zapasy zarządzane przez dostawców - Vendor Managed Inventory (VMI), mając na celu lepszą integrację z dostawcami, przy jednoczesnym zapewnieniu pełnej dostępności oferowanych produktów (Govindan, 2013; Marquès i in., 2010; Volland i in., 2017). Druga grupa procesów związana jest z zagadnieniami z zakresu zarządzania zapasami. Zarządzanie zapasami uznano za jeden z kluczowych obszarów umożliwiających poprawę efektywności zarządzania przepływem obiektów transportowanych. Badania opublikowane przez Nicholson i inni (2004) ukazują, że szpitale na koszty zapasów przeznaczają od 10 do 18% przychodów netto szpitali. Trzecia grupa procesów w ujęciu Volland i inni (2017) w kontekście wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu dotyczy problematyki planowania i wewnętrznej dystrybucji produktów. Zagadnienie to koncentruje się

na analizie harmonogramowania dostaw towarów w obrębie szpitala wraz z uwzględnieniem przemieszczeń produktów z magazynów centralnych do miejsc ich wykorzystania w poszczególnych oddziałach (Volland i in., 2017).

Z kolei Iannone, Lambiase, Miranda, Riemma i Sarno (2013) w swoich rozważaniach zauważają, że pierwszym krokiem, który pomaga zrozumieć zagadnienie procesów w ramach wewnętrznego łańcucha dostaw jest postrzeganie tego procesu jako wewnętrzny mikroświat danej organizacji. Autorzy dostrzegają, że kluczowym czynnikiem reorganizacji wewnętrznej logistyki szpitalnej jest identyfikacja zachowania tego systemu w następujących aspektach: asortymentów, zasobów oraz zarządzania pacjentem. Według autorów, kwestię zarządzania asortymentem należy rozważać w kontekście dwóch grup: leków oraz wyrobów medycznych. Jak zauważają badacze, w każdym szpitalu można spotkać różne pozycje asortymentowe, co uzależnione jest od specyfiki danej placówki, preferencji lekarzy oraz panującymi zasadami farmakoterapii. Międzynarodowa Komisja ds. opieki ambulatoryjnej wskazuje, że posiadanie scentralizowanych usług zarządzania lekami jest bardzo istotną kwestią w odniesieniu do dostarczania profesjonalnych usług pacjentom (Carroll i Gagnon, 1984). Kompleksowe podejście do zarządzania procesem obsługi pacjenta w szpitalu, powinno uwzględniać analizę zarówno poszczególnych procesów podstawowych (część „biała”) jak i wspomagających (część „szara). Do procesów podstawowych w szpitalu można zaliczyć: przyjęcie pacjenta na oddział, wystawieniem zlecenia podania leku pacjentowi, podaniem leku pacjentowi czy też wypisaniem pacjenta ze szpitala. Z kolei do procesów wspomagających w szpitalu zaliczamy: zarządzanie infrastrukturą, wewnętrzną dystrybucję produktów oraz zarządzania zapasami (Gawrońska-Błaszczuk, 2016). Ostatnim elementem, który według Iannone, Lambiase, Miranda, Riemma i Sarno (2013) wpływa na organizację szpitala są aktorzy – czyli zasoby osobowe. Zidentyfikowali oni trzy podstawowe grupy zasobów:

- Medyczne - lekarz, pielęgniarka oraz pacjent,
- Apteczne - farmaceuta, goniec,
- Pozostałe - dyrektor, księgowy, skarbnik, kadrowa.

Wyżej przytoczone podejścia procesowe do wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu koncentrują się na różnych obszarach. Jednym z tych obszarów którego realizację uwzględniają wszyscy wspomniany autorzy jest obszar związany z procesem wewnętrznej dostawy. Jak zauważa Kostrzewa (2018) procesy wewnętrznych dostaw stanowią istotny element w kontekście zarządzania całą logistyką szpitalną, w którym to wszystkie realizowane zadania powinny dążyć do wewnętrznej integracji. Wspomniany proces swoim zakresem obejmuje zarówno proces przemieszczania obiektów transportowanych (takich jak: wyroby medyczne,

pościłki, bielizna szpitalna i inne) z miejsc ich wytworzenia/przechowywania do miejsc ich przeznaczenia jak i procesy bezpośrednio powiązane z nim (proces odbioru obiektów transportowanych przez rolę biznesową, odpowiedzialną za ich transport oraz procesu wydania tych obiektów wyznaczonemu personelowi w miejscu końcowym) (Kisperska-Moroń i Krzyżaniak, 2009). Senarak i Kritchanchai (2020) zauważają, że analiza procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu powinna być badana zawsze w kontekście odpowiednich wskaźników, ułatwiając wyznaczenie poziomu ich efektywności. W kontekście procesów związanych z wewnętrzną dostawą, literatura przedmiotu wskazuje na potrzebę analizy tych procesów w kontekście następujących wskaźników:

- OTIF (On Time, In Full) – to wskaźnik dotyczący terminowości oraz kompletności dostawy. Parametr ten wylicza się na podstawie stosunku liczby zamówień dostarczonych kompleksowo oraz terminowo do liczby wszystkich zleceń zrealizowanych w danym okresie, wskaźnik ten wyrażany jest w ujęciu procentowym (Gajewska, 2016; *OTIF i Inne Wskaźniki, Które Pomagają Zwiększyć Zyski w e-Sklepie. / LinkedIn*, 2023):
- Koszt transportu – wskaźnik ten wyliczany jest na podstawie całkowitych kosztów transportu w stosunku do liczby zrealizowanych przewozów.
- Wykorzystanie czasu pracy – parametr ten liczony jest jako stosunek wykorzystanego czasu pracy w danym procesie do całkowitego dostępnego czasu pracy. Parametr ten przedstawiany jest w ujęciu procentowym.
- Awaryjność środków transportu – to wskaźnik wyliczany na podstawie liczby awarii w stosunku do całkowitej zrealizowanej liczby transportów. Wskaźnik ten także wyrażany jest w ujęciu procentowym (Waściński i Zieliński, 2015).

Moons, Waeyenbergh oraz Pintelon (2019) podkreślają, że wprawdzie w ostatnich latach jednostki szpitalne dążyły do poprawy efektywności procesów wewnętrznych dostaw w kontekście poprawy kontroli zapasów, wdrażając systemy zarządzania zapasami, zarówno dla magazynów centralnych jak i magazynów oddziałowych. Jednakże pomimo wprowadzenia usprawnień w tych obszarach, globalne koszty procesów logistycznych nieustannie rosły. Jak zauważa Moons i inni (2019) wzrost kosztów dotyka w szczególności procesów związanych z obsługą przemieszczenia i przetwarzania materiałów, sięgając od 20% do 45% całkowitego budżetu operacyjnego szpitala. W związku z powyższym uwypukla się jeszcze bardziej potrzeba dostępu do skutecznych metod wspierających efektywne zarządzanie procesami wewnętrznych dostaw w szpitalach. Potrzeba ta wynika między innymi z tego, że realizacja

procesu przemieszczania produktów z magazynów centralnych do magazynów oddziałowych jest wykonywana niemal przy każdej czynności związanej z hospitalizacją pacjenta. Zatem zapewnienie odpowiedniej dostępności produktów na oddziale jest kluczowe, a ich dystrybucja powinna być za każdym razem realizowana w sposób terminowy i rzetelny (Afnaria i in., 2020).

Przeprowadzone powyżej badania wskazują, że proces wewnętrznych dostaw w szpitalu odgrywa istotną rolę w zapewnieniu odpowiedniego funkcjonowania placówek medycznych. Efektywne zarządzanie tym procesem wymaga zastosowania odpowiednich metod ułatwiających podejmowanie decyzji, które mogą być pomocne w kontekście poprawy efektywności oraz minimalizacji ryzyka wprowadzenia nietrafionych zmian. Istotne zatem wydaje się bliższe przyjrzenie obecnie znanym metody badania procesów wewnętrznych dostaw w szpitalach, z uwagi na to, że przeprowadzona analiza pozwoli na lepsze zrozumienie ich potencjału w kontekście praktycznego zastosowania.

3 Metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu

3.1 Identyfikacja stosowanych metod badania

Organizacje opieki zdrowotnej stoją obecnie przed nowymi wyzwaniami podobnymi do tych, z którymi mierzy się sektor przemysłowy. Zarówno zwiększona konkurencja, jak i ograniczenia budżetowe utrudniają szpitalom utrzymanie wysokiej jakości usług. Aby osiągnąć doskonałość operacyjną, badanie procesów szpitalnych jest niezbędnym narzędziem do oceny i zapewnienia opieki zdrowotnej na najwyższym poziomie (Ziat i in., 2019). Przeprowadzone studia literaturowe pozwoliły zidentyfikować prace badawcze dotyczące badania procesów wewnętrznych dostaw w szpitalu. Poniżej (Tabela 3) zaprezentowano zbiorcze informacje charakteryzujące poszczególne publikacje.

Tabela 3. Publikacje dotyczące badania procesów wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Autor/Autorzy publikacji	Opis problemu	Charakterystyka rozwiązania	Wskaźnik efektywności procesu	Obiekt transportowany poddany badaniu
Augusto i Xie (2009)	Optymalny plan transportu i zaopatrzenia dla mobilnych szafek medycznych zlokalizowanych na oddziałach opieki; cotygodniowe uzupełnianie w aptecce centralnej	Programowanie liniowe z symulacjami	Zaangażowanie personelu odpowiedzialnego za transport oraz czas realizacji dostaw leków	Leki
Banerjea-Brodeur i in. (1998)	Określenie harmonogramu regularnych dostaw bielizny z centralnej pralni do poszczególnych oddziałów	Metaheurystyczny algorytm oparty o przeszukiwanie Tabu	Minimalny czas realizacji procesu	Bielizna
Gayer i in. (2020)	Model oparty na analizie trzech elementów: trasie, rytmie i rutynie który umożliwia identyfikację problemów logistycznych	Modelu oparty o Mapę Strumienia Wartości	Nie zdefiniowano	Surowica

Madelin i Lahrichi (2019)	Model wykorzystujący symulację i optymalizacji w celu usprawnienia szpitalno-wewnętrznej sieci dystrybucji	Rozwiązanie wykorzystujące symulację zdarzeń dyskretnych	Wykorzystanie zasobów osobowych, liczba przebytych tras, czas transportu.	Wyroby medyczne i inne
Lapierre i Ruiz (2007)	Wyznaczenie harmonogramu uzupełniania zapasów poprzez poprawę procesu logistyki wewnętrznej i lepszą koordynację działań zaopatrzeniowych.	Nieliniowe prawdopodobieństwo mieszanych liczb całkowitych, przeszukiwanie meta heurystyczne	Zaangażowanie pracowników realizujących proces	Nie określono
Rais i in. (2017)	Poprawa usług logistycznych związanych z odbiorem i dostarczaniem dokumentów na terenie szpitala	Rozwiązania oparte o heurystykę	Zaangażowanie pracowników realizujących proces	Dokumenty medyczne
Rupnik i in. (2019)	Optymalizacja przepływu sterylnych Wyrobów Medycznych Wielokrotnego Użytku	Rozwiązanie wykorzystujące symulację zdarzeń dyskretnych	Procent wykonanych operacji w stosunku do zaplanowanych	Wyroby medyczne
Vancroonenburg i in. (2016)	Dynamiczny model przepływu pacjentów w szpitalu	Rozwiązania oparte o heurystykę oraz wyszukiwanie lokalne w celu poprawy bieżącego harmonogramu	Liczba spóźnień, łączny czas podróży.	Pacjenci
Verstegen (2016)	Optymalne planowanie zadań związanych z transportem wewnętrznym.	Algorytm wykorzystywany do przydzielania zadań gości	całkowity czas realizacji procesu, średni czas pustych transportów.	Pacjenci, leki, bielizna, odpady

Opracowanie własne na podstawie (Gayer i in., 2020; Madelin i Lahrichi, 2019; Rais i in., 2018; Rupnik i in., 2019; Vancroonenburg i in., 2016; Verstegen, 2016; Volland i in., 2017)

Augusto i Xie (2009) w swoich badaniach zaproponowali model optymalizacyjny pozwalający rozwiązywać problemy nieefektywnych dostaw leków do apteki. Opracowany model uwzględnia szczegółową analizę dróg transportowych oraz zaangażowanie personelu

realizującego proces wewnętrznej dostawy. Proponowana metoda składa się z dwóch modeli symulacyjnych. Pierwszy model dotyczy procesu sprawdzania i uzupełniania poziomu zapasów leków na oddziale. Drugi model związany jest z transportem leków z magazynu centralnego do poszczególnych aptek oddziałowych. W celu zbadania efektywności swojego rozwiązania autorzy wybrali dwa wskaźniki: minimalna liczba tras oraz minimalne obciążenie zasobów. Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na sprawny przebieg prowadzonych prac badawczych był wysoki poziom zaangażowania personelu szpitala. Dzięki zaangażowaniu pracowników, możliwe było zebranie kompleksowych danych wejściowych do modelu optymalizacyjnego, a następnie jego walidacja. W efekcie wdrożony model pozwolił wyznaczyć najbardziej efektywne wykorzystanie zasobów zajmujących się procesem uzupełniania leków w aptecze szpitalnej.

Banerjea-Brodeur i in., (1998) opracowali rozwiązanie usprawniające wewnętrzne dostawy bielizny w szpitalu. Problem nieefektywnego wykorzystania zasobów został rozwiązany przy pomocy algorytmów przeszukiwania tabu, czyli rozwiązaniach opartych o heurystykę. Wspomniane algorytmy badały ocenę aktualnych potrzeb szpitala w kontekście zapewnienia odpowiedniej ilości bielizny na poszczególnych oddziałach oraz rzeczywistego przebiegu transportu wewnętrznego. Rezultatem zaproponowanego rozwiązania był opracowany nowy harmonogram wewnętrznych dostaw, który pozwolił:

- efektywniej wykorzystać dostępne zasoby,
- szybciej przekazywać informację o planowanych dostawach i odbiorach prania,
- ustabilizować proces (wyższa odporność procesu na zakłócenia).

Z kolei Lapierre i Ruiz (2007) zaproponowali model optymalizacyjny wewnętrznych dostaw, w którym, poprzez lepszą koordynację działań zaopatrzeniowo-dystrybucyjnych, uzyskali poprawę efektywności badanego procesu. Model ten uwzględnia szereg decyzji związanych z harmonogramowaniem: termin zakupu wyrobów medycznych, termin dostarczenia ich na oddział, dostępność zasobów oraz zadania realizowane przez poszczególne zasoby. Wspomniany model, podobnie jak w przypadku modelu opracowanego przez Banerjea-Brodeur i inni (1998), zakłada wykorzystanie metaheurystyki wyszukiwania tabu. Lapierre oraz Ruiz (2007) w swoim rozwiązaniu wykorzystują dwa podsystemy wzajemnie na siebie oddziałujące. Pierwszy, to model zorientowany na koszty zapasów. Drugi natomiast, to model zrównoważonego planu wewnętrznych dostaw. Autorzy twierdzą, że tylko synergia tych dwóch modeli, umożliwi poprawę efektywności wewnętrznego łańcucha dostaw. Autorzy w swojej publikacji wspominają także o ograniczeniach jakie posiada ich rozwiązanie. Zaliczyć do nich

można: brak możliwości wyznaczenia optymalnego rozwiązania oraz brak możliwości określenia harmonogramu wewnętrznych dostaw uwzględniającego szczegółowe trasy dostawy. Warto podkreślić, że twórcy rozwiązania są świadomi wspomnianych ograniczeń i w swojej publikacji jasno wskazują, że bariery te mogą mieć wpływ na całkowity czas realizacji procesu wewnętrznej dostawy, a więc mogą bezpośrednio wpływać na efektywność zaproponowanego rozwiązania.

Verstegen (2016) udoskonaliła rozwiązanie iTransport opracowane przez niemieckie przedsiębiorstwo Dir/Active, które pomaga szpitalom w planowaniu zadań związanych z transportem wewnętrznym w szpitalu. Rozwiązanie stosowane jest głównie do transportu pacjentów, ale może być również wykorzystywane do transportu towarów. Wspomniana metoda dotyczy przede wszystkim możliwości importowania efektywnych tras z ustalonego harmonogramu do oprogramowania iTransport, tak aby program znalazł optymalną kolejność działań na trasie. Jak podkreśla Verstegen ważne jest, aby te trasy nie były całkowicie sztywne, ponieważ nie zawsze konieczne jest odwiedzanie wszystkich oddziałów. Działy muszą wysłać zapytanie do iTransport, jeśli mają zadanie do wykonania. Następnie iTransport powinien dodać ten dział do trasy w takiej kolejności, aby zapewnić optymalny przebieg trasy. Dzięki wprowadzeniu takiego rozwiązania, można wyeliminować sytuację, w której to algorytm wskazuje konieczność odwiedzenia oddziałów, które aktualnie nie mają żadnych zadań do wykonania. Jak zauważa autorka symulacje, które zostały przeprowadzone w celu walidacji metody, zostały oparte o uśrednione wyniki, w związku z tym mogą być obarczone błędem. Verstegen (2016) w swojej pracy zauważa także, że najbardziej wiarygodne wyniki można uzyskać, korzystając z rzeczywistych lokalizacji oddziałów w szpitalach, mierząc wskaźniki wypełnienia wózków przez wiele dni oraz mierząc, jak często każdy oddział ma potrzebę dostawy towaru i jak często wizyta na danym oddziale była niepotrzebna. Można by to zrobić tylko wtedy, gdy opracowane rozwiązanie mogłoby być używane przez szpital przez wiele dni. (*iTransport by Dir/Active*, 2023).

Vancroonenburg i inni (2016) przeanalizowali możliwość zastosowania dynamicznego modelu dostaw pacjentów w kontekście przemieszczania ich pomiędzy różnymi oddziałami. Opracowali oni dwa główne modele planowania transportów. Pierwszy z nich zakłada wykorzystanie metod heurystycznych optymalizujących funkcję celu problemu – czyli efektywne zarządzanie przepływem pacjentów w szpitalu. Natomiast drugi model uwzględnia metody wyszukiwania lokalnego mającego na celu poprawę bieżącego harmonogramu. Autorzy opracowanego rozwiązania wykazali w swoich badaniach że wykorzystanie reguł

dyspozytorskich może usprawnić proces wyznaczania tras pojazdów w kontekście przemieszcza pacjentów. Dodatkowo podkreślają oni, że korzystne jest również przyzwolecie na łączenie transportów, nawet jeśli dotyczy to tylko ograniczonej liczby przebiegów (Vancroonenburg i in., 2016).

Rupnik, Radivoj i Kramberger (2019) opracowali model optymalizujący przepływ wyrobów z centralnej sterylizatorni do sali operacyjnej oraz pozostałych oddziałów szpitalnych. W swoich badaniach zajęli się oni problemem nieefektywnej logistyki, który zdecydowali się rozwiązać przeprojektowując proces dostępności materiałów. Model przepływu produktów został opracowany przy użyciu symulacji zdarzeń dyskretnych. W wyniku przeprowadzonych prac badawczych autorzy zauważają, że analizowany problem może być rozwiązany stosując dwa różne podejścia. Pierwsze z nich zakłada zakup dodatkowych zestawów narzędzi, tak aby zestawy, które są najczęściej użytkowane były zawsze dostępne na stanie, nie powodując konieczności przesuwania operacji wynikającego z braku dostępności konkretnych zestawów operacyjnych. Druga strategia natomiast zakłada zmianę procesu planowania operacji. Zmiana ta, powinna dotyczyć kolejności wykonywania operacji podobnego typu - będących powodem braku dostępności zestawów narzędzi. Autorzy zasugerowali, aby te operacje zostały przeniesione na późniejsze terminy lub zamienione z operacjami innego typu o podobnym czasie trwania. Przeprowadzona symulacja docelowego procesu, pozwoliła stwierdzić, że zaproponowane rozwiązanie zwiększyło odsetek pomyślnie zaplanowanych operacji. Autorzy w swojej publikacji podkreślają także, że warto w przyszłości zbadać zaproponowane rozwiązanie pod kątem efektywności kosztowej, dałoby to szersze spojrzenie na korzyści wynikające z usprawnionego procesu przepływu wyrobów z centralnej sterylizatorni do poszczególnych sal operacyjnych (Rupnik i in., 2019).

Gayer i inni (2020) zaproponowali model służący do identyfikacji przepływów logistycznych, który uwzględnia analizę trzech komponentów: trasy, rytmu i obiektów (materiały, informacje, ludzie). Opracowane rozwiązanie opiera się na pryncypiach Lean, gdyż daje możliwość opracowania koncepcji poprawy efektywności w sposób trwały i kompleksowy (Souza, 2009). Autorzy w opracowanym przez siebie modelu wykorzystali nie tylko Mapowanie Strumienia Wartości, ale także analizę tras poszczególnych przejazdów oraz analizę logistyki zaopatrzenia. Opracowane rozwiązanie zostało zwalidowane w jednym ze szpitali w Brazylii. Wyniki przeprowadzonego badania wykazały, że zastosowany model umożliwia lepszą identyfikację procesów logistycznych oraz możliwość poprawy zidentyfikowanych problemów w oparciu o ustrukturyzowane rozwiązanie odnoszące się do

redukcji marnotrawstw. Autorzy są świadomi ograniczeń jakie posiada ich model, i wskazują, że dalsze badania powinny skupiać się na możliwości adaptacji opracowanego modelu także do innych grup asortymentowych. Dodatkowo warto podkreślić, że opracowane rozwiązanie nie zostało poddane walidacji w oparciu o wybrane KPI, tak więc trudno wskazać jakie dokładne korzyści czasowe czy też kosztowe mogłyby szpitale osiągnąć wykorzystując wspomniany model (Gayer i in., 2020).

Madelin i Lahrichi (2019) opracowały model symulacyjny pozwalający usprawnić wewnątrzszpitalną sieć dystrybucji w szpitalu. Opracowane rozwiązanie zostało oparte o wykorzystanie metody symulacji zdarzeń dyskretnych w kontekście identyfikacji i optymalizacji procesów wewnętrznego transportu w szpitalu. Zaproponowany model uwzględnia proces planowania transportów, dostarczania towarów oraz analizę artykułów w odniesieniu do przypisania ich do odpowiednich wózków transportowych. Przeprowadzone badanie pozwoliło zweryfikować obecny stan wewnętrznej logistyki w szpitalu, a wyniki przeprowadzonej symulacji docelowych procesów ukazały, że zaproponowane rozwiązania mogą przyczynić się do poprawy efektywności wewnętrznej logistyki. Zaproponowana przez autorów artykułu propozycja usprawnionej logistyki obejmuje między innymi możliwość wykorzystania tego samego środka transportu do przemieszczania różnych grup asortymentowych (w celu ograniczenia liczby realizowanych tras) oraz optymalizacji realizowanych tras w celu redukcji czasu transportu wewnętrznego. Jak zauważają twórcy rozwiązania, zaproponowany przez nich model mógłby być bardziej praktyczny, w przypadku gdyby udało się zwalidować model w kontekście jednoczesnego zbadania wielu grup asortymentowych (Madelin i Lahrichi, 2019).

Naukowcy z Portugalii zajmujący się problematyką procesów wewnętrznych dostaw w szpitalu, zaproponowali metodę badania usług kurierskich związanych z dostarczaniem dokumentów w szpitalu. Opracowane rozwiązanie zakłada reorganizację pracy gońców w taki sposób, że część z nich oczekuje tylko i wyłącznie na zadania, które związane są z rozładowywaniem wąskich gardeł, co skutkuje tym, że realizują oni codziennie inne (elastyczne) trasy. Natomiast pozostali gońcy, przypisani są do stałych tras. W praktyce polega to na tym, że w momencie wystąpienia konieczności doręczenia pilnego dokumentu przez gońca realizującego stałe trasy (obecnie dostawy priorytetowych dokumentów opóźniały się), dokument można przekazać gońcowi, który realizuje transporty ad-hoc. Dzięki zapewnieniu możliwości dynamicznego delegowania zadań, oba zespoły mogą zapewnić wystarczającą elastyczność, aby skutecznie wykonać wszystkie zadania związane z odbiorem i dostawą

dokumentów. Co więcej, wszystkie priorytetowe potrzeby transportu dokumentów, mogą zostać zrealizowane dzięki możliwości realizacji transportów na elastycznych trasach. Opracowane rozwiązanie zostało wdrożone w jednym ze szpitali w Portugalii, gdzie obecnie jest stosowane w codziennej pracy szpitala. Autorzy zaproponowanego rozwiązania, stwierdzają że zastosowanie metody przyczynia się nie tylko do poprawy wydajności procesów transportowych, ale także umożliwia bardziej efektywne zarządzanie priorytetowymi zleceniami transportowymi, które wcześniej nie mogły być zrealizowane na czas (Rais i in., 2018).

Podsumowując powyższe rozważania można stwierdzić, że tematyka ta przedstawiana jest w oparciu o zastosowanie różnych metody i modeli poprawy efektywności wewnętrznych dostaw. Augusto i Xie (2009) zaproponowali model optymalizacji planu zaopatrzenia mobilnych szafek medycznych, który pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie zasobów osobowych oraz harmonogramowanie dostaw. Jednak w rozwiązaniu tym dostrzega się pewne ograniczenia, które związane są z brakiem możliwości wykorzystania metody dla zbadania innych obiektów transportowanych, takich jak posiłki czy też odpady. Banerjea-Brodeur i inni (1998) opracowali metodę uwzględniającą wykorzystanie meta heurystycznego algorytmu oparty o przeszukiwanie Tabu w celu optymalizacji harmonogramu dostaw bielizny szpitalnej. Podobnie jak we wcześniejszym przypadku, rozwiązanie to ogranicza się wyłącznie do jednego obiektu transportowanego (bielizny szpitalnej). Gayer i inni (2020) stworzyli model zakładający wykorzystanie mapowanie strumienia wartości, która umożliwi lepszą identyfikację problemów logistycznych i ich poprawę poprzez eliminację marnotrawstw. Niemniej jednak, metoda ta została zweryfikowana jedynie na przykładzie przemieszczania surowicy, a jego zastosowanie w innych obszarach nie zostało sprawdzone. Madelin i Lahrichi (2019) opracowali rozwiązanie oparte o symulację zdarzeń dyskretnych do optymalizacji wewnętrznej dostawy m. in. wyrobów medycznych. Ograniczeniem tego rozwiązania jest jednak brak możliwości wykorzystania rozwiązania w celu zbadania szerszego kontekstu wewnętrznych dostaw, m.in. zbadania procesu wydania towarów do gońca oraz przekazania towaru przez gońca do miejsca docelowego. Lapiere i Ruiz (2007) opracowali rozwiązanie do wyznaczania harmonogramów uzupełniania zapasów, poprzez wykorzystanie nieliniowego prawdopodobieństwa mieszanych liczb całkowitych. Ograniczeniem rozwiązania jest brak jasnego wskazania, jakie grupy asortymentowe mogą zostać uwzględnione w opracowanym modelu, a efektywność procesu mierzona jest jedynie poprzez przybliżoną wymaganą liczbę pracowników realizujących proces. Rais i inni (2018) wykorzystując rozwiązania oparte o heurystykę przedstawili możliwość poprawy procesu związanego z odbiorem i dostarczaniem dokumentów na terenie szpitala. Zaproponowany model uwzględnia wyłącznie transport

dokumentów realizowany przez kuriera. Brak możliwości wykorzystania modelu do badania pozostałych grup asortymentowych, między innymi leków czy też posiłków. Rupnik i inni (2019) opracowali metodę do optymalizacji przepływu sterylnych Wyrobów medycznych wielokrotnego użytku. Ponownie jak we wcześniejszym przypadku, rozwiązanie uwzględnia wyłącznie wewnętrzne transport wyrobów z centralnej sterylizatorni do sali operacyjnej. Vancroonenburg i inni (2016) stworzyli dynamiczny model transportu wewnętrznego, wykorzystując rozwiązania oparte o heurystykę uwzględniające oraz wyszukiwanie lokalne w celu poprawy przepływu pacjentów w szpitalu. Słabością opracowanego modelu jest to, że uwzględnia on wyłącznie wewnętrzne transport pacjentów. Brak możliwości wykorzystania modelu do badania procesu przemieszczania innych obiektów. Verstegen (2016) opracowała metodę wykorzystującą algorytm do przydzielania zadań gońcowi. Zaletą przygotowanego rozwiązania jest możliwość zbadania efektywności transportu różnych grup asortymentowych (posiłków, odzieży szpitalnej, leków). W analizowanym rozwiązaniu dostrzega się jednak też pewne ograniczenia, które związane są z faktem, że model został zweryfikowany jedynie na podstawie uśrednionych danych. W związku z tym, brak możliwości zweryfikowania czy zastosowane rozwiązanie przyniosłoby korzyści dla szpitala wykorzystując rzeczywiste dane o lokalizacji oddziałów, wypełnienia wózków transportowych oraz częstotliwości wizyt w konkretnych oddziałach. Przedstawione powyżej metody skutecznie poprawiają wydajność procesów wewnętrznych dostaw w szpitalach, przyczyniając się między innymi do lepszego wykorzystania zasobów oraz zwiększenia efektywności operacyjnej szpitala. Ponadto ich zastosowanie często prowadzi do szybszej realizacji wewnętrznych dostaw, co w rezultacie przyczynia się do poprawy jakości świadczonych usług w szpitalu. Pomimo przedstawionych korzyści, dostrzega się też pewne ich ograniczenia, które sprawiają, że metody te nie są w stanie często efektywnie wspierać całościowego procesu wewnętrznych dostaw, zwłaszcza w kontekście możliwości badania różnych grup asortymentowych.

Zaprezentowany przegląd literatury, przeprowadzony na podstawie krajowego i zagranicznego piśmiennictwa pozwolił na realizację zadania pierwszego (Z1): identyfikacja stosowanych metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.

3.2 Identyfikacja i weryfikacja aspektów kompleksowości metody badania procesów

Weryfikacja skuteczności metod analizy procesów, wymaga identyfikacji poszczególnych aspektów związanych z kompleksowością realizacji badania. Jest to kluczowe, ponieważ badanie przeprowadzone przy użyciu wybranej metody musi być wszechstronne, obejmując wszystkie istotne aspekty procesu. Dokładne zdefiniowanie zmiennych oraz ich operacyjnych definicji jest niezbędne do zapewnienia spójności i powtarzalności badania, co z kolei jest fundamentem uzyskania wiarygodnych wyników.

Wieloaspektowość realizacji badania procesów wewnętrznej dostawy w szpitalu umożliwi pełniejsze poznanie i bardziej precyzyjne zrozumienie wyników, co przekłada się na możliwość podejmowania skuteczniejszych decyzji. Yadav i Jayswal (2018) w swoich badaniach dotyczących optymalizacji systemów produkcyjnych stwierdzają, że szczegółowe i kompleksowe podejście jest kluczowe do pełnego zrozumienia dynamiki i optymalizacji badanych procesów. W kontekście szpitali, gdzie procesy logistyczne są często złożone i wielowymiarowe, kompleksowe badanie pozwala na identyfikację wszelkich zmiennych, wpływających na efektywność dostaw wewnętrznych, takich jak czas dostawy, dokładność zamówień, koszty operacyjne czy też ryzyko. Taka analiza jest fundamentalna dla poprawy jakości usług medycznych oraz efektywności operacyjnej placówek służby zdrowia.

Znaczenie opracowywania uniwersalnych i elastycznych metod badania procesów logistycznych jest kluczowe, ponieważ umożliwiają one ocenę i poprawę systemów logistycznych w różnych kontekstach i scenariuszach. Możliwość opracowania elastycznych metod jest szczególnie istotne w dynamicznym środowisku funkcjonowania, gdzie mamy do czynienia z wewnętrznym transportem różnych obiektów transportowanych, więc analiza tego obszaru funkcjonowania wymaga uwzględnienia zarówno zróżnicowanych miejsc wytworzenia/wydania (oddziały szpitalne, kuchnia, apteka, pralnia), jak i samej specyfiki analizowanych obiektów transportowanych (leki, wyroby medyczne, odpady, żywność) (Dobrzańska i in., 2013). Jedną z głównych zalet uniwersalnych i elastycznych metod jest ich zdolność do badania szerokiego zakresu. Zatem budowa elastycznych metod badania procesu przemieszczania różnych obiektów transportowanych jest kluczowa, ponieważ umożliwia nie tylko dokładnie i skutecznie przeanalizowanie zidentyfikowanych procesów, ale także może prowadzić do zwiększenia ich efektywności, obniżenia kosztów i poprawy ogólnej wydajności. Analiza przytoczonych źródeł literaturowych pozwoliła na zdefiniowanie pierwszego aspektu,

który należy uwzględnić w metodzie kompleksowego badania, a mianowicie możliwości zastosowania metody dla badania różnych obiektów transportowanych w szpitalu.

Jak zauważa Makieła (2023), z roku na rok rośnie znaczenie danych w dzisiejszym świecie. Autor zwraca uwagę, że dane są kluczowym źródłem wiedzy potrzebnej do podejmowania skutecznych decyzji biznesowych. Dzięki pozyskanym danym, organizacje mogą poprawić jakość swoich decyzji biznesowych, zwiększyć efektywność swoich procesów, zidentyfikować istotne trendy rynkowe oraz lepiej zrozumieć potrzeby i preferencje interesariuszy. Z kolei zbieranie danych o procesach wewnętrznych dostaw w szpitalu pozwala na gromadzenie danych i informacji na temat różnych aspektów ich funkcjonowania (koszty transportu, wykorzystania zasobów czy też czasu realizacji procesu) (Waściński i Zieliński, 2015). Kedar (2024) w swoim artykule dostrzega, że pomimo postępów w zarządzaniu opieką zdrowotną, znaczna część informacji i danych zdrowotnych pozostaje jeszcze niewykorzystana cyfrowo lub niezintegrowana z oprogramowaniem do zarządzania danymi zdrowotnymi. Fakt ten stanowi wyzwanie dla kompleksowego zarządzania danymi i analizy w ramach systemów opieki zdrowotnej. Konieczność gromadzenia i analizy różnorodnych danych, jako kluczowego źródła wiedzy o organizacji, przy jednoczesnych występujących brakach w cyfrowym dostępie do wybranych informacji w szpitalach stanowi przesłankę do sformułowania kolejnego aspektu wpływającego na kompleksowość realizacji badania, jakim jest możliwość zbierania niezbędnych danych (parametrów procesowych), z wykorzystaniem narzędzia badawczego, umożliwiającego przeprowadzenia badania, również w przypadku gdy badany podmiot nie posiada zaewidencjonowanych wszystkich niezbędnych danych. Dodatkowo, mając na uwadze pierwszy aspekt, z której wynika potrzeba zastosowania metody w odniesieniu do różnych obiektów transportowanych, zasadne jest przyjęcie, że narzędzie badawcze do zbierania danych musi posiadać funkcję możliwie prostej i szybkiej adaptacji.

Według Biesok i Wyród-Wróbel (2012) procesy są często powiązane i zależne od siebie. Zrozumienie, jak jeden proces wpływa na inny, może pomóc w identyfikacji obszarów do usprawnień i eliminacji wąskich gardeł. Ponadto jak wskazuje Nowak (2023) analiza procesów powiązanych, zarówno poprzedzających, jak i następujących, podczas realizacji badań jest kluczowa z uwagi na to, że procesy zazwyczaj nie działają w izolacji, ale są częścią większego systemu. Dlatego też uwzględnienie procesów powiązanych pozwala zrozumieć ich kontekst i relacje z innymi elementami systemu. Vom Brocke i inni (2014) zauważają, że analiza procesów powiązanych umożliwia zidentyfikowanie zależności między procesami oraz zrozumienie, jak zmiany w jednym procesie mogą wpływać na inne. Z kolei, jak zauważa

Dumas i inni (2018) analiza procesów powiązanych pozwala na optymalizację przepływu pracy oraz zapewnienie spójności działań między różnymi etapami procesu, co prowadzi do zwiększenia efektywności działań. Uwzględnienie w badaniu procesów powiązanych jest zatem kluczowe dla uzyskania kompletnego obrazu funkcjonowania systemu. Podsumowując, zrozumienie zależności między procesami i ich relacji z innymi elementami systemu pozwala na identyfikację obszarów do usprawnień i zaprojektowanie rozwiązań zwiększających efektywność, z jednoczesnym zachowaniem spójności działań. W związku z tym, za trzeci aspekt wpływający na kompleksowość realizacji badania uznano możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych.

Setiawan i Purba (2020) zauważyli, że realizacja badania procesowego powinna uwzględniać analizę Kluczowych Wskaźników Efektywności, ponieważ pozwalają one na obiektywną i jakościową ocenę badanych procesów. Ponadto, jak zauważa Bhatti i inni (2014) KPI pomagają w identyfikacji obszarów wymagających usprawnienia oraz w regularnym monitorowaniu przebiegów procesów. Z kolei Todorović i inni (2015) twierdzą, że dane dotyczące KPI wspomagają podejmowanie świadomych decyzji, ułatwiają komunikację wewnętrzną oraz motywują pracowników poprzez jasno określone cele. Ponadto Kluczowe Wskaźniki Efektywności umożliwiają porównywanie procesów i ich efektywności w różnych okresach czasu oraz wspierają realizację długoterminowej strategii firmy, co prowadzi do poprawy efektywności operacyjnej i przewagi konkurencyjnej na rynku (Mahboub i in., 2023). Zagajewski i Saniuk (2018) podkreślają, że stosowanie Kluczowych Wskaźników Efektywności wpływa na jakość zarządzania organizacjami. Przytoczone rozważania pozwoliły na zdefiniowanie kolejnego aspektu, który należy wziąć pod uwagę w kontekście realizacji kompleksowego badania, którym jest możliwość analizowania efektywności procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności.

Na kanwie powyższych wniosków z przeglądu literaturowego, ukierunkowanego na identyfikację czynników, charakteryzujących kompleksowe badanie procesów wewnętrznych dostaw w szpitalu, zdefiniowano łącznie cztery kluczowe jego aspekty. Kompleksowość realizacji badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu rozumiana jest jako uwzględnienie następujących aspektów:

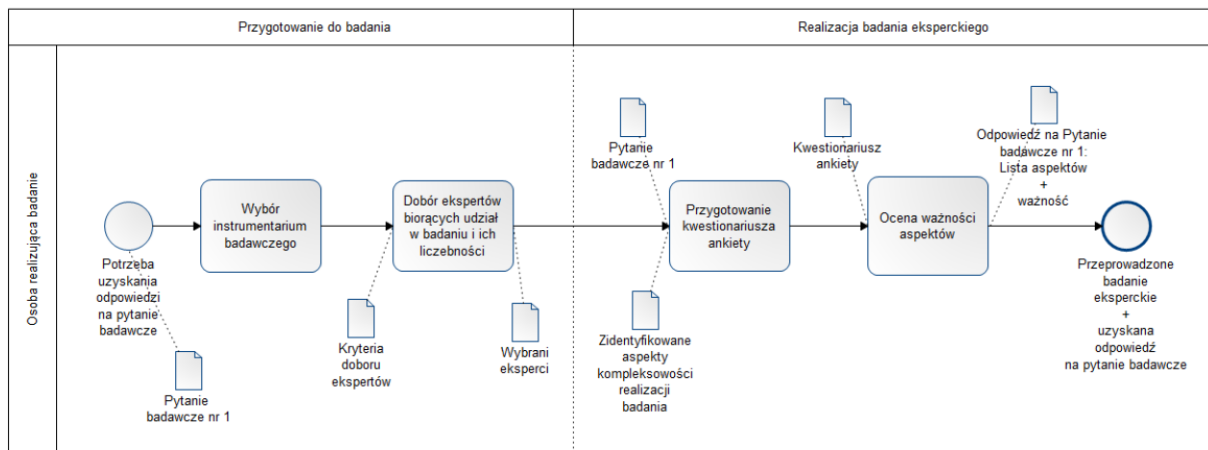
- możliwość zastosowania metody dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu,
- możliwość pozyskania danych (parametrów procesowych) do budowy modelu symulacyjnego,

- możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych,
- możliwość badania dynamiki systemu - badanie efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności.

Zdefiniowanie kluczowych aspektów wpływających na kompleksowość realizacji badania procesów w szpitalu stanowiło punkt wyjścia dla badania eksperckiego, mającego na celu ustalenie, czy wskazane aspekty zostały właściwie zdefiniowane przez problematykę i czy pozwolą na kompleksowość realizacji badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Badania eksperckie to rodzaj badań jakościowych, które charakteryzują się niewielką i celowo dobraną próbą badawczą. Respondenci, w tego typu badaniach udzielają odpowiedzi na bardzo precyzyjnie zadane pytanie (Krok, 2015; Stempień i Rostocki, 2013). Jak zauważają Maciejewski (2016) oraz Gawlik (2016) osoby biorące udział w badaniu powinny być dobrane w taki sposób, aby móc w stanie udzielić wiarygodnych odpowiedzi na zadawane pytania. Charakterystyczny dla tej metody badawczej jest także celowy dobór próby (Kawa, 2013). Ponadto jak podkreśla Czakon (2018), najbardziej wiarygodne dane można osiągnąć w zespołach uformowanych od 5 do 9 respondentów.

W celu usystematyzowania przebiegu badania eksperckiego, przygotowany został jego schemat realizacji w formie modelu procesu (Rysunek 9).



Rysunek 9. Schemat realizacji badania eksperckiego

Opracowanie własne

W pierwszym kroku podjęto decyzję o wyborze odpowiedniego instrumentarium badawczego. Zdecydowano, że najodpowiedniejszą formą umożliwiającą uzyskanie odpowiedzi na postawione pytanie badawcze, będzie skorzystanie z ankiety. Pilch i Bauman (2001) definiują ankietę jako: „technikę gromadzenia informacji polegającą na wypełnianiu najczęściej

samodzielnie przez badanego specjalnych kwestionariuszy na ogół o wysokim stopniu standaryzacji”.

Kolejnym krokiem było określenie liczebności grupy eksperckiej i dobór ekspertów. W celu zapewnienia odpowiedniego poziomu wiedzy ekspertów biorących udział w badaniu, przygotowano kryteria, umożliwiające wybór ekspertów o adekwatnych kompetencjach:

- **Kryterium 1** – doświadczenie w modelowaniu procesów w obszarze służby zdrowia.
- **Kryterium 2** – doświadczenie w przeprowadzaniu symulacji procesu, tworzeniu dla nich scenariuszy oraz wykonywaniu parametryzacji modelu symulacyjnego badanego procesu.
- **Kryterium 3** – praktyczna wiedza z zakresu funkcjonowania wewnętrznych łańcuchów dostaw oraz zna specyfikę ich działania w szpitalu.
- **Kryterium 4** – minimum 5-letnie doświadczenie w realizacji prac badawczych.

Z uwagi na to, że badanie należy zaliczyć do badań jakościowych i ma na celu pełne poznanie istoty analizowanego zjawiska (wskazanie czy wybrane aspekty pozwolą na kompleksową realizację badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu), dokonano celowego doboru respondentów. Poniżej przedstawiono krótki biogram każdego z ekspertów.

Ekspert 1 – Analityk procesów biznesowych – Posiadający doświadczenie w realizacji projektów, dotyczących analizy biznesowej dla przedsiębiorstw produkcyjnych i usługowych, sieci handlowych, operatorów logistycznych, administracji publicznej oraz służby zdrowia. Dysponujący umiejętnościami modelowania procesów z wykorzystaniem standardu BPMN 2.0 oraz tworzenia modeli symulacyjnych procesów.

Ekspert 2 – Ekspert metodyczny ds. ustandaryzowanej analizy procesowej, pełniący role: analityka, trenera, autora metodyk oraz pedagoga. Lider w zarządzaniu zmianą w procesach biznesowych. Posiada umiejętność tworzenia cyfrowych bliźniaków procesowych (ang. Process Digital Twin), implementacji rozwiązań opartych o wykorzystanie aplikacji tworzonych na platformach no-code oraz robotyzacji procesów (RPA).

Ekspert 3 – Specjalista w dziedzinie analizy biznesowej i tworzenia cyfrowych bliźniaków procesów biznesowych, współautor metodologii analizy procesów biznesowych. Kierownik lub członek zespołu wielu projektów związanych z analizą procesów, również w obszarze służby zdrowia, zarówno komercyjnych, jak i badawczych, na poziomie krajowym i europejskim.

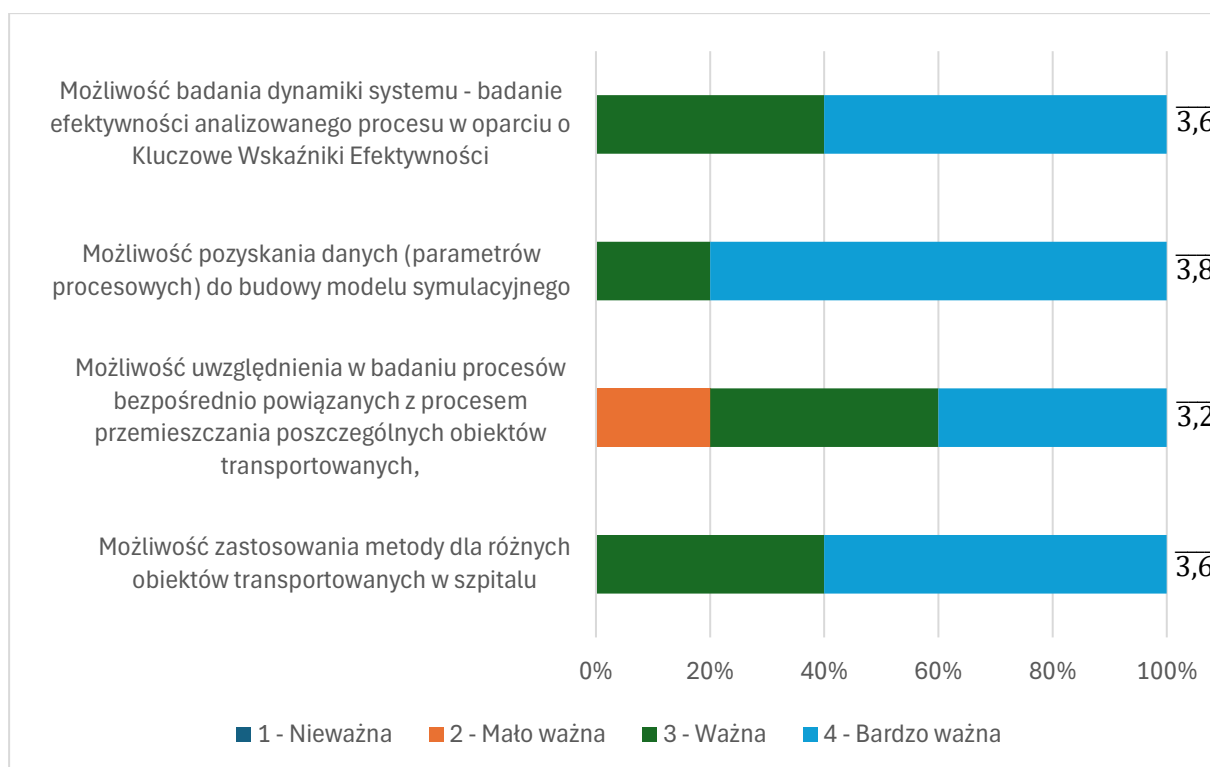
Ekspert 4 – Specjalista ds. analiz biznesowych i systemowych. Uczestnik kilkudziesięciu projektów w obszarze modelowania i symulacji procesów, zarówno na poziomie krajowym jak i europejskim, w tym w obszarze logistyki szpitali. Posiada doświadczenie w edukacji i transferu wiedzy – jako autor warsztatów, trener i nauczyciel akademicki.

Ekspert 5 – Ekspert z zakresu symulacji procesów logistycznych. W swoich pracach koncentruje się na badaniu efektywności procesów, ze szczególnym uwzględnieniem przepływów informacji w łańcuchach dostaw. Zajmuje się realizacją projektów naukowo-badawczych, badawczo-rozwojowych i innowacyjnych. Od wielu lat prowadzi szkolenia z zakresu controllingu logistyki oraz systemów informatycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem.

Zgodnie ze schematem realizacji badania eksperckiego (Rysunek 9), w drugiej fazie badania przystąpiono do opracowania kwestionariusza ankiety. W kwestionariuszu zamieszczono aspekty podlegające ocenie oraz zawarto skalę ocen. Do oceny ważności danego aspektu zastosowano 4 – punktową skalę Likerta bez punktu neutralnego (inaczej zwaną skalą wymuszonego wyboru) (Czarkowski i Strzelec, 2020). Zastosowano następującą skalę ocen: 1 - nieważny, 2 - mało ważny 3 - ważny, 4 - bardzo ważny. Natomiast aspekty kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw podlegające ocenie przywołano w następujący sposób:

- możliwość zastosowania metody dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu,
- możliwość pozyskania danych (parametrów procesowych) do budowy modelu symulacyjnego,
- możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych,
- możliwość badania dynamiki systemu - badanie efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności.

Przygotowany kwestionariusz został przekazany wybranym wcześniej ekspertom. Każdy ekspert oceniał ważność zidentyfikowanych aspektów w skali opisanej powyżej. Na ocenę eksperci mieli cztery dni. Po tym czasie wypełnione kwestionariusze przeanalizowano, a wyniki zbiorcze przedstawia rysunek 10.



Rysunek 10. Ważność aspektu w kontekście kompleksowości realizacji badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu
Opracowanie własne

Jak wynika z uzyskanych wyników, eksperci jako najważniejszy uznali aspekt dotyczący, dotyczącą możliwości zbierania danych z wykorzystaniem prostego do adaptacji narzędzia badawczego. Z kolei za najmniej ważny aspekt został uznany możliwość badania procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczenia obiektów transportowanych. Ponadto, warto zwrócić uwagę, że średnie arytmetyczne, wyznaczone z uzyskanych ocen, pozwalają na sklasyfikowanie każdego aspektu jako ważnej.

Tym samym realizacja zadania drugiego (Z2): identyfikacja i weryfikacja aspektów metody kompleksowego badania procesów w szpitalu umożliwiła uzyskanie odpowiedzi na pierwsze pytanie badawcze (Pb1): Jakie aspekty powinno się uwzględnić w metodzie kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu?

3.3 Ocena dotychczas stosowanych metod badania procesu w kontekście zidentyfikowanych aspektów

W celu realizacji trzeciego z wyznaczonych w niniejszej pracy zadań (Tabela 1) przystąpiono do analizy porównawczej zidentyfikowanych metod badania procesu wewnętrznych dostaw pod kątem uwzględnienia wybranych aspektów kompleksowości. W tym celu oceniono każdą z metod (opisaną w podrozdziale 3.1), poprzez wskazanie czy umożliwiała przeprowadzenie kompleksowego badania. Rezultaty opracowano w postaci

zestawienia (Tabela 4), w którym zaprezentowano zidentyfikowane publikacje wraz ze wskazaniem, czy dana publikacja uwzględnia dany aspekt, czy go nie spełnia. W celu przedstawienia procedury dokonywania ocen metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, pod kątem uwzględnienia danego aspektu kompleksowości, zaprezentowano jej uzasadnienie dla publikacji: „Redesigning pharmacy delivery processes of a health care complex” autorów Augusto i Xie (2009). W przypadku pierwszego aspektu: możliwość zastosowania metody dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu, autorzy, przywołanego artykułu wskazują, że opracowane rozwiązanie może być wykorzystane jedynie do badania procesu wewnętrznej dostawy leków. W związku z tym, stwierdzono, że metoda ta nie uwzględnia pierwszego aspektu kompleksowości i w tabeli wpisano ocenę „nie”. W przypadku drugiego aspektu: możliwość zbierania niezbędnych danych (parametrów procesowych), z wykorzystaniem prostego do adaptacji narzędzia badawczego, autorzy artykułu nie wskazują, że opracowana metoda umożliwia realizację badania w przypadku, gdy badany szpital nie posiada wystarczających danych. W związku z tym, stwierdzono, że metoda ta nie ma możliwości zastosowania, w przypadku, gdy badany szpital nie posiada w swoich zasobach wystarczających danych, dlatego też w tabeli dla tego aspektu ponownie wpisano ocenę „nie”. W przypadku trzeciego aspektu: możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych, autorzy przywołanego artykułu wskazują, że opracowana przez nich metoda uwzględnia analizę procesów powiązanych. W przypadku analizowanego artykułu są to procesy związane z: dostarczaniem leków do apteki centralnej, sortowaniem leków oraz transportem do poszczególnych oddziałów. W związku z tym stwierdzono, że przywołana metoda uwzględnia aspekt trzeci i w tabeli wpisano ocenę „tak”. Biorąc pod uwagę ostatni aspekt, jakim jest możliwość badania dynamiki systemu - badanie efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności, metoda opracowana przez Augusto i Xia zapewnia taką możliwość. W analizowanym artykule, badanie efektywności procesu możliwe jest w oparciu o wskaźniki związane z zaangażowaniem personelu odpowiedzialnego za transport oraz czasem realizacji dostaw leków. Na podstawie powyższego stwierdzenia w tabeli dla tej publikacji wpisano ocenę „tak”. W przypadku pozostałych zidentyfikowanych publikacji, dokonano analogicznej oceny metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, pod kątem uwzględnienia danego aspektu kompleksowości. Przeprowadzona analiza porównawcza metod pozwoliła na określenie ich poziomu kompleksowości przez pryzmat zidentyfikowanych czterech aspektów:

Najczęściej występującym aspektem kompleksowości, w odniesieniu do 9 ocenianych metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, jest możliwość badania efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności. Jedynie jedna metoda nie charakteryzuje się wspomnianym aspektem kompleksowości. Spośród 9 metod, objętych niniejszą analizą, jedynie 3 przewidują możliwość zastosowania dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu (w przypadku 1 metody nie wskazano w publikacji, czy taki aspekt jest uwzględniony, a 5 metod nie uwzględnia tego aspektu). Jednocześnie żadna z objętych analizą porównawczą metod nie charakteryzuje się możliwością zbierania niezbędnych danych (parametrów procesowych), z wykorzystaniem prostego do adaptacji narzędzia badawczego. Z kolei możliwością uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych została zawarta tylko w 1 publikacji. W związku z powyższym, przeprowadzona analiza pozwoliła na jednoznaczne wykazanie, że żadna z 9 opisanych w publikacjach metod nie charakteryzuje się kompleksowością.

Przeprowadzona analiza pozwoliła zrealizować zadanie trzecie (Z3): identyfikacja luki badawczej. **Za deficyt poznawczy w literaturze przedmiotu należy uznać fakt, że nie zidentyfikowano metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, która charakteryzuje się kompleksowością, rozumianą jako jednoczesne uwzględnienie 4 aspektów, zdefiniowanych w niniejszej dysertacji.** W związku z powyższym potwierdzono zasadność prowadzenia dalszych badań i podjęcia próby opracowania metody pozwalającej na realizację kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Tabela 4. Zestawienie przedstawiające zidentyfikowane publikacje wraz ze wskazaniem, czy dana publikacja uwzględnia dany aspekt kompleksowości realizacji badania.

Autor publikacji	Augusto i Xie	Banerjea-Brodeur i inni	Gayer i inni	Madelin i Lahrichi	Lapierre i Ruiz	Rais i inni	Rupnik i inni	Verstegen	Vancroonenburg i inni
Aspekty									
Możliwość zastosowania metody dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu	Nie	Nie	Tak	Tak	Nie wskazano	Nie	Nie	Tak	Nie
Możliwość pozyskania danych (parametrów procesowych) do budowy modelu symulacyjnego	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Możliwość badania dynamiki systemu - badanie efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak

Opracowanie własne

4 Modelowanie symulacyjne procesów

4.1 Istota modelowania symulacyjnego

Rozpoczynając rozważania dotyczące modelowania symulacyjnego procesów, warto rozpocząć je od scharakteryzowania jego poszczególnych słów kluczowych, czyli: proces, modelowanie oraz symulacja. Hammer i Champy (1996) definiują proces jako zbiór czynności wymagających na wejściu „wkładu” i dający na wyjściu rezultat mający pewną wartość dla klienta. Davenport (1993) określa proces jako ustrukturyzowane i mierzalne działania zaprojektowane do produkcji określonego wyrobu dla konkretnego klienta. Z kolei Grajewski (2004) traktuje proces jako zbiór działań, które są powiązane zależnościami przyczynowo skutkowymi w taki sposób, że efekty czynności poprzedzających są wejściami czynności następujących. Peppard i Rowland (1997) definiują proces jako zespół działań, które są wykonywane systematycznie, zgodnie z określoną procedurą, która prowadzi do osiągnięcia zamierzonego rezultatu. Biorąc pod uwagę przywołane definicje procesu, na potrzeby niniejszej rozprawy doktorskiej przyjęto jego następującą definicję: proces to ciąg działań, których celem jest osiągnięcie określonego rezultatu. Jak zauważa Matuszak-Flejszman (2016) stosowanie podejścia procesowego w organizacjach wymaga usystematyzowanego planowania, nadzorowania, weryfikowania i doskonalenia, w celu osiągnięcia założonych rezultatów.

W następstwie scharakteryzowania pojęcia proces, podjęto dalsze studia literaturowe mające na celu poznanie definicji modelowania. Modelowanie oznacza „działanie polegające na dobieraniu do oryginału możliwego do przyjęcia zamiennika zwanego modelem, czyli jest to przybliżone odtwarzanie najważniejszych właściwości oryginału” (Gościński, 1982). Innymi słowy, jest to budowanie modelu, który „stanowi odwzorowanie najistotniejszych cech badanego lub projektowanego przedmiotu z punktu widzenia zadania, któremu służy w określonej rzeczywistości lub abstrakcji” (Durlik, 2007). Jak zauważa Wolska (2023) modelowanie jest jedną z metod badania i opisywania złożonych zjawisk w oparciu o formułowanie podstawowych cech obiektu modelowego. W kontekście modelowania procesów, pojęcie to odnosi się do transformacji wiedzy o sposobie przebiegu wybranego procesu do postaci ustrukturyzowanego modelu procesu. Z kolei model procesu to sformalizowany obiekt rzeczywistego procesu, (opracowany przy użyciu odpowiedniej notacji), pozwalający na przedstawienie struktury i wzajemnych powiązań pomiędzy poszczególnymi jego elementami (czynności, informację, zasoby) (Bitkowska, 2017). Aguilar-Savén (2004) twierdzi, że odpowiednio zamodelowane procesy są ważnym czynnikiem wpływającym na sprawne funkcjonowanie firmy. Ponadto skuteczność działania

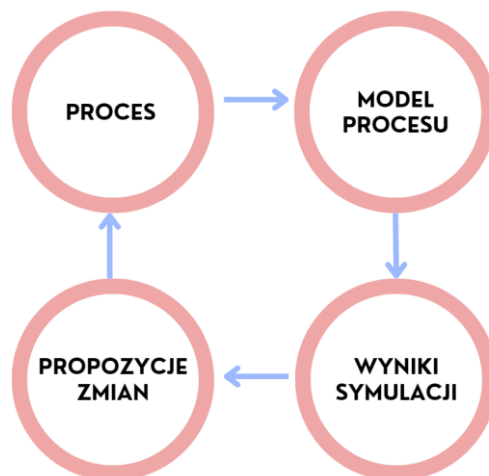
systemów zależy od poziomu zrozumienia procesów w firmie. Giaglis i Doukidis (2000) twierdzą, że odpowiednio zamodelowane procesy można wykorzystać do efektywniejszego zarządzania zmianą w organizacji. Według Browning (2010), Sitek i Gola (2005) oraz Van Looy i Bergh (2018) modelowanie procesów może być wykorzystywane w organizacjach do:

- zrozumienia przebiegu procesu – zarówno na poziomie operacyjnym, jak i zarządczym,
- identyfikacji wąskich gardeł,
- wsparcia w podejmowaniu decyzji zarządczych,
- eliminacji czynności nie przynoszących wartości dodanych,
- poprawy efektywności działań poprzez usunięcie zidentyfikowanych niedoskonałości w przebiegu procesu.

W praktyce biznesowej etap modelowania procesów często jest tylko pierwszym etapem na drodze do poprawy efektywności procesów. Jego naturalnym kontinuum jest symulacja procesów (Koliński i in., 2017; Nowak i in., 2022). Gordon (1974) definiuje symulację jako narzędzie numeryczne stosowane do prowadzenia eksperymentów wykonywanych na modelach matematycznych, które posiadają zdolność opisywania zachowania się systemu na przestrzeni czasu. Fishman (1981) w swoich rozważaniach dotyczących symulacji zaznaczył, że symulacja to metoda badania funkcjonowania różnych systemów, dla których mamy możliwość uzyskiwania wyników numerycznych obrazujących zachowania się tych systemów. Natomiast Gajda (2001) symulację zdefiniował jako „wprawianie modelu w ruch”. Law i Kelton (1991) stwierdzili, że symulacja jest „techniką numeryczną polegającą na wykonywaniu eksperymentów na modelu w celu uzyskania wiedzy na temat wpływu parametrów wejściowych na wybrane mierniki wyjściowe. Scheidegger i in. (2018) definiują symulację jako proces projektowania modelu rzeczywistego lub hipotetycznego systemu w celu opisanego i analizy zachowań systemu. Mielczarek (2009) modelowanie symulacyjne definiuje jako: „paradygmat naukowy, definiowany jako prowadzenie eksperymentów w celu poznania struktury systemu i opisanego jego zachowania”. Jak zauważa Garznar wraz z zespołem (2020) symulacja procesu może być zatem niezbędnym elementem na drodze do przeprowadzenia skutecznej poprawy efektywności procesu. W literaturze przedmiotu spotykamy się z określeniem, że symulacja procesu jest narzędziem do zarządzania zmianą w organizacji (Nowak, 2023). Jak zauważa Gola (2020) jedną z przesłanek stosowania symulacji procesów jest także chęć poznania zachowania się badanego systemu. Dzięki modelowaniu symulacyjnym procesów możemy odpowiedzieć na szereg pytań

związanych z: czasem realizacji procesu, kosztami pracy, efektywnością wprowadzonych zmian w organizacji, zaangażowaniem zasobów (Gawin i Marcinkowski, 2013). Dodatkowo symulacja procesów pozwala przewidzieć, w jaki sposób wprowadzone zmiany mogą wpłynąć na przedsiębiorstwo. Symulacją procesów stanowi także bardzo ważne narzędzie przyczyniające się do eliminowania wprowadzania nietrafionych zmian w organizacji (Barnett, 2003). Ponadto przy wykorzystaniu symulacji procesów możliwe jest badanie wrażliwości procesu na zmianę warunków jego funkcjonowania (Mielczarek, 2009). Przykładem badania wrażliwości zachowania się systemu może być sprawdzenie np. czy zachowana zostanie na dotychczasowym poziomie liczba reklamacji po zwiększeniu liczby zrealizowanych zamówień od klientów? Ponadto wykorzystanie modelowania symulacyjnego pomocne może być także przy ocenie planowanych do wdrożenia zmian np. czy wdrożenie nowego systemu zarządzania przedsiębiorstwem przyczyni się do redukcji czasu potrzebnego do realizacji procesu rozliczania delegacji?

Warto zaznaczyć, że badania symulacyjne realizowane są w kontekście prowadzenia eksperymentów na opracowanym modelu symulacyjnym. Uzyskane wyniki eksperymentu mogą stanowić cenną informację na drodze do wprowadzenia zmian w badanym procesie (Mielczarek, 2009). Zależności występujące pomiędzy procesem, modelem a symulacją zostały przedstawione na rysunku 11.

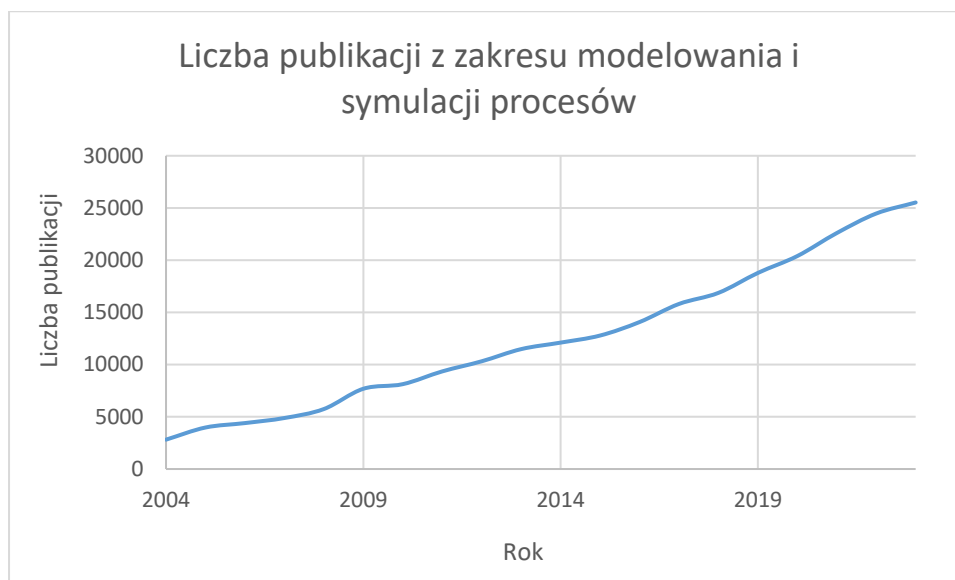


*Rysunek 11. Zależności występujące pomiędzy procesem, modelem a symulacją.
Opracowanie własne na podstawie (Latuszyska, 2015; Mielczarek, 2009)*

Na podstawie powyższych rozważań dotyczące istoty modelowania symulacyjnego procesów, autor niniejszej dysertacji przyjmuje jego następującą definicję: **modelowanie symulacyjne procesu rozumiane jest jako budowanie komputerowego modelu analizowanego procesu, w celu opisanie i poznania jego zachowania.**

4.2 Stosowane metody modelowania symulacyjnego

Zagadnienie modelowania symulacyjnego procesów to zakres badawczy, który był już wielokrotnie badany przez badaczy zajmujących się analizą procesową (R. Ahmed i in., 2008; Akerele, 2017; Curtis i in., 1992; Kutin i in., 2018). Jak wynika z danych dostępnych na platformie Scopus (Rysunek 12) problematyka ta z roku na rok podejmowana jest przez coraz większe grono naukowców.



Rysunek 12. Liczba publikacji z zakresu modelowania i symulacji procesów na przestrzeni ostatnich 20 lat.
Opracowanie własne na podstawie bazy danych Scopus

Nierzadko wskazywali oni na potrzebę dostępu do odpowiednich metod i narzędzi ułatwiających sprawne i efektywne modelowanie symulacyjne procesów. Podkreślili oni również, że ważnym elementem w procesie modelowania i symulacji procesów jest dobór odpowiedniej metody. Jak zauważa Latuszyńska (2015) wybór odpowiedniej metody nie jest łatwym zadaniem. Z jednej strony dysponujemy bardzo dużą liczbą dostępnych metod, z drugiej strony często brakuje jasnych wskazówek, jaką metodę należy zastosować w kontekście modelowania wybranego procesu. Pomocne podczas wyboru odpowiedniej metody może okazać się analiza następujących cechy badanego procesu: złożoność, celu procesu, szczegółowość procesu oraz poziomu modelowanego procesu (strategiczny, taktyczny, operacyjny) (Maciąg i in., 2013).

Almagooshi (2015), Roy i inni (2020), oraz Soorapanth i inni (2023) podkreślają, że wykorzystanie modelowania symulacyjnego w zakresie badania procesów szpitalnych może być skuteczną metodą ułatwiającą zrozumienie występujących wewnętrznych współzależności oraz może posłużyć do eksploracji scenariuszy podejmowania decyzji przez różnych

interesariuszy. Przegląd literatury w zakresie modelowania symulacyjnego w opiece zdrowotnej (Jahangirian i in., 2010; Katsaliaki i Mustafee, 2011; Mielczarek, 2016; Ruiz i in., 2024; Salleh i in., 2017; Zhang, 2018) wykazuje, że najczęściej stosowanymi metodami są:

- Symulacja zdarzeń dyskretnych - Discrete Event Simulation (DES),
- Dynamika systemu – System Dynamics (SD),
- Modelowanie agentowe - Agent-Based Simulation (ABS),
- Monte Carlo (MC).

Modele DES są zazwyczaj używane do modelowania działania systemów w czasie, w których jednostki (ludzie, części, zadania, wiadomości) przepływają przez szereg kolejek i działań (Qiao i Wang, 2021). Praktycy zajmujący się symulacją procesów przy wykorzystaniu tej metody twierdzą, że należy ją stosować do analizy następujących problemów, które są (Kampa i in., 2017; J. I. Vázquez-Serrano i in., 2021):

- ograniczone w czasie lub dysponujące ograniczonymi zasobami,
- zależne od wpływu wielu cech osobników,
- związane z analizą doświadczeń poszczególnych jednostek,
- zależne od wpływu scenariuszy alternatywnych,
- związane z występowaniem punktów decyzyjnych.

Stosowanym sposobem formalnego opisu dyskretnych modeli symulacyjnych jest opis w postaci diagramów przepływu lub sieci działań. Rodzaj graficznej notacji zależy zwykle od narzędzia symulacyjnego, za pomocą którego jest tworzony model. W przypadku stosowania metody DES, jednym z najbardziej popularnych standardów wykorzystywanych na etapie modelowania procesów biznesowych jest standard BPMN (Business Process Model and Notation), który został opracowany przez OMG (Object Management Group) (Jasiulewicz-Kaczmarek i in., 2018). Standard ten nie tylko pozwala modelować procesy w sposób zrozumiały dla przeciętnego użytkowników, ale także umożliwia precyzyjne odwzorowanie ich na poziomie technicznym (Drejewicz, 2012). Przykłady zastosowań DES w opiece zdrowotnej w ostatnich trzech latach przedstawili między innymi (Bhosekar i in., 2021; Doudareva i Carter, 2022; J. I. Vázquez-Serrano i in., 2021). Wcześniej, Aroua i Abdunour (2018) zastosowali symulację i projekt eksperymentalny w celu optymalizacji na oddziałach ratunkowych. England i in. (2021) opracowali model DES i połączyli go z metodami prognozowania zarządzania łóżkami szpitalnymi i przewidywania liczby przyjęć na oddziały ratunkowe. Według Currie i in. (2020) metoda ta jest na ogół odpowiednia do określania wpływu dostępności zasobów

(lekarze, pielęgniarki) na czas oczekiwania i liczbę jednostek oczekujących w kolejkach lub przechodzących przez system.

Dynamika systemu (SD) to ciągłe podejście symulacyjne do analizy dynamicznych systemów w czasie, wykorzystujące zapasy i przepływy, diagramy pętli sprzężenia zwrotnego i równania różniczkowe do przedstawiania relacji między komponentami systemów (Galvao Scheidegger i in., 2018). Stosowane są dwa podejścia, tzw. twarde i miękkie (Kunc, 2017). Użycie diagramów zapasów i przepływów oznacza podejście ilościowe (twarde modelowanie), podczas gdy podejście jakościowe, które jest również nazywane miękkimi badaniami operacyjnymi, obejmuje jedynie użycie diagramów wpływu, czyli pętli sprzężenia zwrotnego. Według Forrestera, twórcy dynamiki systemu, pętle sprzężenia zwrotnego to techniczne elementy systemu opisujące zjawiska zachodzące w obrębie punktów decyzyjnych. Elementy decyzyjne związane są z działaniami, które mają bezpośredni wpływ na otaczający system. Informacje uzyskane z pętli sprzężenia zwrotnego mogą być ważnym elementem w kontekście podejmowania przyszłych decyzji przez przedsiębiorstwa (Hell i Petrić, 2021). SD jest uważane za bardziej strategiczne podejście do modelowania, w którym modele zazwyczaj prezentują wysoki poziom abstrakcji. Modele te są zazwyczaj używane do podejmowania decyzji strategicznych lub decyzji wpływających na całą populację (Currie i in., 2020; Morgan i in., 2017). Zastosowanie tej metody modelowania w opiece zdrowotnej przedstawiono między innymi w Davahli i inni (2020), Faeghi i inni (2021), Grida i Zeid (2018), Lane (2008) oraz Vázquez-Serrano i Peimbert-García (2020).

Symulacja zdarzeń dyskretnych (DES) i dynamika systemu (SD) to popularne metody, które jak pokazują powyższe charakterystyki różnią się swoim podejściem do analizy procesów. Zidentyfikowane różnice między tymi podejściami można opisać w odniesieniu do kilku obszarach. Pierwszy obszar dotyczy badanego problemu. Symulacja według metody DES zorientowana jest na badaniu wpływu losowości na proces, w przypadku natomiast symulacji SD, badana problematyka koncentruje się analizie wewnętrznych sprzężeń zwrotnych występujących w danym procesie. Szczegółowość opracowywanych modeli, to kolejna z różnic występująca w tych dwóch podejściach. Modele opracowane przy użyciu DES cechują się wysokim poziomem szczegółowości procesu, natomiast modele zbudowane w oparciu o pryncypia SD, charakteryzują się niskim poziomem szczegółowości, często agregując do ogólnej postaci zidentyfikowane elementy procesu. Ostatnią ze zidentyfikowanych różnic w tych dwóch podejściach jest poziom badanych procesów. DES wykorzystywany jest głównie do analizy procesów na poziomie operacyjnym. Z kolei SD bardzo dobrze sprawdza się do

opisów procesów na poziomie strategicznym, analizując długoterminowe zależności (Jovanoski i in., 2012; Latuszynska, 2015).

Modelowanie agentowe to jedna z nowszych metod modelowania symulacyjnego procesów opartych na interakcji autonomicznych „agentów”. Wspomniani agenci są opisywani prostymi regułami i ich interakcjami z innymi agentami, co z kolei ma bezpośredni wpływ na ich zachowanie. Podczas modelowania poszczególnych agentów należy zwrócić szczególną uwagę na występującą dużą różnorodność atrybutów oraz ich wzajemnych zachowań, które w efekcie obrazują funkcjonowanie systemu jako całości. Modelując proces od podstaw - agent po agencie i zachowanie po zachowaniu, łatwo zaobserwować, że procesy te posiadają wysokie cechy samoorganizacji. Warto podkreślić, że powstałe w ten sposób wzorce zachowań, które nie były wcześniej projektowane w systemie, powstały w wyniku pozytywnej interakcji poszczególnych agentów. Modelowanie niejednorodności obiektów w systemie i ich samoorganizacji to główne cechy symulacji opartej na agentach, które wyróżniają ją spośród innych technik modelowania symulacyjnego. Warto również wspomnieć, że modelowanie to wykorzystuje wzajemne uczenie się agentów i wzajemne dostosowywanie się do siebie w taki sposób, aby system działał jak najlepiej (Bonabeau, 2002; Macal i North, 2010). Jak zauważa Couclelis (2000) wadą stosowania symulacji agentowej jest fakt, że model opracowany przy jej użyciu przedstawia jedynie uproszczony obraz modelowanej rzeczywistości. Przykłady zastosowań tej metody w opiece zdrowotnej można znaleźć między innymi w Barnes i inni (2013), Comis i inni (2021), Mustapha i inni (2018) oraz Tracy i inni (2018).

Monte Carlo jest metodą symulacji procesu, która polega na budowaniu modeli w oparciu o zmienne losowe i służy do rozwiązywania (Białas i Jasiński, 2022). Ten rodzaj symulacji jest najczęściej wykorzystywany do wyceny finansowej instrumentów pochodnych oraz tworzenia różnych scenariuszy zarządzania. W ujęciu globalnym symulacje oparte na metodzie Monte Carlo są wykorzystywane przez wiele firm finansowych do oceny całek stochastycznych związanych z prawdopodobieństwem pewnych sytuacji. Symulacja z wykorzystaniem tej metody jest najczęściej wykorzystywana do przewidywania ataków i cyber zagrożeń. Zamiast używać szacunkowych punktów jako dane wejściowe do symulacji, należy wprowadzić zakres zdarzenia szkodowego i jego koszty, a w wyniku symulacji będzie możliwość zidentyfikowania wielu możliwych skutków zdarzenia. Uzyskane wyniki symulacji można następnie przetworzyć w formie graficznej w celu wskazania miejsc o największym prawdopodobieństwie zagrożenia (Johansen, 2010; Levy, 2008; Ruan, 2019). Wykorzystanie metody Monte Carlo na etapie badania procesów w służbie zdrowia ukazują prace

następujących autorów Arenas i inni (2017), Bert i Sarrut (2022), Elia i inni (2022) oraz Fitzgerald i inni (2017).

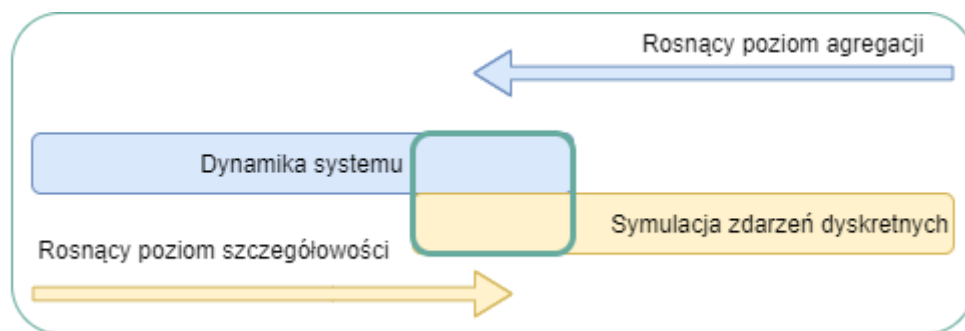
Biorąc pod uwagę powyższą analizę, można wskazać główne obszary zastosowań wybranych czterech metod modelowania symulacyjnego procesów w służbie zdrowia (Tabela 5).

Tabela 5 Zastosowanie metod symulacji w służbie zdrowia - przykłady

Metoda	Obszar zastosowania
Symulacja zdarzeń dyskretnych	<ul style="list-style-type: none"> • Planowanie realizowanych usług w szpital (planowanie personelu medycznego – przyjęć/wizyt pacjentów, pojemność łóżek i sprzętu, systemy informacji medycznej, liczby przyjęć na oddziałach ratunkowych) • Budowanie modeli ekonomicznych (koszty świadczenia opieki zdrowotnej, opłacalność polityki zamawiania i dystrybucji leków) • Modelowanie rozprzestrzeniania się chorób • Zarządzanie zapasami i obsługa materiałów w szpitalach
Dynamika systemu	<ul style="list-style-type: none"> • Budowanie modeli ekonomicznych (polityka redukcji szkód, strategie leczenia, długoterminowy wpływ na zdrowie, dynamika populacji wpływ na zdrowie, czy też dynamika populacji chorób) • Modelowanie infrastruktury szpitala (przepływu pacjentów, realizacji nieplanowanego leczenia, rozmieszczenia zasobów) • Dynamiki rozprzestrzeniania się chorób
Modelowanie agentowe	<ul style="list-style-type: none"> • Rozwiązywanie problemów dotyczącego zarządzania infrastrukturą szpitala. • Planowanie realizowanych usług w szpital (czas oczekiwania pacjentów na przyjęcie, zajętość personelu medycznego) • Badanie wydajności systemu opieki zdrowotnej • Analizy zachowań zdrowotnych (palenie tytoniu, spożywanie alkoholu, brak aktywności fizycznej i niezdrowe odżywianie), które zwiększają ryzyko pojawiających się chorób
Monte Carlo	<ul style="list-style-type: none"> • Ocena ryzyka zdrowotnego • Modele prognostyczne dotyczące przenoszenia choroby • Ocena polityki leczenia i zarządzania chorobami • Szacowanie zajętości łóżek w szpitalu • Szacowanie liczby pacjentów znajdujących się w oddziałach ratunkowych

Opracowanie własne

Warto podkreślić, że procesy mogą być również symulowane przy jednoczesnym zastosowaniu kilku metod, tzw. symulacji hybrydowej (Brailsford i Kunc, 2018; Sansana i in., 2021). W niektórych przypadkach do rozwiązywania złożonych problemów nie wystarczy zastosować jedną metodę symulacji, ale także wspomóc się inną. Najpopularniejszą integracją metod symulacji procesu jest połączenie symulacji zdarzeń dyskretnych i dynamiki systemu. W przypadku modelowania bardzo złożonych i szczegółowych zagadnień możliwa jest integracja tych technik. Integracja ta może odbywać się w dwóch kierunkach. W pierwszym przypadku zaczynamy modelować bardzo szczegółowe procesy za pomocą techniki DES, następnie rozszerzamy analizowany problem, w tym celu warto posłużyć się techniką SD aby zamodelować ogólne zachowanie całego systemu. W drugim przypadku modelowanie zaczynamy od poznania ogólnego zachowania systemu i podstawowych zasad jego funkcjonowania. Następnie, aby zrozumieć, nie tylko to w jaki sposób działa system, ale także aby poznać działanie poszczególnych elementów systemu, przystępujemy do szczegółowego modelowania wskazanych elementów za pomocą DES. Integracja tych dwóch metod z pewnością nie jest łatwa do wykonania, ale umiejętne wykorzystanie integracji może przyczynić się do lepszego zrozumienia analizowanej sytuacji i uzyskania bardziej wiarygodnych wyników symulacji procesu (Krzywy i Hell, 2022). Rysunek 13. prezentuje wspomniane możliwości wzajemnego uzupełniania się metod symulacji procesów.

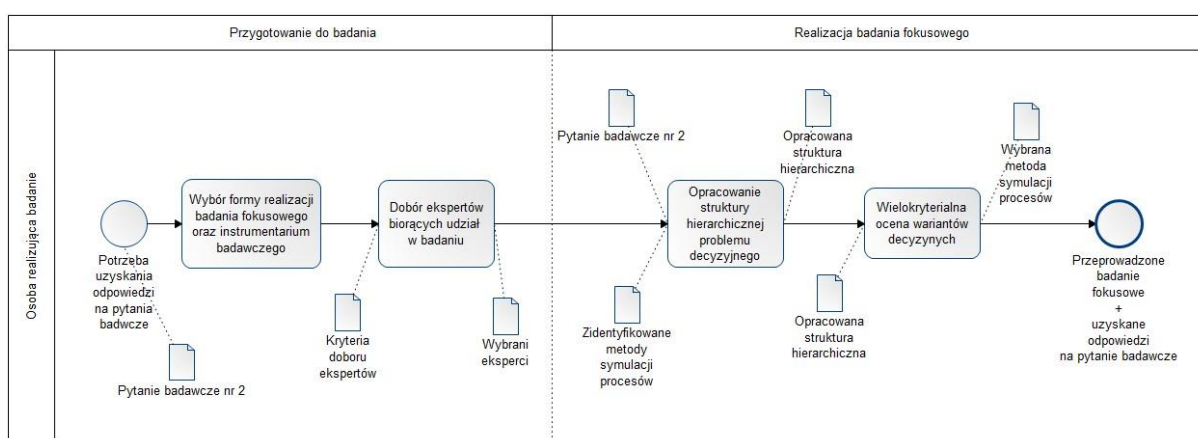


Rysunek 13. Przykład połączenia metody SD oraz DES
Opracowanie własne na podstawie (Morgan i in., 2017)

Tym samym, zaprezentowany powyżej przegląd literatury z zakresu metod modelowania symulacyjnego procesu pozwolił na realizację zadania czwartego (Z4) związanego z identyfikacją metod modelowania symulacyjnego procesów.

4.3 Wybór metody modelowania symulacyjnego procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu

W celu możliwości uzyskania odpowiedzi na drugie pytanie badawcze (Jaką metodę symulacji procesów zastosować w odniesieniu do analizy procesu wewnętrznej dostawy w szpitalu?), podjęto decyzję, aby posłużyć się metodą badania fokusowego (ang. Focus Group Interview - FGI). Badanie fokusowe, inaczej zogniskowany wywiad grupowy, fokus zalicza się do jednej z metod badań jakościowych i stanowi jedno z najbardziej popularnych metod pozyskiwania informacji w naukach społecznych (Król, 2015; Lisek-Michalska, 2013). Schemat badania fokusowego przedstawia Rysunek 14.



Rysunek 14. Przebiegu realizacji badania fokusowego
Opracowanie własne

Zgodnie z przytoczonym schematem realizacji badania fokusowego, w pierwszym kroku podjęto decyzję co do formy realizacji zogniskowanego wywiadu grupowego. Zdecydowano, że badanie fokusowe zostanie przeprowadzone w oparciu o Brief group. Jest to jedna z odmian badania fokusowego, w ramach której przeprowadza się krótką dyskusję z ekspertami (około 1 godziny), podczas której prowadzi się polemikę na temat jednego szczegółowego zagadnienia (Banaszak, 2017; Lisek-Michalska, 2013). Następnie podjęto decyzję co do liczebności grupy biorącej udział w badaniu. Z uwagi na to, że niniejsze badanie ma celu uzyskanie odpowiedzi na bardzo precyzyjne pytanie badawcze, zdecydowano, że badanie fokusowe będzie przeprowadzone w małej grupie - Mini group (najczęściej od 4 do 6 osób). Badania fokusowe realizowane w małych grupach charakteryzują się tym, że pozwalają bardziej szczegółowo i dogłębnie omówić analizowaną kwestię aniżeli ma to miejsce podczas klasycznej wersji fokusu (Lisek-Michalska, 2013). Zdecydowano, że badanie fokusowe będzie przeprowadzone w oparciu o zastosowanie wielokryterialnej hierarchicznej analizy problemów decyzyjnych - Analytic Hierarchy Process (AHP) - której twórcą jest Thomas Saaty. Zasadność zastosowania

AHP w kontekście wyboru odpowiedniej metody symulacji procesu potwierdzają badania przeprowadzone przez Tihomir Orehovački, Vesna Dušak i Mario Jadrić (2007).

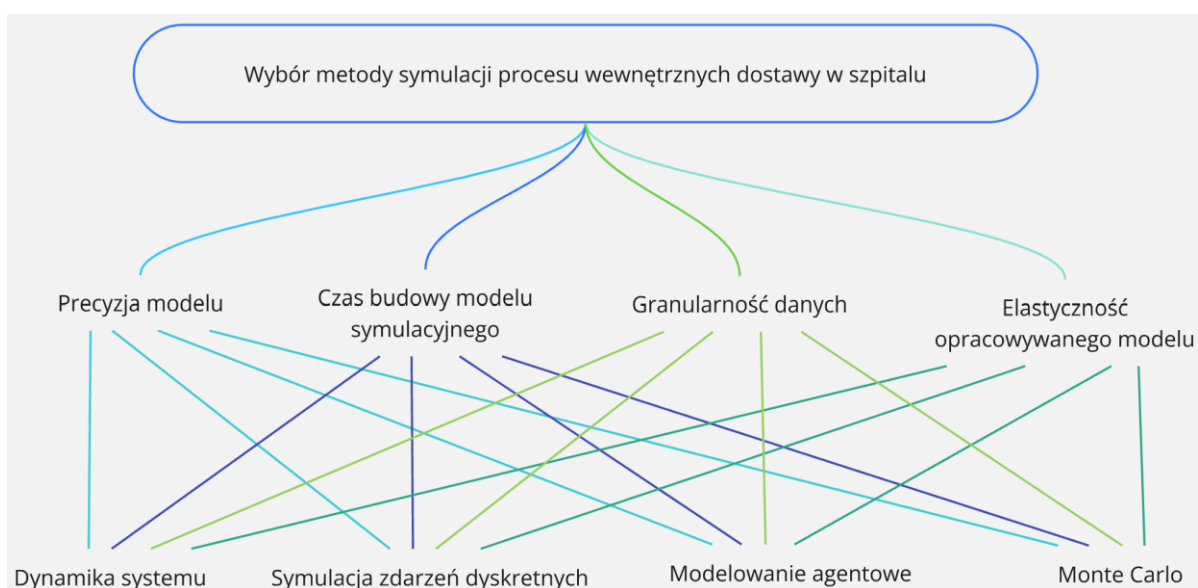
AHP umożliwia dekompozycje skomplikowanego problemu decyzyjnego na mniejsze części oraz stworzenie ostatecznej listy preferencji dla ograniczonego zestawu możliwości (wariantów decyzyjnych) (Chojnacki i Szwedo, 2010). W opisywanej metodzie kluczowym krokiem jest zaprojektowanie struktury hierarchicznej dla wybranego problemu decyzyjnego, która złożona jest z kilku poziomów. Na samej górze znajduje się główny cel badania. Niżej znajdują się kryteria decyzyjne. Natomiast na najniższym poziomie umieszcza się warianty decyzyjne - potencjalne rozwiązania problemu. W ten sposób tworzy się hierarchię, która odzwierciedla różne poziomy i szczegółowości związane z danym problemem decyzyjnym (Łuczak i Wysocki, 2008). Następnie eksperci biorący udział w badaniu dokonują porównań parami wszystkich elementów (kryteriów decyzyjnych) modelu hierarchicznego odnoszących się do problemu głównego (Parlińska i Pietrych, 2016). W efekcie uzyskanych wyników porównań parami uzyskuje się macierz ocen. Opracowana w ten sposób macierz pozwala wyznaczyć, które kryterium i w jakim stopniu jest ważniejsze od drugiego. Autor opisywanej metody proponuje dokonanie oceny kryteriów decyzyjnych w oparciu o 9-stopniową skalę ważności (ocen):

- 1 – brak możliwości jednoznacznego wskazania elementu, który dominuje nad innymi,
- 3 – jedno z kryterium ma nieco większe znaczenie niż pozostałe,
- 5 – wyraźna przewaga jednego z elementów nad drugim,
- 7 – bardzo wyraźna przewaga jednego elementu nad drugim,
- 9 – absolutna przewaga jednego elementu nad drugim,
- 2, 4, 6, 8 – wartości pośrednie, stosowane w przypadku problemów z jednoznacznym użyciem elementu ze skali powyżej (T. Saaty, 2008).

W dalszej kolejności w ramach opracowanej struktury hierarchicznej, osoba przeprowadzająca badanie wyznacza preferencje, czyli przypisuje wagi każdemu ze wskazanych kryterium. Saaty (1987) proponuje także, aby w ramach przeprowadzonych kalkulacji przeanalizować indeks zgodności uzyskanych ocen C.I. (consistency index). Wartość tego indeksu według autora metody AHP, powinna znajdować się na poziomie $C.I. < 0.1$. Następnie za pomocą współczynnika spójności C.R. (consistency ratio) osoba przeprowadzająca badania powinna wykonać ocenę zgodności opracowanej macierzy ocen. Saaty zauważa, że uzyskanie niskiej wartości współczynnika zgodności (C R.) poniżej 0,1 sugeruje, że eksperci dokonali ocen na zadowalającym poziomie zgodności. Z kolei uzyskane

wyższe wartości wskazują na potencjalne niekonsekwencje w porównywaniu alternatyw parami. W takim przypadku wyznaczone preferencje muszą być ponownie dostosowane, tak aby wartość wskaźnika spójności znajdowała się na zadowalającym poziomie (Chojnacki i Szwedo, 2010). Ostatni etap badania obejmuje klasyfikację wariantów decyzyjnych. Podczas tego etapu ustala się kolejność wkładu każdego wariantu w osiągnięcie głównego celu, dzięki czemu możliwe jest wskazanie najkorzystniejszego rozwiązania analizowanego problemu (Tułeczki i Król, 2007).

W kolejnym kroku realizacji badania fokusowego nastąpił wybór ekspertów biorących udział w badaniu. Z uwagi na to, że przedmiotowy zakres badania fokusowego jest mocno skorelowany z poprzednim badaniem eksperckim (opisanym w podrozdziale 3.2), podjęto decyzję, aby badanie fokusowe zrealizowane było w oparciu o uzyskanie opinii od tej samej grupy ekspertów. Przechodząc do etapu związanego z realizacją badania fokusowego, w pierwszym jej kroku przystąpiono do opracowania struktury hierarchicznej analizowanego problemu decyzyjnego (Rysunek 15). Na podstawie zaprojektowanej struktury wybrani respondenci podejmowali decyzję co do zasadności zastosowania określonej metody symulacji w kontekście badania procesu wewnętrznej dostawy w szpitalu.



Rysunek 15. Opracowana struktura hierarchiczna analizowanego problemu decyzyjnego
Opracowanie własne

Warianty decyzyjne, które zostały umieszczone w strukturze decyzyjnej zostały szczegółowo scharakteryzowane już w podrozdziale 4.2 niniejszej rozprawy doktorskiej. Z kolei przedstawione kryteria decyzyjne uwzględnione w ramach opracowanej struktury hierarchicznej zostały określone w następujący sposób:

- **Precyzja modelu** - to kryterium służy do oceny, na ile dana metoda symulacji umożliwi szczegółowe odzwierciedlenie rzeczywistego procesu.
- **Czas budowy modelu** - to kryterium służy do oceny czasochłonności danej metody symulacji, z uwzględnieniem tego ile czasu jest wymagane, aby zbudować model i przeprowadzić jego symulację.
- **Granularność danych**² - to kryterium służy do oceny, jak złożone i szczegółowe dane należy pozyskać w celu budowy modelu zgodnie z daną metodą symulacji.
- **Elastyczność modelu** - to kryterium służy do oceny, na ile zastosowana metoda symulacji pozwala na dostosowywanie modelu do zmieniających się warunków lub scenariuszy.

W kolejnym etapie realizacji badania przystąpiono do przeprowadzenia wielokryterialnej oceny wariantów decyzyjnych. W celu ujednolicenia symboli używanych w trakcie realizacji tego badania przygotowano tabele zawierającą listę symboli wraz z ich opisem (Tabela 6).

Tabela 6. Lista symboli wykorzystywana w trakcie realizacji badania AHP

Symbol	Opis
K ₁	Kryterium decyzyjne 1 – Precyzja modelu
K ₂	Kryterium decyzyjne 2 – Czas budowy modelu
K ₃	Kryterium decyzyjne 3 – Granularność modelu
K ₄	Kryterium decyzyjne 4 – Elastyczność modelu
W ₁	Wariant decyzyjny 1 – Dynamika systemu
W ₂	Wariant decyzyjny 2 – Symulacja zdarzeń dyskretnych
W ₃	Wariant decyzyjny 3 – Modelowanie agentowe
W ₄	Wariant decyzyjny 4 – Monte Carlo
λ_{\max}	Maksymalna wartość własna macierzy
C.I.	Indeks zgodności ocen C.I. (consistency index)
C.R.	współczynnik spójności C.R. (consistency ratio)
R.I.	Indeks losowy R.I. (random index)
P _j ^k	Wartość wagi dla poszczególnych kryteriów decyzyjnych
P _{j1}	Wartość wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 1
P _{j2}	Wartość wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 2
P _{j3}	Wartość wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 3
P _{j4}	Wartość wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 4
q _j	Wektor uszeregowania badanych wariantów

Opracowanie własne na podstawie (Chojnacki i Szwedo, 2010)

² Granularność danych rozumiana jako poziom szczegółowości danych.

Następnie dla każdego z kryteriów przygotowano pięciopunktową skalę, która posłużyła do oceny każdej z metod symulacji.

- **Precyzja modelu** – skala od 1 do 5, gdzie 1 oznacza bardzo niską precyzję modelu, opracowanego zgodnie z daną metodą (zbudowany model symulacyjny znacznie odbiega od rzeczywistej realizacji procesu), a 5 oznacza bardzo wysoką precyzję modelu (opracowany model symulacyjny z wysoką szczegółowością odzwierciedla zachodzące procesy).
- **Czas budowy modelu** – skala od 1 do 5, gdzie 1 oznacza konieczność przeznaczenia bardzo długiego czasu na budowę modelu symulacyjnego, a 5 oznacza bardzo krótki czas, który musi zostać przeznaczony na opracowanie rozwiązania (w odniesieniu do pozostałych metod poddanych ocenie).
- **Granularność danych** – skala od 1 do 5, gdzie 1 oznacza, że wybrana metoda symulacji procesów wymaga konieczności pozyskania bardzo złożonych i szczegółowych danych niezbędnych do budowy rozwiązania, a 5 oznacza, że wskazana metoda wymaga pozyskania prostych i ogólnych danych.
- **Elastyczność modelu** - skala od 1 do 5, gdzie 1 oznacza bardzo niską elastyczność modeli, opracowanych w oparciu o daną metodę (opracowane rozwiązanie nie jest zdolne do adaptacji do zmieniających się warunków), a 5 oznacza bardzo wysoką elastyczność modeli (możliwe jest jego szybkie dostosowanie do nowych warunków realizacji procesu).

W wyniku przeprowadzonego badania, możliwe było opracowanie zestawu macierzy ocen dla badanych kryteriów i wariantów decyzyjnych, a w dalszej kolejności w oparciu o uzyskane wyniki wybranie najkorzystniejszego rozwiązania analizowanego problemu. W pierwszym kroku badania, eksperci dokonali oceny ważności zdefiniowanych kryteriów (Tabela 7). Następnie ocenili preferencje dla wszystkich par wariantów decyzyjnych, oddzielnie z punktu widzenia każdego kryterium. Uzyskane wartości wektorów oceny dla poszczególnych kryteriów decyzyjnych zawarto w tabelach: Tabela 8, Tabela 9, Tabela 10 oraz Tabela 11.

Tabela 7. Macierz wartości wag dla poszczególnych kryteriów decyzyjnych

Które z kryteriów jest bardziej preferowane ze względu na analizowany problem decyzyjny (Jaką metodę symulacji procesów zastosować w odniesieniu do analizy procesu wewnętrznej dostawy w szpitalu?)					
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	P ^k _j
K ₁	1	5	7	4	0,59235
K ₂	0,2	1	3	0,333333	0,126453
K ₃	0,142857	0,333333	1	0,333333	0,063913
K ₄	0,25	3	3	1	0,217284

Opracowanie własne

$\lambda_{\max} = 4,18097$; C.I. = 0,0603233; R.I. = 0,89; C.R. = 0,067778989

Tabela 8. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 1

Który z wariantów jest bardziej preferowany ze względu na precyzję modelu (K ₁)					
	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	P _{j1}
W ₁	1	0,142857	0,2	1	0,069137
W ₂	7	1	3	7	0,574866
W ₃	5	0,333333	1	5	0,28686
W ₄	1	0,142857	0,2	1	0,069137

Opracowanie własne

$\lambda_{\max} = 4,07347$; C.I. = 0,024489; R.I. = 0,89; C.R. = 0,02751573

Tabela 9. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 2.

Który z wariantów jest bardziej preferowany ze względu na czas budowy modelu (K ₂)					
	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	P _{j2}
W ₁	1	3	5	1	0,388927
W ₂	0,333333	1	3	0,333333	0,153452
W ₃	0,2	0,333333	1	0,2	0,068694
W ₄	1	3	5	1	0,388927

Opracowanie własne

$\lambda_{\max} = 4,04349$; C.I. = 0,0144978; R.I. = 0,89; C.R. = 0,016289663

Tabela 10. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 3.

Który z wariantów jest bardziej preferowany ze względu na granularność danych (K ₃)					
	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	P _{j3}
W ₁	1	5	5	3	0,562229
W ₂	0,2	1	1	0,333333	0,09816
W ₃	0,2	1	1	0,333333	0,09816
W ₄	0,25	3	3	1	0,24145

Opracowanie własne

$\lambda_{\max} = 4,04349$; C.I. = 0,0144978; R.I. = 0,89; C.R. = 0,016289663

Tabela 11. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 4.

Który z wariantów jest bardziej preferowany ze względu na elastyczność modelu (K ₄)					
	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	P _{j4}
W ₁	1	3	5	7	0,557892
W ₂	0,333333	1	3	5	0,263345
W ₃	0,2	0,333333	1	3	0,121873
W ₄	0,142857	0,2	0,333333	1	0,05689

Opracowanie własne

$\lambda_{\max} = 4,11698$; C.I. = 0,0389941; R.I. = 0,89; C.R. = 0,043813596

Z kolei szczegółowe wyliczenia wraz ze stworzoną macierzą uszeregowania badanych wariantów zostały zaprezentowane w tabeli 12:

Tabela 12. Macierz wartości wektora uszeregowania badanych wariantów

P ^k _j				q _j	Warianty	
P _{j1}	P _{j2}	P _{j3}	P _{j4}		W ₁	W ₂
0,59235	0,126453	0,063913	0,217284	0,247289	W ₁	Dynamika systemu
0,574866	0,153452	0,09816	0,263345	0,423421	W ₂	Symulacja zdarzeń dyskretnych
0,28686	0,068694	0,09816	0,121873	0,211363	W ₃	Modelowanie agentowe
0,069137	0,388927	0,24145	0,05689	0,117927	W ₄	Monte Carlo

Opracowanie własne

Jak wynika z przeprowadzonego badania AHP, najwyższą wartość uzyskał element q_2 wektora q , co oznacza, że preferowaną metodą symulacji w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu jest metoda **Symulacji zdarzeń dyskretnych** (wariant W_2). Ponadto analiza indeksów zgodności ocen, wykazała, że we wszystkich przypadkach spełnia ona warunek $C.R. < 0,1$, co świadczy o wystarczającym stopniu zgodności dokonanych ocen ekspertów. Tym samym realizacja zadania piątego (Z5): wybór metody modelowania symulacyjnego procesów, w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, pozwoliła udzielić odpowiedzi na postawione drugie pytanie badawcze (Pb2): Jaką metodę symulacji procesów wybrać w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu? Stwierdzając, że najodpowiedniejszą metodą w kontekście badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu jest symulacja zdarzeń dyskretnych.

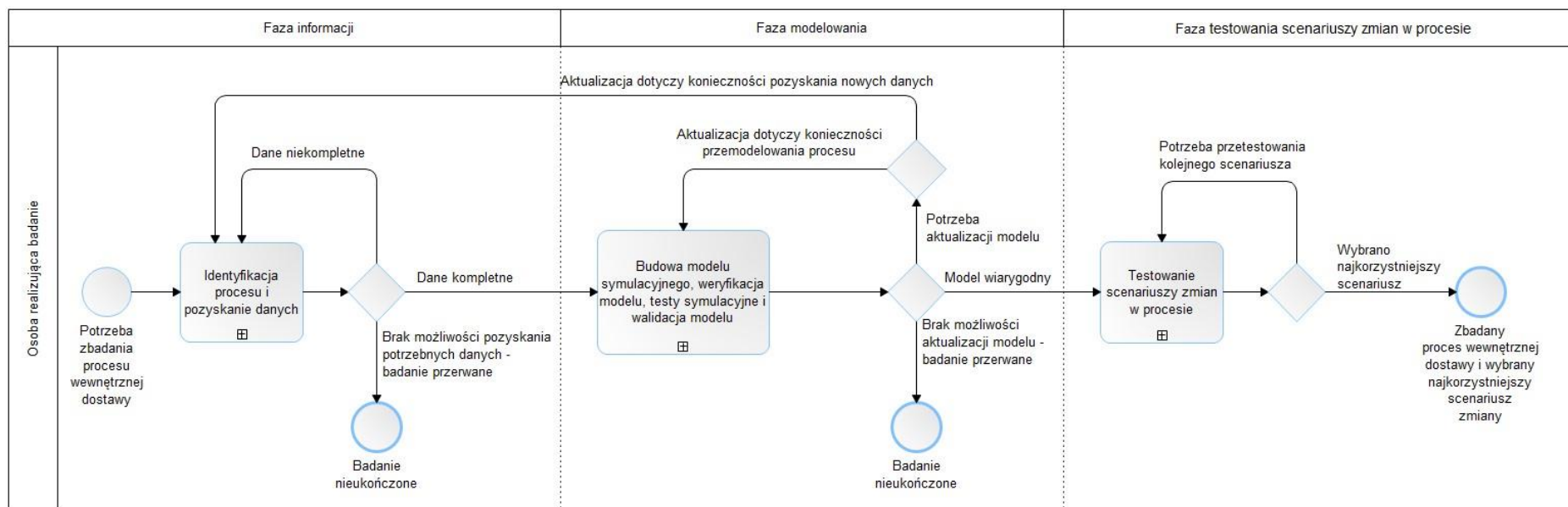
5 Koncepcja badania procesu wewnętrznych dostaw z wykorzystaniem modelowania symulacyjnego w szpitalu

5.1 Charakterystyka metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu

Poniższy rozdział został poświęcony charakterystyce metody badawczej, której opracowanie stanowi cel główny niniejszej rozprawy doktorskiej. Głównymi założeniami przyświecającymi podczas jej opracowywania, były przesłanki związane z możliwością uwzględnienia w niej wszystkich kluczowych aspektów kompleksowości realizacji badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu (szczegółowo scharakteryzowanych w podrozdziale 3.2). Opracowana metoda składa się z trzech głównych faz, które determinują przebieg realizowanego badania. Fazy te związane są z następującymi zagadnieniami: pozyskiwaniem informacji, modelowanie procesu oraz testowaniem scenariuszy zmian w procesie. Na końcowym etapie każdej z faz założono punkt decyzyjny, który warunkuje dalszy przebieg badania. Wspomniane fazy zostały szczegółowo scharakteryzowane w dalszej części rozprawy, natomiast jej przebieg, w widoku ogólnym, został przedstawiony na rysunku 16.

Przed przystąpieniem do realizacji badania, jednostka, w której realizowane będą prace powinna wybrać obiekty transportowane, których proces wewnętrznej dostawy zostanie poddany analizie. Po wskazaniu obiektów, kluczowym elementem jest sformułowanie problemu badawczego, który będzie rozwiązywany przy użyciu opracowanej metody. Poprawne zidentyfikowanie i sformułowanie problemu jest bardzo istotne, ponieważ, jak zauważa Kikolski, nie ma możliwości osiągnięcia poprawnego wyniku badania w przypadku problemu, który został błędnie sformułowany (Kikolski, 2017).

Istotnym elementem przygotowania do realizacji badania jest powołanie zespołu projektowego. Zespół projektowy powinien składać się z osoby realizującej badanie zgodnie z opracowaną metodą (ekspert metodyczny) oraz celowo dobranej grupy przedstawicieli podmiotu, w którym realizowane jest badanie (eksperci dziedzinowi). Eksperti dziedzinowi biorący udział w badaniu, powinni być osobami, które bardzo dobrze znają operacyjnie analizowany proces oraz są na odpowiednim poziomie decyzyjności, w kontekście wyboru planowanych do wdrożenia zmian. Ustanowienie zespołu projektowego jest ważnym aspektem w celu zapewnienia kompleksowego podejścia do badanego problemu. Na etapie formowania zespołu warto zadbać o różnorodność kompetencji w zespole, odpowiednie przypisanie ról oraz efektywną komunikację, która pozwoli na osiągnięcia sukcesu w realizacji postawionych celów badawczych (Kowalik i in., 2019).



Rysunek 16. Schemat przebiegu metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu - widok ogólny

Opracowanie własne

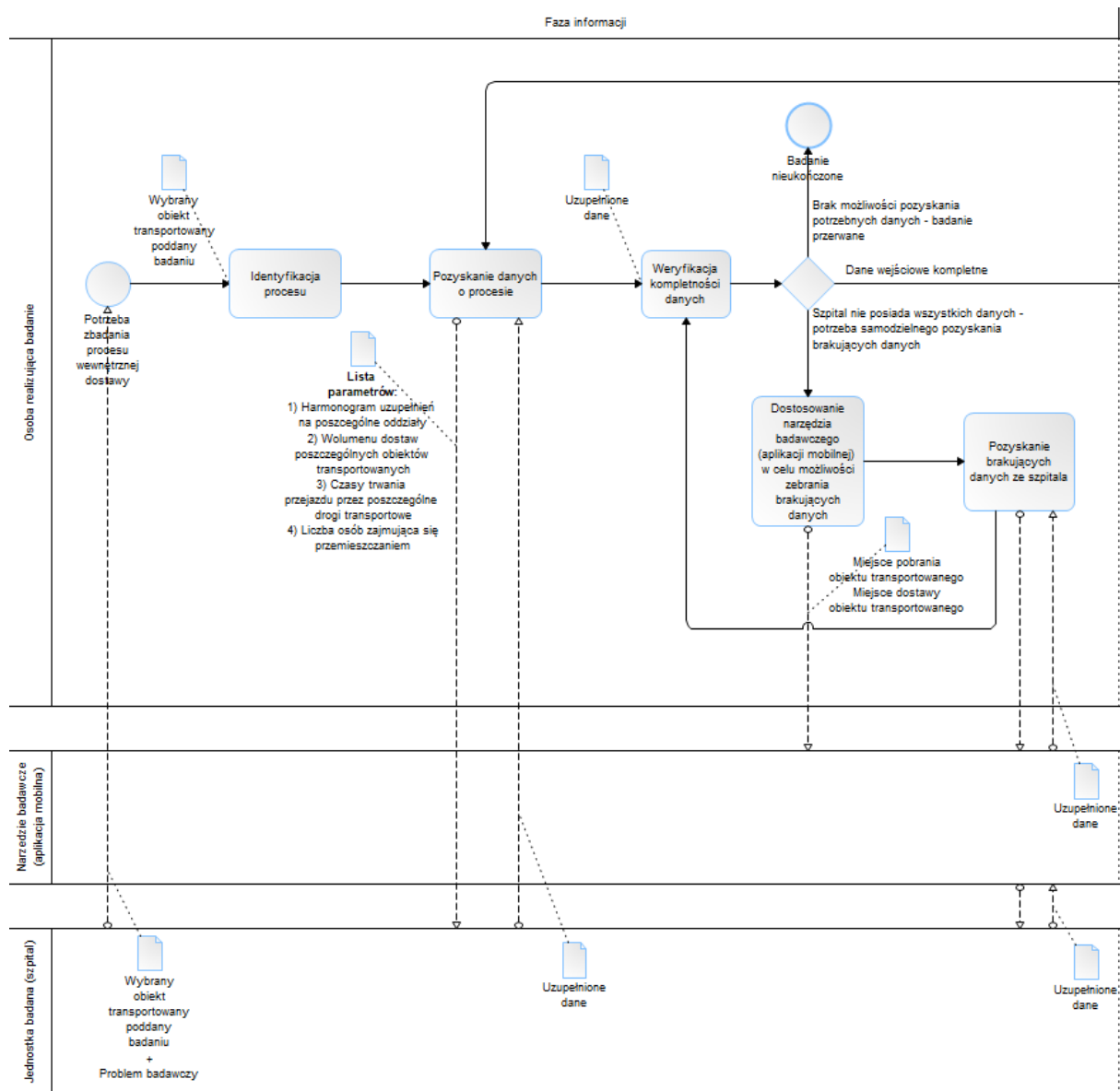
5.2 Faza I metody – pozyskiwania informacji

Pierwsza faza badania (Rysunek 17) związana jest z pozyskaniem kompleksowych informacji o analizowanym procesie, umożliwiających budowę modelu symulacyjnego. W tym celu niezbędna jest identyfikacja analizowanego procesu pod kątem czynności, zdarzeń i punktów decyzyjnych i ograniczeń występujących w tym procesie. Niezbędne jest również przeprowadzenie wizji lokalnej badanego procesu oraz wywiadów z osobami bezpośrednio zaangażowanymi w realizację procesu. Na tej podstawie ekspert metodyczny powinien sporządzić listę parametrów, dla których konieczne jest pozyskanie szczegółowych danych, a następnie przekazać ją do ekspertów dziedzinowych, w celu pozyskania i wprowadzenia wartości dla tych parametrów. Z uwagi na to, że stosowana metoda badania procesu wewnętrznej dostawy zakłada wykorzystanie symulacji zdarzeń dyskretnych, typowymi parametrami, które należy pozyskać, są parametry związane między innymi z (Mielczarek, 2009):

- czasem realizacji zidentyfikowanych czynności procesowych,
- harmonogramem dostaw do poszczególnych miejsc docelowych,
- wolumenem dostaw wewnętrznych wybranych obiektów transportowanych,
- liczbą osób, zajmujących się procesem przemieszczania.

W momencie uzyskania wartości wskazanych parametrów od ekspertów dziedzinowych następuje weryfikacja ich kompletności. W przypadku pozyskania pełnego zakresu danych, badanie może zostać kontynuowane i można przejść do kolejnej fazy, która jest zorientowana na budowę modelu symulacyjnego. Natomiast w przypadku stwierdzenia braków w kompletności danych, osoba przeprowadzająca badanie musi podjąć decyzję, czy możliwe jest samodzielne pozyskanie brakujących danych, czy też nie ma takiej możliwości i badanie musi zostać przerwane. W sytuacji, gdy ekspert metodyczny odpowiedzialny za realizację badania zdecyduje się je kontynuować, będzie mógł w tym celu wykorzystać narzędzie badawcze, które zostało opracowane na potrzeby niniejszej rozprawy. Celem opracowanego narzędzia – aplikacji mobilnej jest usprawnienie procesu samodzielnego gromadzenia brakujących danych o badanym procesie. Wspomniana aplikacja została opracowana przy użyciu platformy Appsheet stworzonej przez firmę Google LLC. Platforma ta, jest wiodącym dostawcą oprogramowania do tworzenia aplikacji no-code (*Helping Businesses Create and Extend Applications without Coding*, 2023). Umożliwia ona tworzenia aplikacji mobilnych bez użyciu kodu programistycznego (no-code application). Oparta jest o zasadę „przeciągnij i upuść” poszczególnych elementów, a następnie dodanie im logiki działania (Woo, 2020). Zaletą tego typu rozwiązania jest przede wszystkim czas realizacji tworzenia aplikacji

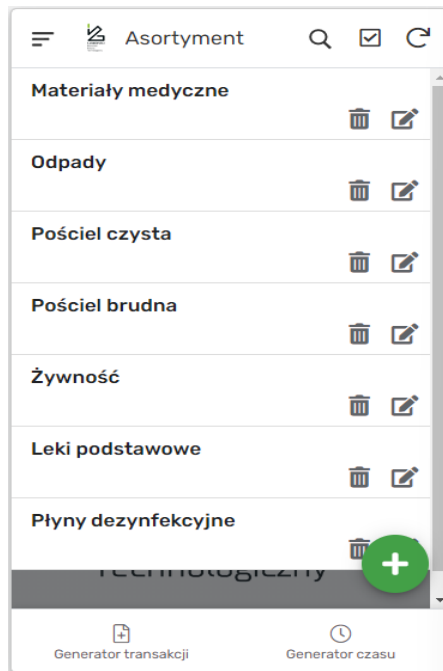
mobilnej, szybkość adaptacji rozwiązania do bieżących uwarunkowań oraz łatwość nauki oprogramowania (Nowak i in., 2022; Sufi, 2023). Perspektywa wykorzystania opracowanego narzędzia badawczego, umożliwi spełnieniu drugiego kluczowego aspektu kompleksowości realizacji badania procesu jaką jest: możliwość zbierania niezbędnych danych (parametrów procesowych), z wykorzystaniem prostego do adaptacji narzędzia badawczego.



Rysunek 17. Faza I metody - pozyskiwania informacji – widok szczegółowy
Opracowanie własne

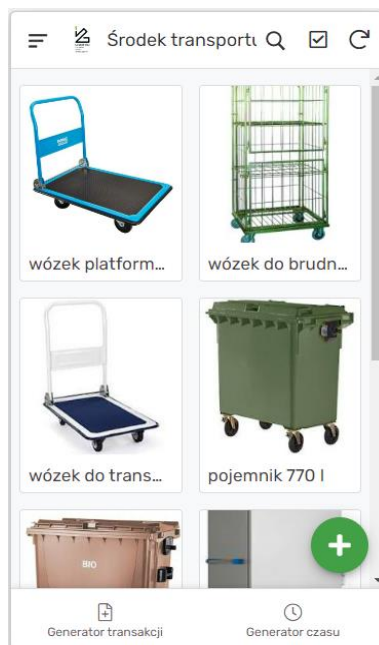
Opracowana aplikacja mobilna składa się z czterech modułów, które zostały zaprojektowane w taki sposób, aby umożliwić pozyskanie kompleksowych danych, niezbędnych do budowy modelu symulacyjnego procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Moduł I – asortyment (Rysunek 18), został opracowany w celu pozyskania informacji o obiektach transportowanych, które będą uwzględnione w badanym procesie.



*Rysunek 18. Moduł I aplikacji
Opracowanie własne*

Moduł II – środki transportu (Rysunek 19), został opracowany w celu pozyskiwania danych o środkach transportu, którymi realizowane są wewnętrzne dostawy oraz liczbie miejsc, jakie zajmują w windzie w przeliczeniu na jedną osobę.



*Rysunek 19. Moduł II aplikacji
Opracowanie własne*

Moduł III - generator transakcji (Rysunek 20), to moduł, który umożliwia zbieranie informacji o występujących transakcjach procesowych (objektach transportowanych). W tym module mogą być zbierane szczegółowe dane, dotyczące określonych obiektów transportowanych

w ujęciu: dzień tygodnia realizowanej dostawy, nazwa budynku startowego, budynku docelowego, rodzaj środka transportu, wykorzystywanego do przemieszczania wskazanych obiektów oraz częstotliwość dostaw.

← Generator Form

2: Asortyment*

Materiały medyczne

Odpady Pościel czysta

Pościel brudna Żywność

Leki podstawowe

Płyny dezynfekcyjne

3: Budynek_startowy

C

4: Piętro_startowe*

Cancel Save

Rysunek 20. Moduł III aplikacji

Opracowanie własne

Moduł IV – generator czasu (Rysunek 21), zaprojektowany został w celu umożliwienia gromadzenia danych o czasach przemieszczania się pomiędzy zdefiniowanym miejscem początkowym, a miejscem końcowym.

← Generator czasu Form

2: Miejsce początkowe*

Winda A

3: Czas przejazdu*

2023-04-22 20:50:17

4: Miejsce końcowe*

Winda E

5: Koniec przejazdu*

2023-04-22 20:50:20

Cancel Save

Rysunek 21. Moduł IV aplikacji

Opracowanie własne

W przypadku, gdy osoba realizująca badanie zdecyduje się wykorzystać opracowane narzędzie badawcze, rekomenduje się, aby procedura pozyskiwania brakujących danych odbywała się zgodnie z standardową procedurą. W trakcie realizacji wybranego procesu wewnętrznej dostawy w szpitalu, ekspert metodyczny powinien towarzyszyć osobie odpowiedzialnej za wewnętrzną dostawę i w trakcie obserwacji tego procesu powinien w narzędziu badawczym zaznaczać miejsce i czas rozpoczęcia oraz zakończenia przejazdu do poszczególnych oddziałów. Przebieg wskazanej procedury zbierania danych jest istotny z tego względu, że w przypadku, gdyby to Goniec w trakcie realizacji swoich zadań również zbierał informację o czasach ich realizacji, sytuacja ta mogłaby wpłynąć na uzyskane wyniki pomiarowe (spowolnienie realizacji zadań przez konieczność obsługi narzędzia badawczego). Gdy osoba realizująca badanie zakończy zadanie, związane z samodzielnym pozyskaniem brakujących danych, konieczne jest, aby dokonała ona ponownej weryfikacji kompletności uzyskanych danych. W sytuacji, gdy pozyskane dane będą kompletne, należy kontynuować realizację badania. Natomiast w sytuacji, gdy nie uda się uzyskać wymaganych danych, rekomenduje się przerwanie badania. Rekomendacja ta związana jest z tym, że budowa modelu symulacyjnego w oparciu o niekompletne dane może uniemożliwić prawidłowe odwzorowanie modelowanej rzeczywistości bądź też skutkować może uzyskiwaniem niewiarygodnym wyników.

5.3 Faza II metody – modelowania procesu

Druga faza opracowanej metody (Rysunek 22) związana jest z budową, a następnie weryfikacją i walidacją modelu symulacyjnego. Niniejsza faza zakłada sekwencyjną realizację następujących zadań: budowa modelu procesu wewnętrznej dostawy dla wybranych obiektów transportowanych, parametryzacja modelu, weryfikacja opracowanego modelu, wybór wskaźników efektywności, umożliwiających walidację zbudowanego modelu, przeprowadzenie symulacji procesu dla scenariusza bazowego oraz walidacja modelu symulacyjnego.

Pierwszym zadaniem w tej fazie badania jest budowa modelu symulacyjnego procesu wewnętrznej dostawy w szpitalu dla wybranych obiektów transportowanych. Celem modelowania procesu jest odzwierciedlenie stanu rzeczywistego przebiegu procesu, z uwzględnieniem przepływów fizycznych oraz informacyjnych (Avila i in., 2020). Projektowanie modelu powinno opierać się o realizację następujących kroków:

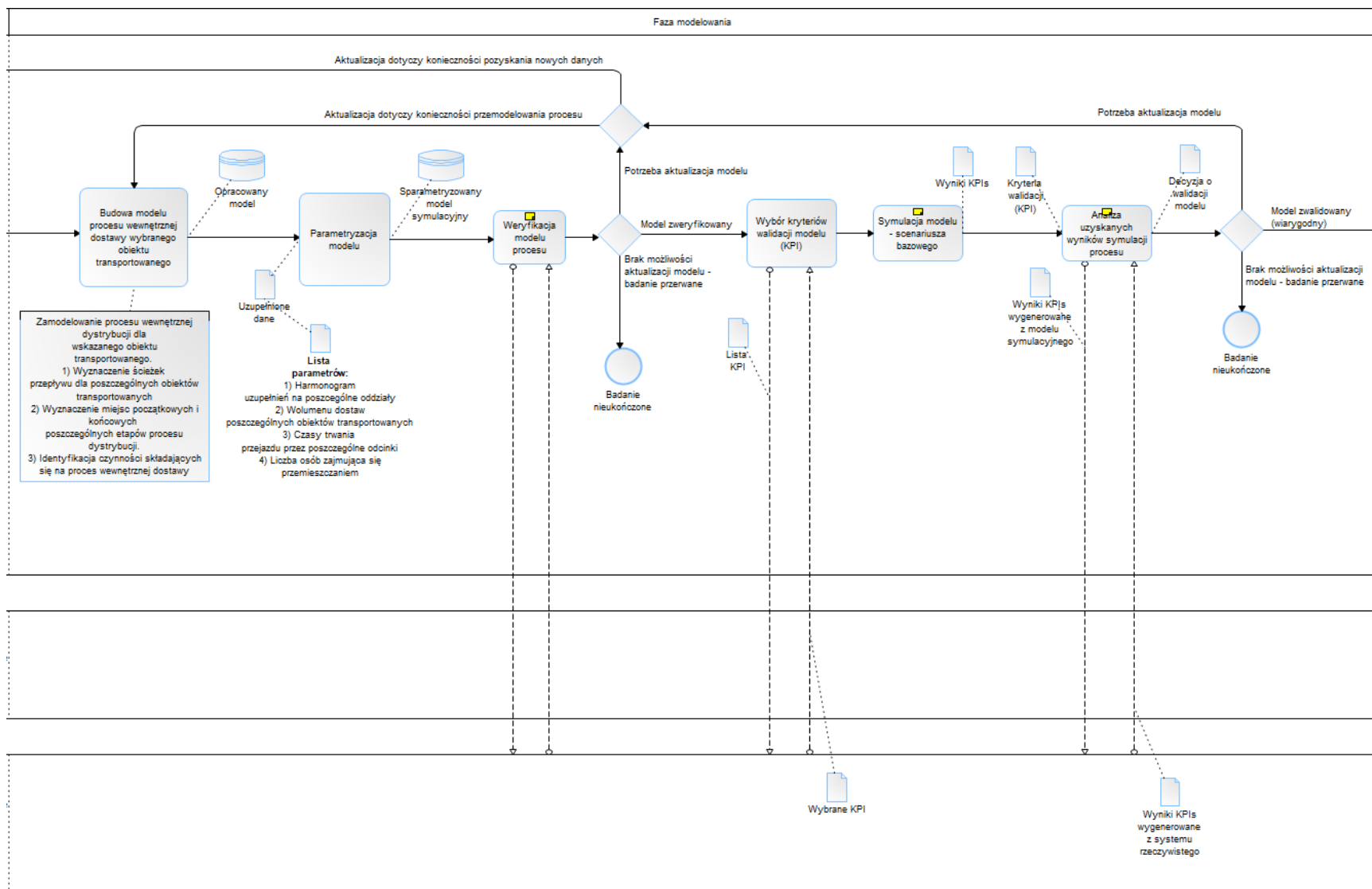
- zidentyfikowanie czynności, składających się na proces wewnętrznej dostawy,
- wyznaczenie ścieżek przepływu dla wybranych obiektów transportowanych,
- wyznaczenie miejsc początkowych i końcowych poszczególnych etapów badanego procesu,

- zidentyfikowanie punktów decyzyjnych, determinujących przebieg badanego procesu.

Założeniem opracowanej metody jest to, aby na etapie modelowania procesu wewnętrznej dostawy uwzględnić nie tylko sam proces przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych, ale także procesy bezpośrednio z nim powiązane, takie jak proces wydania z punktu początkowego oraz przekazania do miejsca docelowego. Poprzez uwzględnienie procesów powiązanych możliwe będzie uchwycenie całościowej realizacji procesu wewnętrznej dostawy, wraz z zachodzącymi zależnościami. Zaproponowane granice modelowanego procesu, umożliwią uwzględnienie trzeciego aspektu kompleksowości realizacji metody: możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych, takich jak proces wydania z punktu początkowego oraz przekazania do miejsca docelowego.

W związku z tym, że opracowana metoda zakłada wykorzystanie modelowania symulacyjnego procesów, budowa modelu procesu powinna być ukierunkowana na jego zaprojektowanie, w kontekście możliwości przeprowadzenia na nim testów symulacyjnych. Z uwagi na to, że na etapie wyboru metody modelowania symulacyjnego procesów (szczegółowo opisanej w podrozdziale 4.3), została wybrana metoda oparta o symulację zdarzeń dyskretnych, determinuje to także wybór odpowiedniej notacji, która będzie wykorzystywana do modelowania procesu. Notacją, która jest rekomendowana przez autora metody do modelowania procesów jest standard BPMN 2.0. Decyzja ta podyktowana jest następującymi przesłankami (Drejewicz, 2012; Kassim i in., 2022; Misiak, 2023; Nowak, 2023):

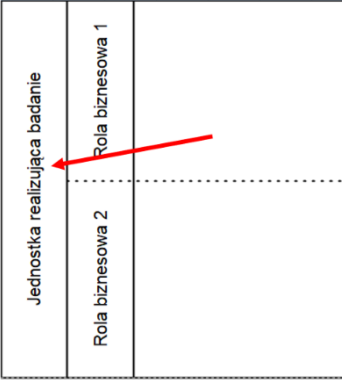
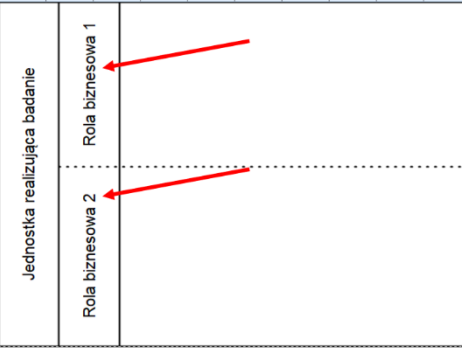
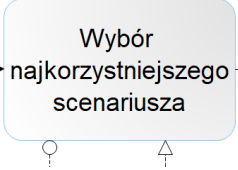
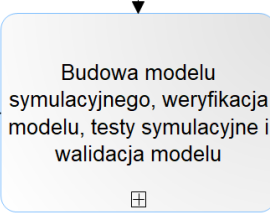
- standard ten jest jednym z najpopularniejszych standardów służących do opisu procesów biznesowych,
- umożliwia łatwą interpretację modeli procesowych, zarówno przez ekspertów w dziedzinie procesów, jak i przez osoby, które analizują je po raz pierwszy,
- obejmuje zestaw symboli, które umożliwiają klarowne i jednoznaczne przedstawienie nawet skomplikowanych procesów.

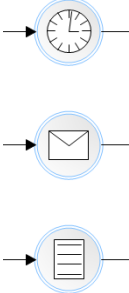


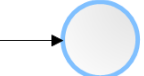






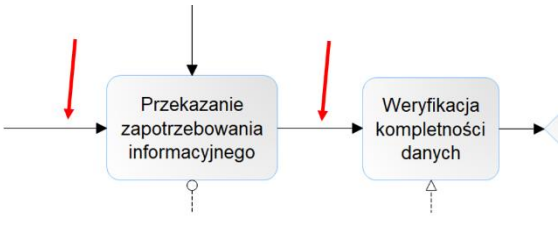
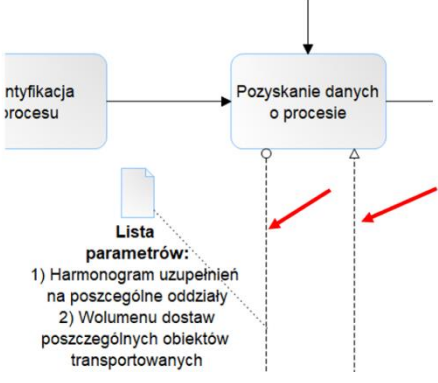
Rysunek 22. Faza II metody - modelowania procesu – widok szczegółowy
Opracowanie własne

Poniżej, w tabeli 13. przedstawiono najczęściej stosowane elementy standardu BPMN 2.0 wraz z ich opisami, które posłużą do zbudowania modelu symulacyjnego procesu wewnętrznej dostawy w szpitalu. (Aagesen i Krogstie, 2015; Avila i in., 2020; Misiak, 2023; Object Management Group, 2013)

Tabela 13. Elementy standardu BPMN 2.0. najczęściej stosowane podczas modelowania procesów.

Element standardu	Opis	Graficzna prezentacja
Basen	To graficzna prezentacja Uczestnika procesu. Uczestnikiem może być np. firma lub przedstawiony w bardziej ogólny sposób np. jako Klient, Dostawca.	
Tor	Rola biznesowa, realizująca czynności w procesie.	
Zadanie	Podstawowa czynność, związana z realizacją pracy w procesie.	
Podproces osadzony	Przedstawiany jest jako symbol ze znakiem plusa, wskazującym, że czynność jest procesem nadrzędnym, który ma swoje uszczegółowienie na odrębnym diagramie.	

Element standardu	Opis	Graficzna prezentacja
Zdarzenie	Zdarzenie to coś, co „wydarza się” w trakcie Procesu. Zdarzenia wpływają na przepływ modelu i zwykle mają przyczynę (Wyzwalacz) lub wpływ (Wynik). Zdarzenia to okręgi z otwartymi środkami, umożliwiające wewnętrznym znacznikom rozróżnienie różnych wyzwalaczy lub wyników. Istnieją trzy typy zdarzeń, w zależności od tego, kiedy wpływają na przepływ: początkowe, pośrednie i końcowe.	
Zdarzenie początkowe	Wstawiane na początku procesu, informujące o rozpoczęciu danego procesu.	 <p>Potrzeba zbadania logistyki wewnętrznej</p>
Zdarzenie pośrednie	Występują pomiędzy początkiem a końcem danego procesu (w trakcie trwania procesu).	 <p>Oczekiwanie</p>
Zdarzenie końcowe	Występują na końcu danego procesu, informują o zakończeniu realizacji procesu.	 <p>Zbadany proces wewnętrznej dostawy i wybrany najkorzystniejszy scenariusz zmiany</p>
Zdarzenie typu sygnał	Może występować w dwóch formach: sygnału wysyłającego oraz sygnału odbierającego. Ten rodzaj zdarzenia może uruchamiać wiele procesów jednocześnie.	

Element standardu	Opis	Graficzna prezentacja
Zdarzenie typu wiadomość	Ten rodzaj zdarzenia może występować w dwóch formach: zdarzenia odbierającego komunikat oraz zdarzenia emitującego komunikat. Zdarzenie to informuje o nadejściu wiadomości z innego basenu (organizacji) lub inicjuje wysłanie informacji do innego basenu (organizacji).	
Zdarzenie typu regulator czasowy	Informuje o regule czasowej uruchamiającej/ kontynuującej proces/ wstrzymującej proces. Mogą występować trzy typy tego zdarzenia: wzbudzające proces o określonej godzinie – np. 9:00, odraczające realizację procesu – np. o pięć godzin oraz uruchamiające kontynuację procesu w określonym cyklu – np. w każdy wtorek o godzinie 15:00.	
Zdarzenie typu reguła biznesowa	Wyzwala/ wstrzymuje dany proces, w momencie, gdy spełniony zostanie określony warunek (reguła biznesowa).	
Przeływ sekwencji	Odzwiera przepływ fizyczny pomiędzy elementami procesu wewnątrz danej organizacji.	
Przeływ wiadomości	Ukazuje przepływ informacji pomiędzy różnymi podmiotami (basenami) w danym procesie.	 <p>Lista parametrów: 1) Harmonogram uzupełnień na poszczególne oddziały 2) Wolumenu dostaw poszczególnych obiektów transportowanych</p>

Element standardu	Opis	Graficzna prezentacja
Bramka wykluczająca	To bramka logiczna mówiąca o decyzji, wpływającej na przebieg procesu. W przypadku bramki wykluczającej, transakcja przechodząca przez proces może wyjść z tej bramki tylko i wyłącznie jednym wyjściem.	
Bramka sterowana zdarzeniami	Bramka, która warunkuje dalszy przebieg procesu w zależności od tego, które ze zdefiniowanych zdarzeń wystąpiło jako pierwsze.	

Opracowanie własne na podstawie (Misiak, 2023; Object Management Group, 2013)

W momencie, gdy zostanie opracowany model obecnie realizowanego procesu wewnętrznej dostawy, należy przejść do zadania związanego z jego parametryzacją. Parametryzacja modelu powinna być zrealizowana poprzez wprowadzenie do niego wartości parametrów, które zostały pozyskane w pierwszej fazie badania. Po sparametryzowaniu modelu należy przejść do kolejnego zadania w tej fazie, związanego z weryfikacją zbudowanego modelu symulacyjnego.

Weryfikacja modelu dokonywana będzie pod kątem tego, czy wykonany model symulacyjny poprawnie odwzorowuje rzeczywisty przebieg analizowanego procesu (Karkula, 2012). Podstawą do dokonania weryfikacji modelu symulacyjnego jest odpowiedź na pytania, sformułowane przez eksperta metodycznego, które mają na celu porównanie przebiegu opracowanego modelu symulacyjnego z jego przebiegiem rzeczywistym. Odpowiedzi umożliwią ocenę poprawności modelu lub pozwolą wykryć niezbędne do skorygowania rozbieżności. Przykładowy zestaw pytań, wspierających weryfikację modelu, przedstawia się w następujący sposób:

- Czy na modelu zawarte są wszystkie zdarzenia, zidentyfikowane w procesie?
- Czy czynności, zdarzenia oraz punkty decyzyjne, przedstawione na modelu są odwzorowane we właściwej kolejności i z właściwą logiką?
- Czy udało się poprawnie uwzględnić w modelu wszystkie parametry opisujące czynności, zdarzenia oraz punkty decyzyjne? (Karkula, 2012; Mielczarek, 2009).

Po przeprowadzeniu procesu weryfikacyjnego następuje moment decyzyjny, który determinuje dalszy przebieg realizacji badania. Gdy weryfikacja modelu zakończy się pozytywnie, następuje przejście do kolejnego zadania w tej fazie, związanego z wyborem wskaźników efektywności, na podstawie których przeprowadzana będzie walidacja opracowanego modelu symulacyjnego. Natomiast w przypadku negatywnej weryfikacji są dwie ewentualności. Pierwsza zakłada możliwość aktualizacji modelu. Aktualizacja ta może dotyczyć konieczności przemodelowania procesu, bądź też może być związana z koniecznością pozyskania dodatkowych parametrów procesowych. Alternatywa zakłada, że nie ma możliwości aktualizacji modelu – nie udało się odzwierciedlić modelu z niezbędną precyzją i nie ma możliwości pozyskania brakujących danych ze szpitala. W takim przypadku badanie nie może zostać kontynuowane i należy je zakończyć z negatywnym wynikiem. Negatywne zakończenie badania wynika wprost z przyjętego założenia, że każda kolejna faza badania wymaga wykorzystania rezultatów fazy poprzedzającej.

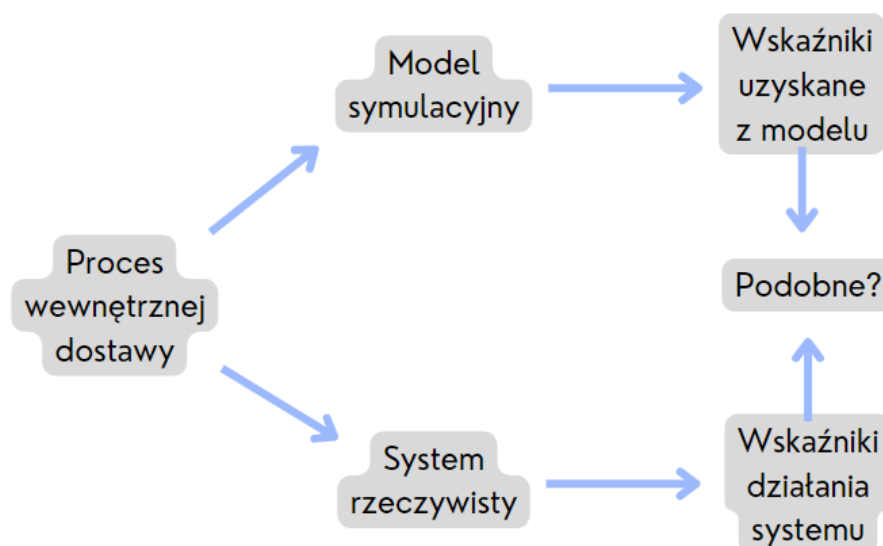
Wybór wskaźników efektywności dla badanego procesu to, zgodnie z opracowaną metodą, kolejne zadanie badawcze. Dobór odpowiednich wskaźników jest bardzo istotny, ponieważ to na ich podstawie dokonywana będzie walidacja opracowanego modelu symulacyjnego. Zaproponowana metoda zakłada, że ekspert metodyczny przekazuje do badanego podmiotu listę KPI, które możliwe są do wygenerowania z modelu symulacyjnego. Następnie ekspert metodyczny i eksperci dziedzinowi wspólnie wybierają z listy te wskaźniki, dla których możliwe będzie pozyskanie wartości z systemu rzeczywistego. Przykładowy zestaw wskaźników, w oparciu o które można przeprowadzić walidację modelu, przedstawia się następująco:

- KPI 1 - czas pracy wewnętrznych dostaw,
- KPI 2 - czas oczekiwania związany z wewnętrznymi dostawami,
- KPI 3 - czas cyklu wewnętrznych dostaw,
- KPI 4 - zaangażowanie zasobów osobowych realizujących proces wewnętrznej dostawy,
- KPI 5 – On Time In Full (OTIF) wewnętrznych dostaw.

Kolejne zadanie w ramach fazy modelowania procesu ma na celu wykazanie, że opracowany model charakteryzuje się wystarczającą dokładnością, aby prowadzić na jego bazie dalsze, założone prace badawcze. Sprawdzenie to odbywa się poprzez porównanie wartości wskaźników efektywności uzyskanych z modelu symulacyjnego z wartościami wskaźników, pozyskanymi z rzeczywistego systemu. W przypadku otrzymania zgodności wartości wybranych wskaźników, można przyjąć, że opracowany model jest wiarygodny. Potwierdzenie

wiarygodności modelu jest kluczowe, ponieważ tylko z pomocą wiarygodnego modelu można precyzyjnie opisywać zjawiska, zachodzące w rzeczywistym systemie, co umożliwia lepsze zrozumienie jego funkcjonowania, możliwość prognozowania przyszłych zmian oraz zdolność do podejmowania bardziej świadomych decyzji na podstawie modelu i uzyskiwanych z niego wyników (Karkula, 2012; Mielczarek, 2009). W sytuacji, gdy uzyskane wartości wskaźników z modelu symulacyjnego nie są tożsame z wartościami wskaźników, pozyskanymi z systemu rzeczywistego, należy rozważyć dwie alternatywne dalsze ścieżki postępowania. Pierwsza z nich zakłada możliwość aktualizacji modelu. Aktualizacja, analogicznie jak na etapie weryfikacji modelu, może dotyczyć konieczności rekonstrukcji procesu lub może wiązać się z potrzebą zdobycia dodatkowych danych procesowych. Druga ewentualność natomiast zakłada, że aktualizacja modelu nie jest możliwa, ponieważ nie udało się z wystarczającą precyzją odwzorować wewnętrznego procesu dostawy w formie modelu symulacyjnego i nie jest możliwe pozyskanie brakujących danych ze szpitala. W takiej sytuacji badanie nie może być dalej prowadzone i musi zakończyć się z rezultatem negatywnym. Uwzględnienie w opracowanej metodzie elementów symulacji procesów, przyczyni się do możliwości uwzględnienia czwartego kluczowego aspektu kompleksowości realizacji badania, związanej z możliwością badania efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności.

Ogólną ideę walidacji modelu symulacyjnego dla procesu wewnętrznej dostawy przedstawiono na rysunku 23.



Rysunek 23. Ogólna idea walidacji modelu
Opracowanie własne na podstawie (Mielczarek, 2009)

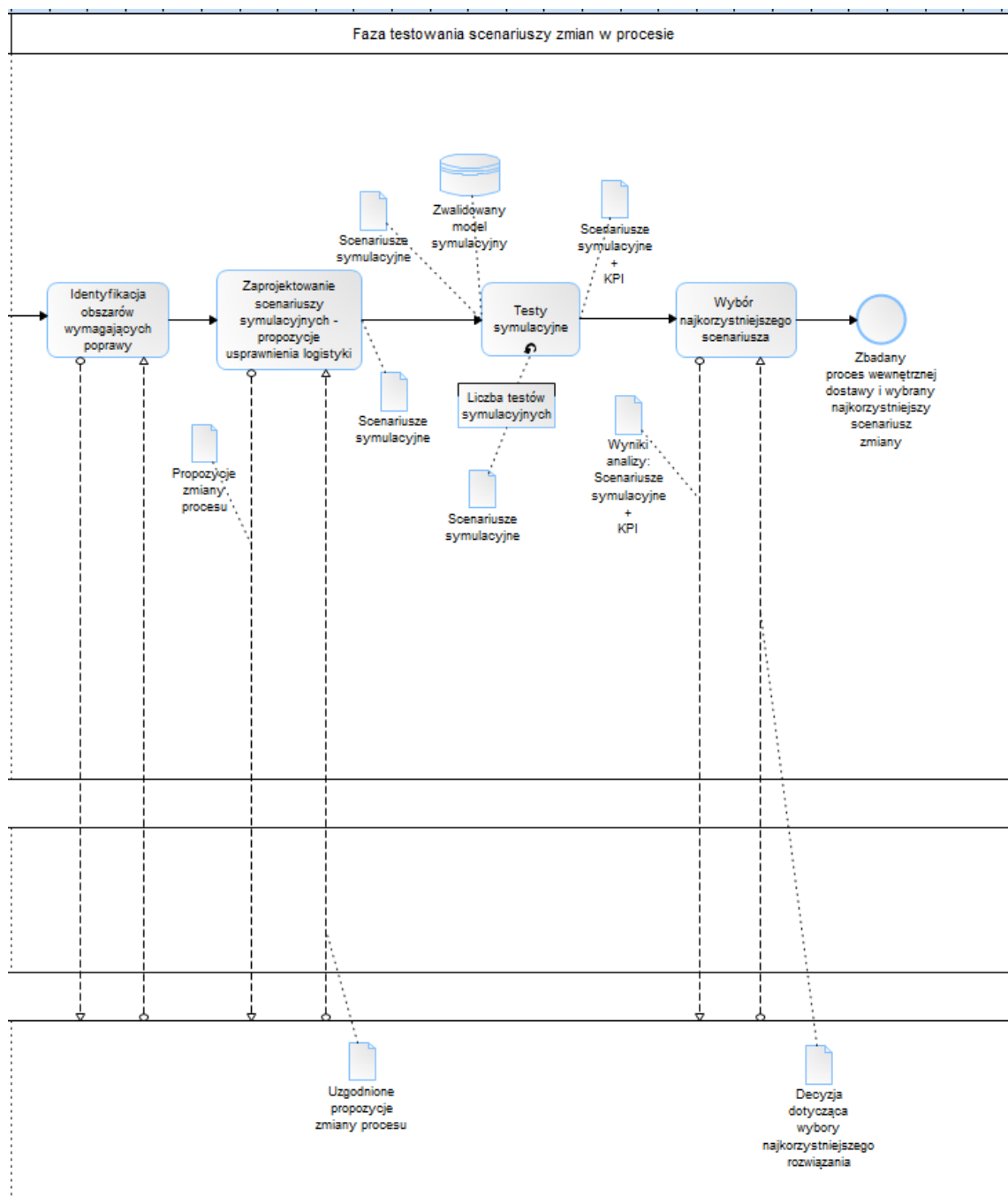
5.4 Faza III metody – testowania scenariuszy zmian w procesie

Ostatnia faza zaproponowanej metody związana jest z testowaniem różnych scenariuszy zmian w opracowanym modelu symulacyjnym (Rysunek 24). Powołując się na Nowak (2023) przyjęto następujący zbiór działań do wykonania:

- identyfikacja obszarów w badanym procesie, które wymagają poprawy,
- projektowanie scenariusza zmiany procesu, zawierającego propozycję jego usprawnienia,
- przeprowadzenie testów symulacyjnych dla opracowanego rozwiązania,
- wybór najkorzystniejszego scenariusza procesowego.

Zgodnie z założeniami, pierwsze zadanie w III fazie opracowanej metody to identyfikacja obszarów w analizowanym procesie, które należy przeprojektować, aby osiągnąć założony cel badania. Zadanie to wymaga szczegółowego przeanalizowania zamodelowanego procesu pod kątem występowania wąskich gardeł oraz obecnych ograniczeń (Zaleska, 2018). Istotne jest, aby identyfikacja obszarów procesu, wymagających wprowadzenia zmian, odnosiła się do problemu, który został zdiagnozowany na początku badania. Rekomenduje się, aby na tym etapie prac wykorzystać dostępne narzędzia badawcze, ułatwiające identyfikację tych obszarów. Pomocne w tym celu mogą być: burza mózgów (Brainstorming), analiza porównawcza (Benchmarking) czy też ankiety i opinie zebrane od pracowników bezpośrednio zaangażowanych w realizację badanego procesu (Marcinek, 2011; Wojciechowska, 2006).

W momencie zdiagnozowania obszarów wymagających poprawy, należy przejść do kolejnego zadania w tej fazie badania, czyli do zaprojektowania nowej wersji procesu. Docelowa wersja procesu powinna uwzględniać zaproponowane usprawnienia, które będą umożliwiały rozwiązanie postawionego problemu badawczego (Ragin-Skorecka i Nowak, 2017). Koncepcja ta powinna zostać zaprojektowana poprzez naniesienie proponowanych zmian na model obecnie realizowanego procesu. Następnie w oprogramowaniu do symulacji procesów należy wprowadzić wartości parametrów dla nowych i zmodyfikowanych elementów procesu (czynności, zdarzeń i bramek decyzyjnych).



Rysunek 24. Faza III metody - testowanie scenariuszy zmian w procesie – widok szczegółowy
Opracowanie własne

W oparciu o zaprojektowaną docelową wersję procesu, należy przeprowadzić dla niej symulację w środowisku komputerowym. Dzięki symulacji procesu docelowego możliwe będzie ocenienie skutków planowanych zmian jeszcze przed ich implementacją. Dokonanie oceny zaprojektowanego rozwiązania jest realizowane poprzez porównanie wartości wskaźników efektywności, uzyskanych z modelu symulacyjnego dla stanu obecnego z wartościami wskaźników, wygenerowanymi z modelu uwzględniającego propozycję usprawnienia procesu. Istotne jest, aby porównanie to odbywało się w oparciu o te same

Kluczowe Wskaźniki Efektywności dla stanu obecnego i docelowego (Choudhary i Riaz, 2023). Zgodnie z opracowaną metodą badania należy przeprowadzić tyle testów symulacyjnych, ile zaprojektowano scenariuszy zmian procesu.

Ostatnim zadaniem w ramach realizacji III fazy badania jest działanie związane z wyborem najkorzystniejszego scenariusza docelowego przebiegu procesu. W oparciu o zaprojektowane scenariusze oraz uzyskane dla nich wartości KPI, jednostka w której realizowane jest badanie podejmuje decyzję, dotyczącą wyboru najkorzystniejszego dla niej rozwiązania. Wybór ten przeprowadzony jest w oparciu o analizę porównawczą wyników, uzyskanych w ramach przeprowadzonych prac badawczych. Na etapie podejmowania decyzji ważne jest także, aby szpital wziął pod uwagę szanse i ryzyka, płynące z wdrożenia każdej z proponowanych zmian. Istotnym parametrem, który powinien zostać rozważony na etapie wyboru docelowego wariantu realizacji procesu powinien być też czas potrzebny na implementację zmian. W dalszej kolejności, po wyborze nowego sposobu funkcjonowania procesu, jednostka w której wdrażana jest zmiana powinna opracować harmonogram wdrożenia planowanej zmiany oraz zapewnić odpowiednią komunikację, która stanowi klucz do skutecznego prowadzenia procesu zmiany w organizacji (Makumbe, 2016; Polok i in., 2018).

Przeprowadzone prace związane z realizacją zadania szóstego (Z6): zdefiniowanie kroków postępowania dla opracowanej metody, pozwoliły udzielić odpowiedzi na trzecie pytanie badawcze (Pb3): Jakie fazy realizacji należy uwzględnić podczas kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu? Zgodnie z powyżej przedstawionymi rezultatami należy stwierdzić, że opracowano metodę, która swoim przedmiotowym zakresem będzie uwzględniała wszystkie zdefiniowane aspekty kompleksowości realizacji badania procesów w szpitalu.

6 Prace wdrożeniowe opracowanego rozwiązania

6.1 Miejsce przeprowadzonych badań i przygotowanie do badania

W celu potwierdzenia możliwości praktycznego zastosowania opracowanej metody, która jest przedmiotem rozważań niniejszej rozprawy doktorskiej, przeprowadzono jej weryfikację i walidację w jednym ze szpitali w Polsce. Badanie zrealizowane zostało w okresie od 20/06/2023 r. do 31/12/2023 r.

Przed przystąpieniem do badania niezbędne było pozyskanie odpowiedzi od podmiotu, w którym realizowane było badanie na dwa pytania. Pierwsze pytanie brzmiało: Co chcemy badać? Natomiast drugie pytanie zostało sformułowane w następującej postaci: Jaki problem chcemy rozwiązać? W związku z powyższym, pierwszym krokiem podczas realizacji badania w szpitalu był wybór przedmiotu badań, w tym przypadku przedmiot badań dotyczył wyboru odpowiednich obiektów transportowanych, dla których zostały przeanalizowane procesy ich wewnętrznych dostaw. Kryterium, które wzięto pod uwagę podczas wyboru obiektów transportowanych związane było z bieżącymi potrzebami szpitala w zakresie identyfikacji stanu obecnie realizowanych procesów wewnętrznych dostaw, dostrzeżeniem potencjału do usprawnienia w tych obszarach oraz potrzebą przetestowania w nich zmian. W tym celu, wspólnie z przedstawicielami szpitala, zdecydowano się poddać walidacji opracowaną metodę badawczą, bazując na analizie procesów przepływu czterech rodzajów obiektów transportowanych. Były to:

- leki cytotoksyczne,
- produkty lecznicze gotowe,
- wyroby medyczne,
- żywienie pozajelitowe.

Gdy dokonano wyboru grup obiektów transportowanych (przedmiotu badań), dla których realizowane było badanie, sformułowano problemy zidentyfikowane dla każdego z analizowanych procesów oraz wyznaczono cele w kontekście rozwiązania danego problemu. Wyznaczone problemy i cele wraz z przypisaniem ich do wskazanych procesów zostały przedstawione w tabeli 14. Zgodnie z przyjętą metodą badawczą określono jednoznacznie zakres i granice dla każdego powyższego procesu. Każdy z procesów rozpoczynał się przyjęciem przez osobę zajmującą się przemieszczaniem obiektów transportowanych w aptecce centralnej/ magazynie wyrobów medycznych, a kończył się na ich wydaniu w oddziale

docelowym, co pozwoliło na identyfikację 3 standardowych podprocesów: przyjęcie, przemieszczenie, wydanie.

Tabela 14. Zidentyfikowane problemy i wyznaczone cele wraz z przypisaniem ich do badanych procesów.

Nazwa procesu	Problem	Cel
Proces wewnętrznych dostaw leków cytotoksycznych	Zbyt dużo dokumentacji w procesie jest w formie papierowej.	Wyeliminowanie/ograniczenie dokumentacji papierowej w trakcie realizacji tego procesu.
Proces wewnętrznych dostaw produktów leczniczych gotowych	Brak dostępu do informacji o lokalizacji leku w czasie rzeczywistym.	Dostęp do informacji o obecnej lokalizacji leku w czasie rzeczywistym.
Proces wewnętrznych dostaw wyrobów medycznych	Zbyt duża liczba zasobów zaangażowanych w realizację procesu.	Ograniczenie liczby zasobów osobowych zaangażowanych w realizację procesu bez wydłużenia czasu jego trwania.
Proces wewnętrznych dostaw żywienia pozajelitowego	Zbyt dużo dokumentacji w procesie jest w formie papierowej.	Wyeliminowanie/ograniczenie dokumentacji papierowej w trakcie realizacji tego procesu.

Opracowanie własne

6.2 Procesy poddane badaniu

Badanie procesu wewnętrznych dostaw leków cytotoksycznych

Zgodnie z przyjętą metodą pierwsza faza badania polegała na pozyskaniu zestawu szczegółowych informacji od pracowników szpitala, umożliwiających budowę, a w dalszej kolejności symulację opracowanego modelu procesu wewnętrznych dostaw leków cytotoksycznych. W tym celu, przeanalizowano obecnie realizowany proces pod kątem: ścieżek przepływu, miejsc rozpoczęcia i zakończenia realizacji procesu oraz czynności, których realizacja jest niezbędna do ukończenia procesu. Analiza wspomnianych elementów umożliwiła opracowanie listy niezbędnych parametrów, która następnie została przekazana do podmiotu, w którym realizowane było badanie, w celu wprowadzenia obecnych wartości dla tych parametrów. Parametry dotyczyły następujących aspektów:

- liczba i częstotliwość dostaw leków cytotoksycznych na poszczególne oddziały,
- czasy trwania przejazdu przez poszczególne drogi transportowe,

- liczba osób zajmująca się procesem wewnętrznych dostaw leków cytotoksycznych.

Na podstawie uzyskanych odpowiedzi nastąpiła weryfikacja kompletności dostępnych danych, pod kątem możliwości budowy modelu symulacyjnego. Analiza ta wykazała, że szpital w swoich zasobach nie posiadał kompletnych danych. Brakowało między innymi informacji o wartościach parametrów, związanych z czasami przemieszczania się Gońca z apteki centralnej do oddziałów docelowych. W związku z tym, niezbędne było dostosowanie narzędzia badawczego, w celu zebrania brakujących danych. Dostosowanie to związane było z dodaniem do aplikacji mobilnej list miejsc pobrania oraz miejsc dostawy leków cytotoksycznych w szpitalu, z możliwością odnotowania „stempla czasu” dla każdej lokalizacji. Pozyskiwanie brakujących danych polegało na tym, że podczas realizacji wewnętrznych dostaw leków cytotoksycznych przez Gońca, osoba realizująca badania wspólnie towarzyszyła w realizacji procesu i w narzędziu badawczym zaznaczała miejsce i czas rozpoczęcia oraz zakończenia przejazdu do poszczególnych oddziałów. Dzięki temu, możliwe było zebranie brakujących danych w kontekście czasów trwania dojazdów do określonych oddziałów. Tabela 15 prezentuje uzyskane przykładowe wyniki dla tego parametru.

Tabela 15. Przykładowe wartości parametrów, związanych z czasami trwania przemieszczania się Gońca z apteki centralnej do oddziałów docelowych

Miejsce początkowe	Początek przejazdu	Miejsce końcowe	Koniec przejazdu	Czas przejazdu [sekunda]
Apteka centralna	28.06.2023 12:26:53	Onkologia dzienna	28.06.2023 12:31:04	251
Winda 8	28.06.2023 12:27:41	Winda 8	28.06.2023 12:27:55	14
Winda 8	28.06.2023 12:28:01	Winda 3	28.06.2023 12:29:36	95
Winda 3	28.06.2023 12:30:43	Onkologia dzienna	28.06.2023 12:31:04	21
Onkologia dzienna	28.06.2023 12:33:02	Hematologia dzienna	28.06.2023 12:34:13	71
Hematologia dzienna	28.06.2023 12:34:43	Wczesne fazy	28.06.2023 12:35:34	51
Wczesne fazy	28.06.2023 12:36:02	Onkologia piersi	28.06.2023 12:37:33	91
Onkologia piersi	28.06.2023 12:37:51	Hematologia intensywna	28.06.2023 12:40:18	147

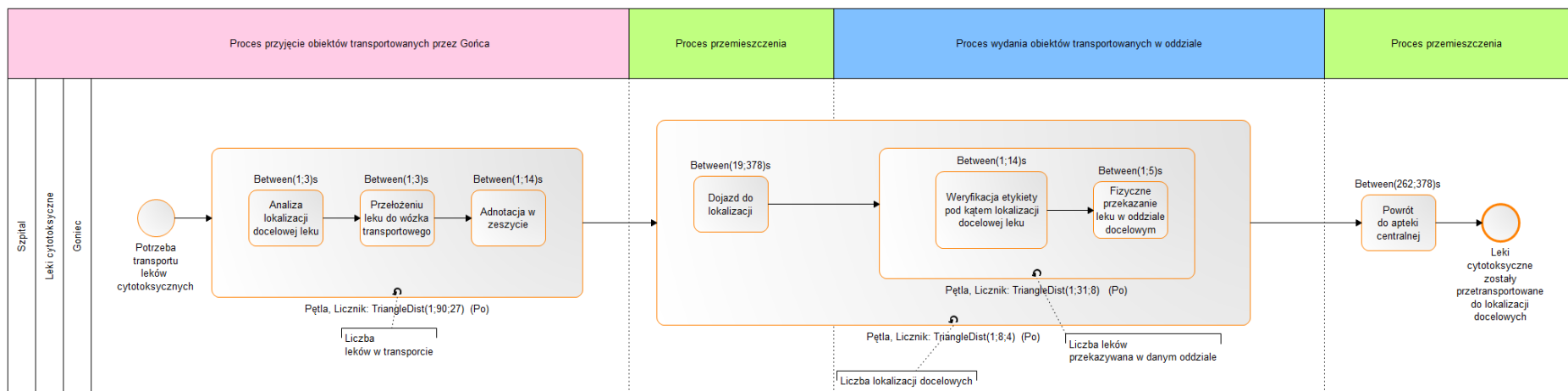
Opracowanie własne

Po uzyskaniu wystarczającej liczby wyników pomiarów dla brakujących parametrów, nastąpiła ponowna weryfikacja kompletności danych. Tym razem weryfikacja ta przebiegła pomyślnie,

co umożliwiło kontynuację badania, czyli przejście do fazy II, ukierunkowanej na budowę modelu symulacyjnego.

Zgodnie z przyjętą procedurą badawczą badania, druga faza zakładała weryfikację i walidację możliwości zbudowania modelu symulacyjnego procesu wewnętrznych dostaw leków cytotoksycznych. Na podstawie uzyskanych informacji z poprzedniej fazy, przystąpiono do budowy modelu tego procesu. Opracowano model, złożony z następujących czynności procesowych: analiza lokalizacji docelowej leku, przełożenie leku do wózka transportowego, adnotacja w zeszycie przyjętego leku przez Gońca, dojazd do lokalizacji docelowej leku, weryfikacja etykiety leku pod kątem miejsca dostawy leku, fizyczne przekazanie leku w oddziale docelowym oraz powrót Gońca do apteki centralnej. Sporządzony model procesu został zobrazowany na rysunku 25.

Opracowany model został poddany weryfikacji z przedstawicielami szpitala (osobami merytorycznie zaangażowanymi w realizację tego procesu w szpitalu). Polegała ona na sprawdzeniu, czy sekwencja działań, odwzorowana w modelu, jest zgodna z zakresem i logiką działań, wykonywanych przez osobę zajmującą się wewnętrznymi dostawami leków cytotoksycznych. Przedstawiciele szpitala pozytywnie wypowiedzieli się na temat opracowanego modelu, potwierdzając, że opracowany model prawidłowo odzwierciedla rzeczywistą organizację i przebieg analizowanego procesu. Etap weryfikacji modelu został pozytywnie zakończony, więc możliwe było przejście do kolejnego kroku w tym etapie, jakim była walidacja modelu symulacyjnego. Wspomniana walidacja związana była ze sprawdzeniem, czy opracowany model symulacyjny zwraca wiarygodne wyniki w kontekście przemieszczania leków cytotoksycznych w szpitalu. Przechodząc przez tę fazę badania, jednostka, w której realizowane były prace zdecydowała się zwalidować opracowany model symulacyjny w oparciu o dwa Kluczowe Wskaźniki Efektywności, były to: zaangażowanie zasobów osobowych oraz średni czas pracy w procesie. W celu umożliwienia walidacji opracowanego modelu, konieczne było zasilenie zweryfikowanego modelu danymi, pozyskanymi w fazie I badania. Pełen zakres danych, wprowadzony do tego modelu został przedstawiony w tabeli 16.



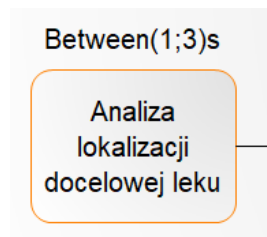
Rysunek 25. Model procesu wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych – wersja obecna
Opracowanie własne

Tabela 16. Parametry procesowe wprowadzone do modelu - leki cytotoksyczne

Dana	Wartość	Jednostka
Czas obserwacji procesu	1	rok
Liczba zasobów realizująca proces	1	liczba
Liczba transakcji procesowych	6 dostaw leków per dzień	liczba
Liczba leków w danym transporcie	TriangleDist (1;90;27)	liczba
Liczba oddziałów docelowych w danym transporcie	TriangleDist (1;8;4)	liczba
Liczba leków, przekazywanych w danym oddziale docelowym	TriangleDist (1;31;8)	liczba
Czas trwania czynności: analiza lokalizacji docelowej leku	Between (1;3)	sekunda
Czas trwania czynności: przełożenie leku do wózka transportowego	Between (1;3)	sekunda
Czas trwania czynności: adnotacja w zeszycie przyjętego leku przez Gońca	Between (1;14)	sekunda
Czas trwania czynności: dojazd do lokalizacji docelowej dostawy leku	Between (19;378)	sekunda
Czas trwania czynności: weryfikacja etykiety leku pod kątem miejsca dostawy leku	Between (1;14)	sekunda
Czas trwania czynności: fizyczne przekazanie leku w oddziale docelowym	Between (1;5)	sekunda
Czas trwania czynności: powrót Gońca do apteki centralnej	Between (262;378)	sekunda

Opracowanie własne

Warto zauważyć, że dla danych, związanych z czasem trwania określonej czynności procesowej, wartości te zostały ujęte w rozkładzie jednolitym (between). Jest to rozkład, który stosowany jest w eksperymentach symulacyjnych w przypadku, gdy spodziewamy się losowości występowania zdarzeń, które ograniczone są danym przedziałem wartości parametrów a i b , gdzie a to minimalna wartość występująca w tym zbiorze, natomiast parametr b to maksymalna wartość występująca w tym zbiorze (Mielczarek, 2009). Przykład sparametryzowanej czynności w rozkładzie jednolitym został zaprezentowany na rysunku 26.

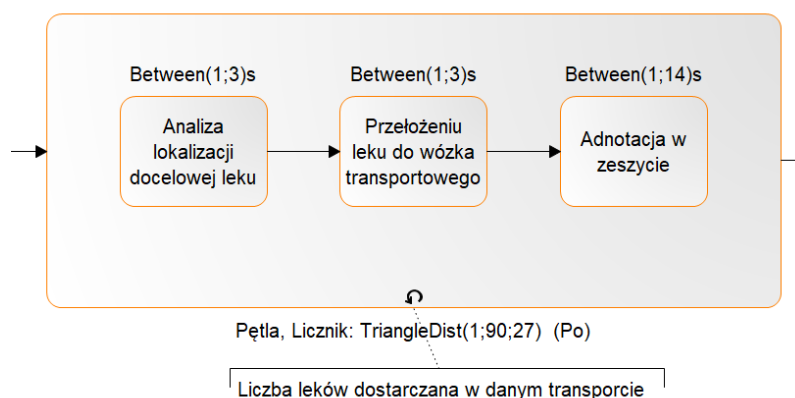


Rysunek 26. Przykład sparametryzowanej czynności w rozkładzie jednolitym
Opracowanie własne

W przypadku wartości parametrów, związanych z: liczbą leków dostarczanych w danym transporcie, liczbą oddziałów docelowych w danym transporcie oraz liczbą leków, które są przekazywane w określonym oddziale docelowym, zdecydowano się przedstawić prawdopodobieństwa wystąpienia tych zdarzeń losowych za pomocą rozkładu trójkątnego. Rozkład ten zapisywany jest w postaci następującego wzoru: $TriangleDist(a, b, c)$. Stosowany jest w sytuacjach, gdy jesteśmy w stanie wskazać wartość minimalną (parametr a), maksymalną (parametr b) oraz najczęściej występującą (parametr c). W celu zobrazowania sposobu zastosowania rozkładu trójkątnego na modelu symulacyjnym, niezbędne było wyznaczenie trzech wartości wspomnianych parametrów a , b i c (Snopkowski, 2005). Na podstawie uzyskanych danych ze szpitala, parametry te przyjmowały następujące wartości:

- parametr a - minimalna wartość: 1
- parametr b - maksymalna wartość: 90
- parametr c – najczęściej występująca wartość: 27

W oparciu o powyższe dane, na rysunku 27 zaprezentowano przykładowe zastosowanie rozkładu trójkątnego w modelu symulacyjnym.



Rysunek 27. Przykładowe zastosowanie rozkładu trójkątnego w modelu symulacyjnym
Opracowanie własne

Kolejnym krokiem w II fazie było przeprowadzenie symulacji dla opracowanego modelu. Dzięki przeprowadzeniu eksperymentu symulacyjnego możliwe było wygenerowanie wartości

wybranych KPI dla tego procesu. Uzyskane wyniki dla procesu obecnie realizowanego (stan obecny) zostały przedstawione w tabeli 17.

Tabela 17. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych - stan obecny

Nazwa KPI	Wartość	Jednostka
Średni czas pracy	26,7	Minuta
Zaangażowanie zasobów osobowych	33,3	Procent

Opracowanie własne

Pozyskane wyniki symulacji zostały zaprezentowane osobom zaangażowanym ze strony szpitala w realizację badania oraz szczegółowo omówione. W wyniku wspólnej dyskusji, przedstawiciele podmiotu, w którym realizowane było badanie, uznali, że wyniki uzyskane z modelu symulacyjnego są zgodne z rzeczywistością, co należy interpretować jako potwierdzenie, że rezultaty uzyskiwane z modelu są wiarygodne. W związku z tym, opracowany model symulacyjny stanowił podstawę do dalszych prac analitycznych i można było go wykorzystać do testowania różnych scenariuszy zmian procesowych, w kontekście poszukiwania odpowiedzi na postawiony problem badawczy, związany z możliwością wyeliminowania dokumentacji papierowej w trakcie realizacji tego procesu.

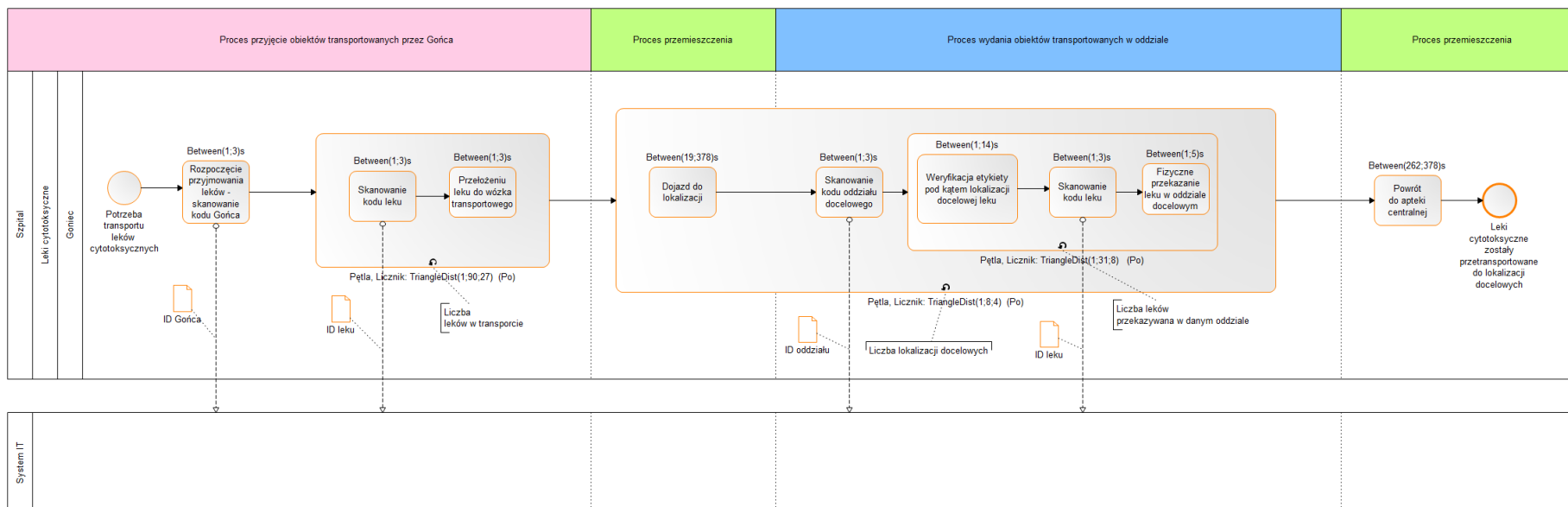
Ostatnią fazą badawczą była faza III, związana z testowaniem scenariuszy zmian w procesie. Zgodnie z przyjętą metodą prac, w pierwszym kroku zostały zidentyfikowane czynności, w których dostrzeżono miejsca do poprawy. W procesie wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych były to obszary związane z:

- sporządzaniem pisemnych adnotacji w dokumencie papierowym: Lista odbioru dziennych dawek leków cytotoksycznych, zawierająca informację o transportowanym leku,
- brakiem potwierdzenia odbioru leku przez personel przyjmujący lek w oddziale docelowym.

Zauważono, że ewidencja przemieszczanych leków w formie dokumentacji papierowej jest nieefektywna, przede wszystkim z tego względu, że w przypadku konieczności identyfikacji aktualnej lokalizacji danego leku, jest to zadanie trudne i czasochłonne, wymagające wzrokowego przeglądu dokumentacji papierowej. Drugim obszarem, który został wskazany jako wąskie gardło procesowe był brak potwierdzenia dostarczenia leku na oddział. Podobnie jak w pierwszym przypadku, nieefektywność ta uniemożliwia śledzenia bieżącej lokalizacji leku, co jest istotne w kontekście zapewnienia szybkiego dostępu do jednoznacznej informacji. W odpowiedzi na zidentyfikowane obszary wymagające poprawy, zdecydowano się przetestować, w jaki sposób zastosowanie aplikacji mobilnej, wspierającej ewidencję przemieszczania leków cytotoksycznych wpłynie na ograniczenie wykorzystywania

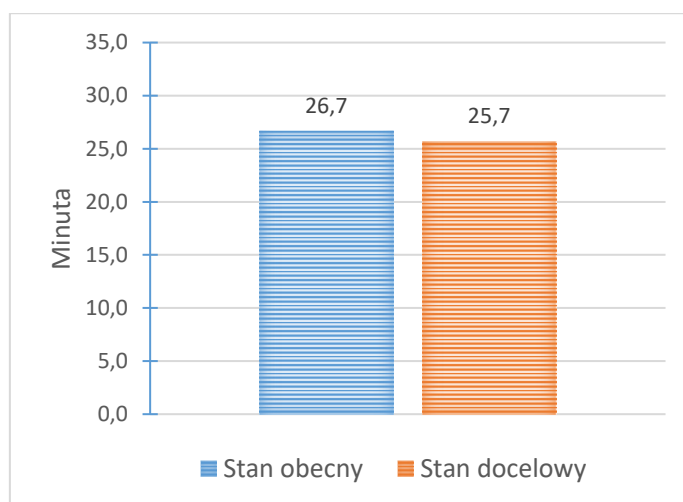
dokumentacji papierowej w trakcie realizacji tego procesu. Zaproponowane rozwiązanie wiązało się z tym, że w momencie przyjęcia leków przez Gońca, osoba ta skanowałaby swój indywidualny kod pracownika, a następnie skanowałaby kody wszystkich leków, które przyjmuje na swój stan. Dodatkowo, w momencie przekazania danego leku w oddziale, następowalby skan kodu pracownika danego oddziału wraz ze skanowaniem kodów wszystkich leków, które trafiały na ten oddział. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania, system informatyczny zostałby zasilony informacją, kto obecnie jest w posiadaniu danego leku, ale także umożliwiłby prześledzenie całej historii przemieszczenia konkretnego leku wraz z dokładną datą i godziną każdej zmiany stanu. Spodziewanym rezultatem zaproponowanej zmiany byłoby usprawnienie zarówno analizowanego procesu przemieszczenia leków cytotoksycznych, jak i procesu monitoringu lokalizacji leku. Docelowy proces weryfikacji obecnej lokalizacji leku, polegałby na tym, że osoba wpisywałaby do systemu numer leku, a następnie w odpowiedzi, system zwracałby informację o ostatniej lokalizacji danego leku.

W kolejnym kroku trzeciej fazy badania, wspomniane założenia zaproponowanego rozwiązania zostały odwzorowane w postaci docelowego modelu procesu wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych, który zaprezentowano na rysunku 28.

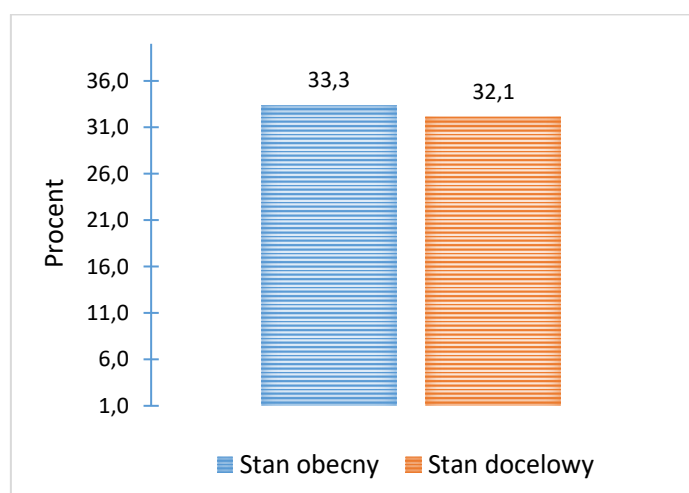


Rysunek 28. Model procesu wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych – wersja docelowa
Opracowanie własne

W oparciu o zaprojektowane założenia docelowego rozwiązania, zostały przeprowadzone testy symulacyjne tego procesu, w celu wyznaczenia wartości wskaźników efektywności dla docelowego przebiegu procesu. Efektywność procesu została wyznaczona w kontekście tych samych Kluczowych Wskaźników Efektywności dla stanu obecnego i docelowego, w celu umożliwienia ich porównania. Uzyskane wyniki symulacji procesów, zostały przedstawione na rysunku 29, w którym uwzględniony został średni czas realizacji procesów oraz na rysunku 30, który przedstawia porównanie dwóch stanów procesu, obecnego i docelowego w kontekście poziomu zaangażowania zasobów osobowych.



Rysunek 29. Wyniki symulacji procesów - średni czas pracy - leki cytotoksyczne
Opracowanie własne



Rysunek 30. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych - leki cytotoksyczne
Opracowanie własne

Jak wynika z uzyskanych wyników symulacji procesów, zaproponowane rozwiązanie dotyczące wykorzystania aplikacji mobilnej wspierającej proces przemieszczenia leków cytotoksycznych, przyczyni się do nieznacznej jego poprawy zarówno w kontekście średniego

czasu pracy jak i zaangażowania zasobów osobowych. Pomimo tego, że zmiany te są dość marginalne, zastosowanie aplikacji mobilnej **zagwarantuje możliwość wyeliminowania konieczności każdorazowej rejestracji przemieszczania leku w dokumentacji papierowej oraz umożliwi śledzenie bieżącej lokalizacji leku w czasie rzeczywistym**. W związku z powyższym, stosowanie aplikacji mobilnej podczas procesu przemieszczenia leków cytotoksycznych daje wymierne korzyści i umożliwi realizację założonego celu (wyeliminowanie/ograniczenie dokumentacji papierowej w trakcie realizacji tego procesu), nie powodując przy tym dodatkowej pracochłonności.

Badanie procesu wewnętrznych dostaw produktów leczniczych gotowych

Badanie kolejnego procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu zostało zrealizowane w sposób analogiczny, zgodnie z kolejnością działań, wynikającą z przyjętej metody badawczej. W ramach badania tego procesu, pracownicy szpitala otrzymali następujące zapotrzebowanie informacyjne, w celu uzupełnienia wartości parametrów:

- liczby opakowań przemieszczanych w danym transporcie,
- liczby lokalizacji docelowych,
- liczby opakowań przekazywanych w oddziale docelowym,
- liczby osób realizujących proces,
- liczby dostaw w ujęciu dziennym.

Analogicznie jak w przypadku badania poprzedniego procesu, analiza uzyskanych danych wykazała brak ich kompletności. Braki te w głównej mierze dotyczyły danych, związanych z czasami przemieszczania się Gońca pomiędzy poszczególnymi oddziałami szpitalnymi. W związku z tym, niezbędne było ponowne wykorzystanie opracowanego na potrzeby niniejszego badania, narzędzia, wspierającego proces gromadzenia danych. Po dostosowaniu narzędzia badawczego nastąpiło pozyskanie brakujących danych poprzez bezpośrednią obserwację realizowanego procesu, w trakcie której rejestrowano czasy trwania przemieszczania się Gońca. W oparciu o uzyskane dane, w tabeli 18. zaprezentowano przykładowe wyniki dla parametrów czasowych, dotyczących dostawy leków z apteki centralnej do poszczególnych oddziałów, które zostały pozyskane przy użyciu aplikacji mobilnej.

Tabela 18. Przykładowe wartości parametrów pozyskane dla procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych

Punkt początkowy	Początek przejazdu	Punkt końcowy	Koniec przejazdu	Czas trwania [sekunda]
Aptek centralna	18.07.2023 13:20:17	Winda 3	18.07.2023 13:23:06	169
Winda 3	18.07.2023 13:23:13	Lokalizacja docelowa_1	18.07.2023 13:23:47	34
Lokalizacja docelowa_1	18.07.2023 13:21:51	Winda 5	18.07.2023 13:25:38	227
Winda 5	18.07.2023 13:25:45	Lokalizacja docelowa_2	18.07.2023 13:26:49	64
Lokalizacja docelowa_2	18.07.2023 13:24:28	Lokalizacja docelowa_3	18.07.2023 13:28:19	231
Lokalizacja docelowa_3	18.07.2023 13:26:58	Winda_7	18.07.2023 13:29:35	157
Winda_7	18.07.2023 13:28:45	Lokalizacja docelowa_4	18.07.2023 13:28:57	12

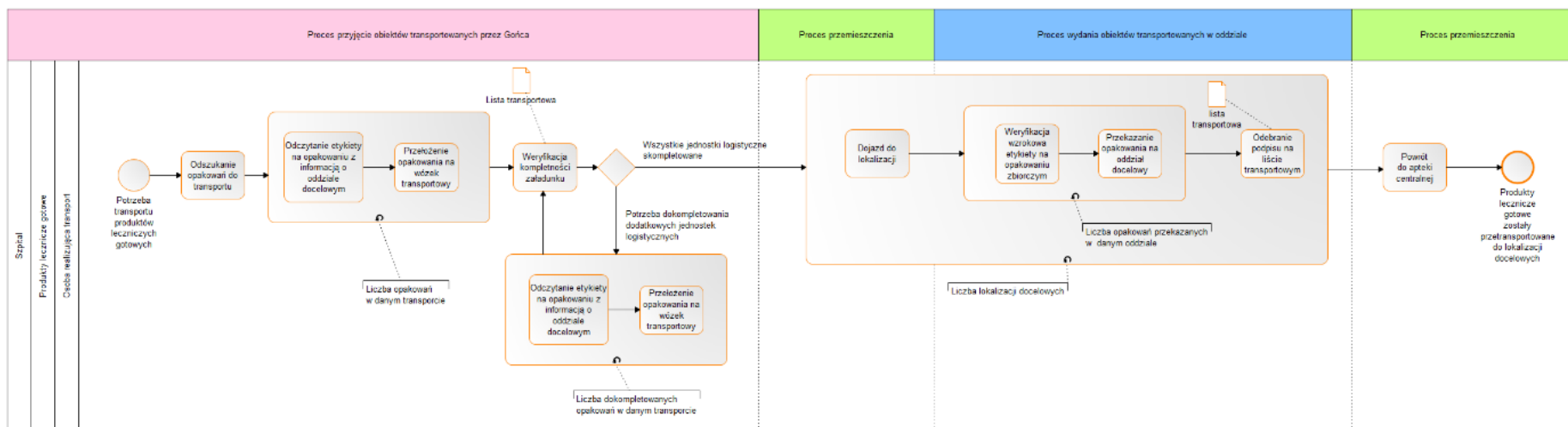
Opracowanie własne

W efekcie, wykorzystanie narzędzia badawczego umożliwiło zebranie brakujących danych. Dzięki temu, etap weryfikacji kompletności danych został pozytywnie ukończony i możliwe było przejście do kolejnej fazy badania.

Pierwszym krokiem II fazy badania procesu wewnętrznych dostaw produktów leczniczych gotowych było opracowanie modelu symulacyjnego. W tym celu, w oparciu o uzyskane wyniki z fazy I oraz bezpośrednią obserwację, zamodelowano jego przebieg. Analiza opracowanego modelu procesu wykazała, że jego przebieg można scharakteryzować w następujący sposób: proces rozpoczyna się od tego, że pracownik zajmujący się transportem odszukuje opakowania do transportu do odpowiedniego budynku, następnie odczytuje informację z etykiety leku o docelowym oddziale przeznaczenia leku oraz przekłada pobrany lek do wózka transportowego. W dalszej części procesu następuje weryfikacja kompletności załadunku, poprzez sprawdzenie, czy liczba leków, która została pobrana jest zgodna z liczbą leków, wyszczególnionych w dokumencie transportowym. W sytuacji, gdy okaże się, że na liście transportowej znajdują się leki, których goniec jeszcze nie pobrał do transportu, konieczne jest, aby brakujące pozycje zostały odszukane w aptece centralnej i uzupełnione. Natomiast w przypadku, gdy wszystkie leki zostały pobrane, Goniec może rozpocząć transport leków do poszczególnych oddziałów. W momencie dostarczania leku w oddziale docelowym, następuje weryfikacja wzrokowa etykiety na opakowaniu leku, w celu upewnienia się, że dany lek trafił do odpowiedniego oddziału. Po przekazaniu wszystkich leków w określonym oddziale, następuje podpisanie listy transportowej przez osobę odpowiedzialną za przyjęcie

leków w oddziale. Ostatnią czynnością w procesie wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych jest powrót osoby realizującej transport do apteki centralnej. Model procesu odwzorowujący przebieg tego procesu został zaprezentowany na rysunku 31.

Zgodnie z przyjętą metodą, w kolejnym kroku nastąpiła weryfikacja modelu procesu przez przedstawicieli szpitala. Podczas weryfikacji sprawdzano, czy sekwencja działań w modelu odzwierciedla faktyczne operacje związane z dostawami produktów leczniczych gotowych oraz to, czy na modelu zawarto wszystkie zdarzenia zidentyfikowane na etapie wizji lokalnej. Przedstawiciele szpitala wyrazili pozytywną opinię na temat opracowanego modelu, co potwierdziło, że opracowany model prawidłowo odzwierciedla rzeczywistą organizację i przebieg analizowanego procesu. W rezultacie, możliwe było kontynuowanie prac badawczych i przejście do kolejnego kroku tej fazy – walidacji modelu symulacyjnego. Krok ten rozpoczął się od wyboru wskaźników efektywności, które zostały następnie wykorzystane do walidacji opracowanego modelu procesu. Zespół projektowy po stronie szpitala zdecydował się zwalidować model w oparciu o wartości wskaźników: średni czas cyklu realizacji wewnętrznych dostaw oraz poziom zaangażowania zasobów osobowych, wykonujących ten proces. W dalszej kolejności badania nastąpiło przekształcenie modelu procesu w model symulacyjny. W tym celu, zweryfikowany model procesu został zasilony szczegółowymi parametrami, zebranymi na wcześniejszym etapie badania. Proces wewnętrznych dostaw produktów leczniczych został poddany analizie, w kontekście dostaw leków do dwóch różnych budynków szpitalnych: budynku A oraz budynku B. W związku z tym, że uzyskane parametry procesowe dla poszczególnych budynków były różne, niezbędne było zbudowanie dwóch oddzielnych modeli symulacyjnych dla tego procesu. Pełen zakres danych, którymi zostały zasilone wspomniane modele symulacyjne, został przedstawiony w tabeli 19 - zakres danych dla budynku A oraz w tabeli 20 - dane dla budynku B.



Rysunek 31. Model procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych – wersja obecna
Opracowanie własne

Tabela 19. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – produkty lecznicze gotowe, budynek A

Dana	Wartość	Jednostka
Czas obserwacji procesu	1	rok
Liczba zasobów, realizujących proces	1	liczba
Liczba transakcji procesowych	2 dostaw leków per dzień	liczba
Liczba opakowań z lekami w danym transporcie	TriangleDist (5;16;13)	liczba
Liczba dokończonych opakowań w danym transporcie	TriangleDist (1;2;1)	liczba
Liczba oddziałów docelowych w danym transporcie	TriangleDist (5;13;10)	liczba
Liczba opakowań przekazanych w danym oddziale	TriangleDist (1;4;1)	liczba
Czas trwania czynności: odszukanie opakowania w aptece centralnej do transportu do budynku A	Between (21;26)	sekunda
Czas trwania czynności: odczytanie etykiety na opakowaniu z informacją o oddziale docelowym	Between (3;4)	sekunda
Czas trwania czynności: przełożenie opakowania na wózek transportowy	Between (8;10)	sekunda
Czas trwania czynności: weryfikacja kompletności załadunku	Between (42;51)	sekunda
Czas trwania czynności: dojazd do lokalizacji docelowej dostawy	Between (22;467)	sekunda
Czas trwania czynności: weryfikacja wzrokowa etykiety na opakowaniu zbiorczym	Between (1;19)	sekunda
Czas trwania czynności: fizyczne przekazanie opakowania na oddział docelowy	Between (4;131)	sekunda
Czas trwania czynności: odebranie podpisu na liście transportowym	Between (7;224)	sekunda
Czas trwania czynności: powrót Gońca do apteki centralnej	Between (121;384)	sekunda

Opracowanie własne

Tabela 20. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – produkty lecznicze gotowe, budynek B

Dana	Wartość	Jednostka
Czas obserwacji procesu	1	rok
Liczba zasobów realizująca proces	1	liczba
Liczba transakcji procesowych	2 dostaw leków per dzień	liczba
Liczba opakowań z lekami w danym transporcie	TriangleDist (10;28;22)	liczba
Liczba dokompletowanych opakowań w danym transporcie	TriangleDist (1;2;1)	liczba
Liczba oddziałów docelowych w danym transporcie	TriangleDist (8;21;17)	liczba
Liczba opakowań przekazanych w danym oddziale	TriangleDist (1;4;1)	liczba
Czas trwania czynności: odszukanie opakowania w aptece centralnej do transportu do budynku A	Between (21;26)	sekunda
Czas trwania czynności: odczytanie etykiety na opakowaniu z informacją o oddziale docelowym	Between (3;4)	sekunda
Czas trwania czynności: przełożenie opakowania na wózek transportowy	Between (5;6)	sekunda
Czas trwania czynności: weryfikacja kompletności załadunku	Between (42;51)	sekunda
Czas trwania czynności: dojazd do lokalizacji docelowej dostawy	Between (53;268)	sekunda
Czas trwania czynności: weryfikacja wzrokowa etykiety na opakowaniu zbiorczym	Between (1;19)	sekunda
Czas trwania czynności: fizyczne przekazanie opakowania na oddział docelowy	Between (4;56)	sekunda
Czas trwania czynności: odebranie podpisu na liście transportowym	Between (8;111)	sekunda
Czas trwania czynności: powrót Gońca do apteki centralnej	Between (61;370)	sekunda

Opracowanie własne

Analogicznie do poprzedniego procesu, dla danych, związanych z czasami trwania poszczególnych czynności procesowych, wartości zostały ujęte w rozkładzie jednolitym, natomiast dane związane z liczbą dostarczanych opakowań oraz liczbą oddziałów docelowych, zostały przedstawione w rozkładzie trójkątnym.

Po sparametryzowaniu modelu symulacyjnego, przystąpiono do jego symulacji, w celu wyznaczenia wartości kluczowych wskaźników efektywności czasowych analizowanego procesu. W związku z tym, że zbudowane zostały dwa oddzielne modele symulacyjne tego procesu (proces dostawy do budynku A i B), dla każdego z nich wygenerowano osobne wskaźniki efektywności. Warto przypomnieć, że w kontekście badania tego procesu, analiza procesowa została przeprowadzona w oparciu o dwa wskaźniki: średni czas cyklu oraz procentowe zaangażowanie zasobów osobowych w analizowanym procesie. Uzyskane wyniki symulacji zostały przedstawione odrębnie dla procesu dostawy leków do budynku A oraz B i zaprezentowane odpowiednio w tabeli 21 dla dostaw do budynku A oraz w tabeli 22 dla dostaw do budynku B.

Tabela 21. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych – budynku A

Nazwa KPI	Wartość	Jednostka
Średni czas cyklu	80,3	Minuta
Zaangażowanie zasobów osobowych	33,5	Procent

Opracowanie własne

Tabela 22. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych – budynku B

Nazwa KPI	Wartość	Jednostka
Średni czas cyklu	74	Minuta
Zaangażowanie zasobów osobowych	30,8	Procent

Opracowanie własne

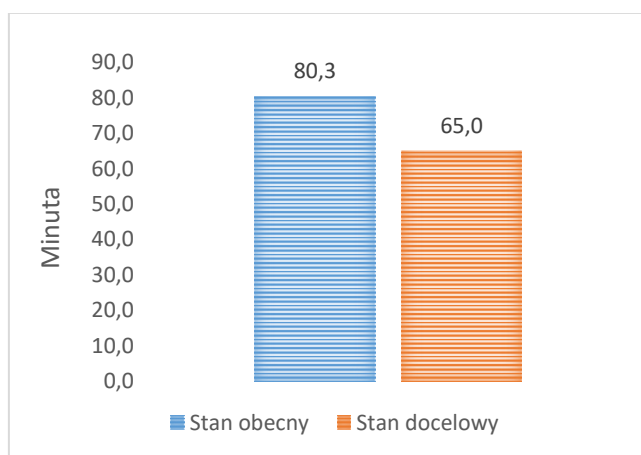
Zgodnie z przyjętą metodą badania, uzyskane wyniki symulacji posłużyły do oceny wiarygodności opracowanego modelu - walidacji. W tym celu, osoby reprezentujące podmiot, w którym realizowane było badanie, przeanalizowały dostarczone wyniki dotyczące efektywności obecnie realizowanego procesu wewnętrznej dostawy produktów gotowych, a następnie walidowały je, odnosząc ich rezultaty do rzeczywistych wskaźników działania analizowanego procesu. Walidacja opracowanego modelu przebiegła pomyślnie i nie było potrzeby aktualizacji modelu, dzięki czemu można było rozpocząć kolejny etap prac badawczych.

Ostatnim etapem prac, był etap dotyczący testowania wybranych scenariuszy zmian w procesie. W tym celu, w pierwszej kolejności dokonano identyfikacji czynności, które charakteryzują się potencjałem do usprawnienia. Analiza ta wykazała, że w badanym procesie warto zastanowić się nad udoskonaleniem następujących obszarów:

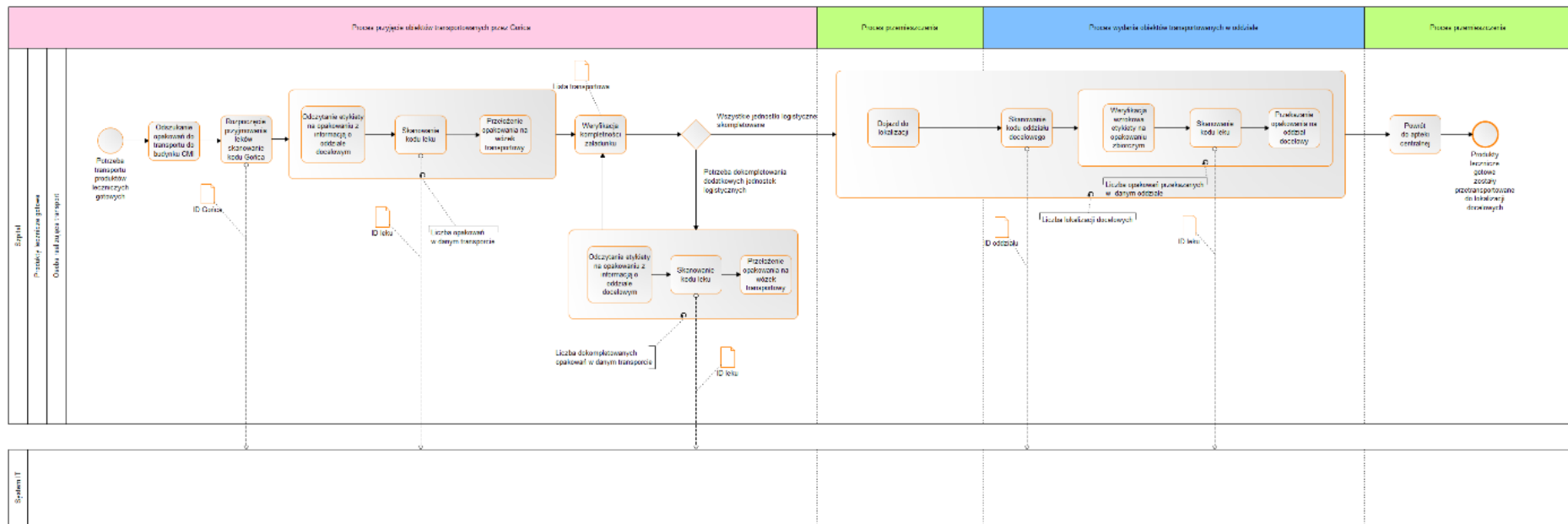
- brak potwierdzenia przyjęcia leku przez osobę zajmującą się transportem,
- osoba przemieszczająca leki na oddział docelowy samodzielnie decyduje o ścieżce transportowej,
- brak systemowego wsparcia dla Gońca, w postaci informacji o liczbie gotowych kontenerów do zabrania,
- konieczność sporządzania ręcznych adnotacji, potwierdzających dostarczenie leku w oddziale docelowym.

Wyżej wspomniane elementy procesu mogą negatywnie wpływać na efektywność realizacji procesu, w kontekście jego czasu trwania, obciążenia zasobów osobowych i liczby błędów. Brak potwierdzania przyjęcia leku przez Gońca, świadczy o tym, że szpital nie ma opracowanej procedury, która zagwarantowałaby dostęp do aktualnej informacji dotyczącej osoby, która aktualnie odpowiedzialna jest za dany lek. Dodatkowo, samodzielne decydowanie (na podstawie dotychczasowych doświadczeń) o kolejności rozładunku leków w oddziałach, może powodować wybór nieoptymalnych tras rozładunków. Warto również zwrócić uwagę na to, że obecnie brak jest informacji o liczbie gotowych do transportu opakowań z lekami. Sytuacja ta powoduje, że Goniec podczas załadunku leków na wózek transportowy, nie ma pewności, że pobrał wszystkie leki, które są już gotowe i w celu upewnienia się o tym, zobowiązany jest do manualnego przeglądania lodówek w aptece centralnej, aby zweryfikować, czy nie pozostały w nich żadne leki, które powinien pobrać. Ostatnim elementem, który został poddany analizie, była wynikająca z obecnej organizacji procesu konieczność wprowadzania adnotacji na papierowym dokumencie transportowym, potwierdzającym przekazanie leku w danym oddziale docelowym. Sytuacja ta jest niekorzystna, z tego względu, że uniemożliwia dostęp w czasie rzeczywistym do informacji o aktualnej lokalizacji leku. Uzupełniona papierowa dokumentacja transportowa dostarczana jest do apteki centralnej po zakończeniu danego transportu lub też dopiero następnego dnia roboczego. Powoduje to opóźnienie w dostępie do informacji, a forma dokumentu papierowego znacznie utrudnia odszukanie informacji o danym leku i dodatkowo wydłuża proces identyfikacji, kto jest obecnie w posiadaniu danego leku i czy został on dostarczony na właściwy oddział. Bieżące monitorowanie lokalizacji leku jest niemożliwe przy zastosowanym obecnie podejściu. W celu oszacowania, czy możliwa jest

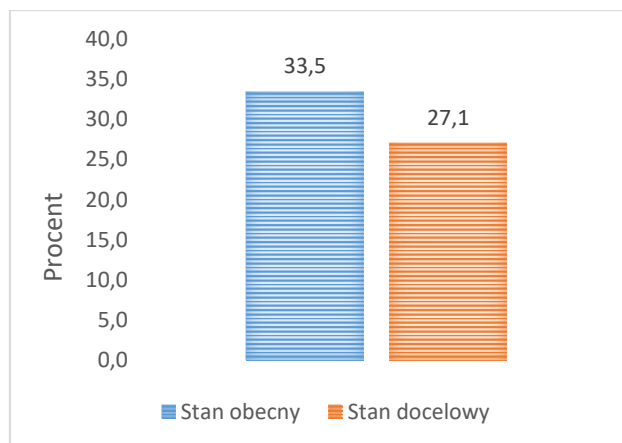
niwelacja wspomnianych nieefektywności, opracowano, a następnie poddano symulacji komputerowej propozycję usprawnienia procesu wewnętrznej dostawy leków gotowych. W tym celu, niezbędne było zaprojektowanie docelowego modelu procesu wewnętrznych dostaw, uwzględniającego propozycje usprawnień. Opracowany model został przedstawiony na rysunku 33. Docelowa propozycja funkcjonowania tego procesu uwzględnia wykorzystanie aplikacji mobilnej, wspierającej proces przemieszczenia produktów leczniczych gotowych. Zakłada się, że zastosowanie aplikacji usprawni ten proces, poprzez zapewnienie możliwości rejestracji zdarzeń, związanych z przemieszczaniem poszczególnych leków, w czasie rzeczywistym. Zaproponowane rozwiązanie zapewni pracownikom szpitala prosty dostęp do wiarygodnej informacji o aktualnej lokalizacji poszukiwanego leku, umożliwi także zbieranie informacji o rzeczywistym czasie dojazdu między poszczególnymi lokalizacjami docelowymi, co z kolei może stanowić wiarygodne źródło danych dla kolejnych narzędzi usprawniających proces – takich jak system do optymalizacji tras rozładunkowych. Propozycja docelowej realizacji procesu została poddana symulacji komputerowej, w celu oszacowania potencjalnych korzyści, wynikających z jego zastosowania. Uzyskane wyniki symulacji zostały przedstawione w kontekście dwóch wskaźników: średni czas cyklu oraz procentowe zaangażowanie zasobów, realizujących ten proces. Analogicznie jak w przypadku symulacji obecnie realizowanego procesu, wyniki dla procesu uwzględniającego zaproponowane rozwiązanie zostały także przedstawione oddzielnie dla procesu dostawy leków do budynku A i budynku B. Uzyskane szczegółowe wyniki symulacji tych procesów zostały przedstawione odpowiednio na rysunku 32 i rysunku 34 dla dostaw do budynku A oraz na rysunku 35 i rysunku 36 dla dostaw do budynku B.



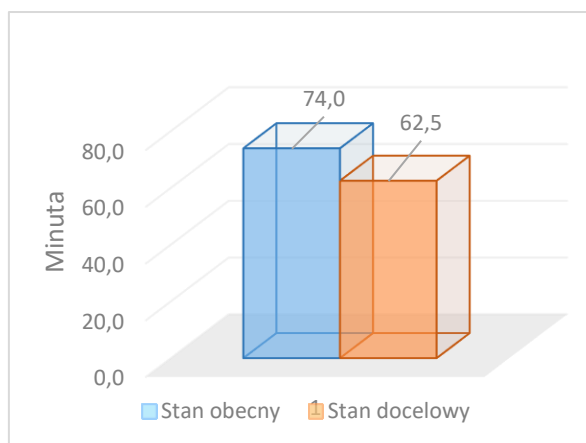
Rysunek 32. Wyniki symulacji procesów – średni czas cyklu – produkty lecznicze gotowe, budynek A
Opracowanie własne



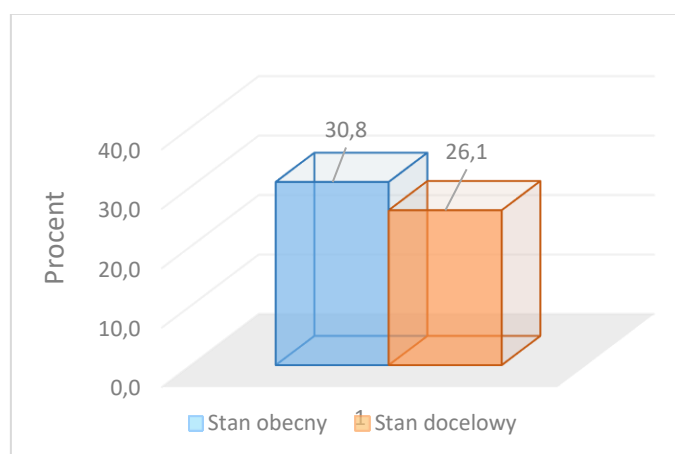
Rysunek 33. Model procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych - wersja docelowa
 Opracowanie własne



Rysunek 34. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych – produkty lecznicze gotowe, budynek A
Opracowanie własne



Rysunek 35. Wyniki symulacji procesów – średni czas cyklu – produkty lecznicze gotowe, budynek B
Opracowanie własne



Rysunek 36. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych - produkty lecznicze gotowe, budynek B
Opracowanie własne

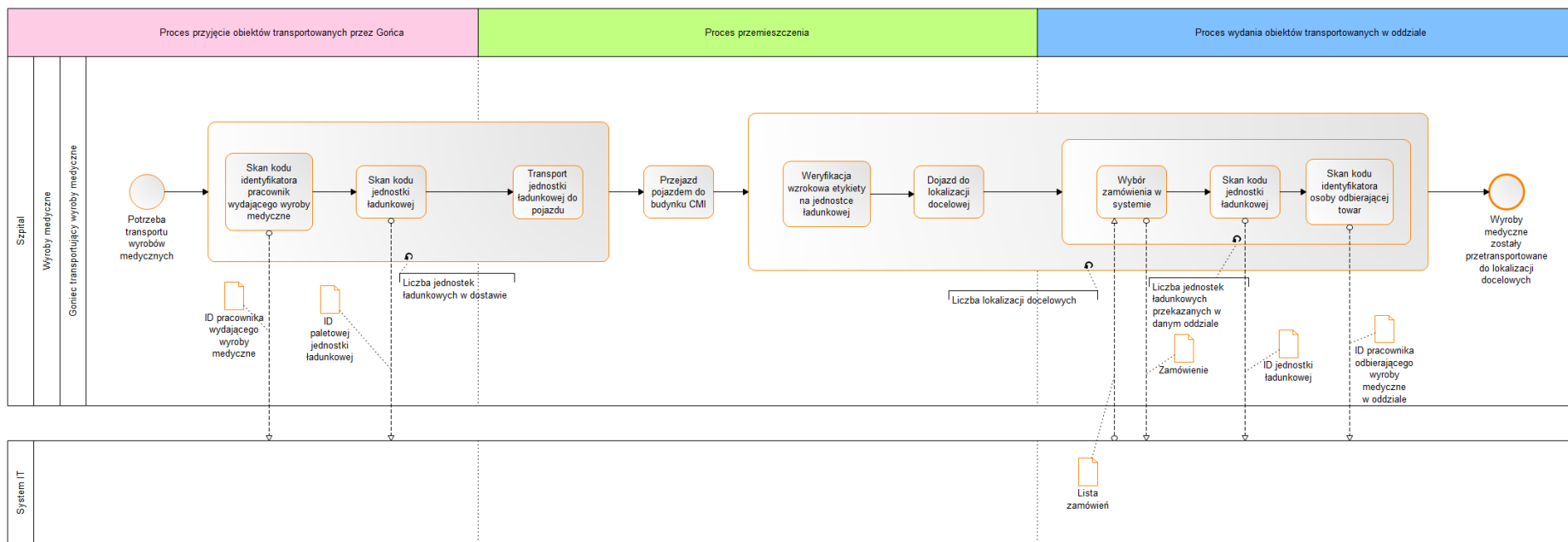
Analiza uzyskanych wyników symulacji, pozwala stwierdzić, że zaproponowane rozwiązanie, zarówno w przypadku dostaw leków do budynku A jak i B, może przyczynić się do realizacji postawionego celu (dostęp do informacji o obecnej lokalizacji leku w czasie rzeczywistym), tym samym poprawiając efektywności analizowanego procesu. Biorąc pod uwagę wygenerowane wyniki dla procesu przemieszczania leków do budynku A, zaproponowane rozwiązanie pozwoli skrócić wartość średniego czasu realizacji tego procesu o około 15 minut, biorąc pod uwagę realizację jednego transportu. Redukcja spowodowana jest tym, że w obecnym procesie wysoką czasochłonnością charakteryzowała się czynność, związana z koniecznością odszukania w oddziale docelowym osoby, która potwierdza na dokumencie papierowym odebranie leku. Natomiast w procesie uwzględniającym propozycję zmiany tego procesu, pracownik zajmujący się dostawą leków mógłby zeskanować kod oddziału docelowego, który umieszczony byłby np. w magazynie oddziałowym, potwierdzając tym samym fakt dostarczenia leku do wskazanego oddziału. Usprawnienie to wyeliminowałoby czasochłonną czynność, związaną z każdorazowym odbieraniem podpisu na dokumencie papierowym. W przypadku uzyskanych wskaźników dla procesu dostawy do budynku B również można spodziewać się skrócenia średniego czasu realizacji pojedynczej instancji tego procesu, tym razem o około 12 minut, natomiast biorąc pod uwagę procentowe zaangażowanie zasobów osobowych realizujących ten proces, należy spodziewać się redukcji na poziomie około 5 punktów procentowych. Podsumowując uzyskane wyniki należy podkreślić, że implementacja aplikacji mobilnej, wspierającej proces przemieszczenia leków jest korzystnym scenariuszem i szpital, chcąc poprawić efektywność tego procesu powinien rozważyć jej wdrożenie.

Badanie procesu wewnętrznych dostaw wyrobów medycznych

Zgodnie z przyjętą metodą, pierwszym krokiem podczas badania procesu wewnętrznych dostaw wyrobów medycznych była jego szczegółowa identyfikacja pod kątem przebiegu czynności i zdarzeń. W tym celu przeprowadzono szereg wizji lokalnych oraz wywiadów z pracownikami bezpośrednio zaangażowanymi w realizację tego procesu. Na podstawie uzyskanych informacji, opracowano zakres niezbędnych danych, które były potrzebne do budowy modelu symulacyjnego. Następnie wskazany zakres informacyjny został przekazany podmiotowi, w którym realizowane było badanie, celem uzupełnienia parametrów. W dalszej kolejności nastąpiła weryfikacja kompletności uzyskanych danych. W przypadku

tego procesu szpital dysponował kompletem danych i nie było konieczności ich samodzielnego pozyskiwania. W związku z tym można było przejść do kolejnego etapu badania, a mianowicie do budowy i symulacji procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych.

Druga faza badania ukierunkowana była na opracowanie modelu symulacyjnego, który posłużył do poszukiwania odpowiedzi na postawiony problem badawczy. W kontekście badania tego procesu, problem ten związany był z zagadnieniem możliwości ograniczenia liczby zasobów osobowych zaangażowanych w realizację analizowanego procesu bez wydłużenia czasu jego trwania. Opracowany model charakteryzuje się następującym przebiegiem: pracownik zajmujący się przemieszczaniem towarów, w momencie pobrania produktów, skanuje kod pracownika wydającego wyroby medyczne z magazynu, w celu rozpoczęcia operacji przyjęcia produktów na swój stan. Następnie skanuje kod pobieranego opakowania i przemieszcza je do pojazdu. Wspomniane czynności powtarzane są przez Gońca tyle razy, ile opakowań jest przygotowanych do przetransportowania na oddziały szpitalne. W dalszej kolejności osoba przemieszczająca wyroby medyczne, weryfikuje etykietę na opakowaniach, celem odczytania ich lokalizacji docelowych, następnie transportuje je do zidentyfikowanego miejsca docelowego. W momencie pojawienia się Gońca w oddziale docelowym, wskazuje on wybrane zamówienie w systemie. Zamówienie zawiera listę wyrobów medycznych, na które została wydana dyspozycja dostawy przez oddział szpitalny. Następnie, osoba dostarczająca produkty, skanuje kod opakowania oraz odnajduje osobę w oddziale docelowym, która będzie mogła potwierdzić przyjęcie wyrobów medycznych. Potwierdzenie to odbywa się poprzez skan kodu identyfikatora osoby odbierającej towar, w celu systemowej rejestracji potwierdzenia dostawy. Na rysunku 37 zaprezentowano model procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych.



Rysunek 37. Model procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych - wersja obecna
Opracowanie własne

Zgodnie z ustaloną metodą badania, kolejnym krokiem po opracowaniu modelu procesu była jego parametryzacja. Parametryzacja procesu polegała na zasileniu wcześniej opracowanego modelu danymi, które zostały pozyskane na etapie I badania. Wszystkie informacje wykorzystane do zasilenia modelu symulacyjnego zostały ujęte w tabeli 23.

Tabela 23. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – wyroby medyczne

Dana	Wartość	Jednostka
Czas obserwacji procesu	1	rok
Liczba zasobów realizująca proces	2	liczba
Liczba transakcji procesowych	4 dostawy wyrobów medycznych per tydzień	liczba
Liczba jednostek ładunkowych w danym transporcie	TriangleDist (4;16;10)	liczba
Liczba oddziałów docelowych w danym transporcie	TriangleDist (2;9;7)	liczba
Liczba jednostek przekazanych w danym oddziale	TriangleDist (1;3;1)	liczba
Czas trwania czynności: Skanowanie kodu identyfikatora pracownika wydającego wyroby medyczne	Between (1;3)	sekunda
Czas trwania czynności: Skanowanie kodu pobieranej jednostki ładunkowej	Between (1;3)	sekunda
Czas trwania czynności: Transport jednostki ładunkowej do pojazdu	Between (90;250)	sekunda
Czas trwania czynności: Przejazd pojazdem do budynku A	Between (11;19)	minuta
Czas trwania czynności: weryfikacja wzrokowa etykiety na jednostce ładunkowej	Between (3;6)	sekunda
Czas trwania czynności: dojazd do lokalizacji docelowej	Between (9;47)	minuta
Czas trwania czynności: wybór zamówienia w systemie	Between (5;10)	sekunda
Czas trwania czynności: skanowanie kodu jednostki ładunkowej	Between (1;3)	sekunda

Czas trwania czynności: odszukanie osoby potwierdzającej przyjęcie towaru	Between (30;180)	sekunda
Czas trwania czynności: skanowanie kodu identyfikatora osoby odbierającej towar	Between (1;3)	sekunda

Opracowanie własne

W dalszej kolejności sparametryzowany model procesu został poddany weryfikacji przez przedstawicieli szpitala. W trakcie tego procesu dokładnie analizowano, czy sekwencja działań zawarta w modelu procesowym prawidłowo odzwierciedla zakres czynności, związanych z dostawami wyrobów medycznych oraz to, czy udało się poprawnie uwzględnić w modelu wszystkie wielkości statystyczne opisujące czynności, zdarzenia oraz punkty decyzyjne. Przedstawiciele szpitala, po wspólnej analizie wyrazili pozytywną opinię na temat modelu, co stanowiło potwierdzenie jego wierności wobec rzeczywistych procedur panujących w placówce. Dzięki temu możliwe stało się kontynuowanie badań oraz przystąpienie do kolejnego zadania w tej fazie - symulacji procesu. Jak już wspomniano w kontekście badania innych procesów w szpitalu, symulacja procesu była przeprowadzona w celu możliwości wyznaczenia wartości wskaźników efektywności analizowanego procesu. W badanym procesie wskaźniki te dotyczyły poziomu zaangażowania zasobów osobowych oraz średniego czasu realizacji procesu. Analiza uzyskanych wyników pozwoliła udzielić odpowiedzi dotyczącej obecnego obciążenia osób wykonujących ten proces oraz średniego czasu trwania obecnie realizowanego procesu. W tabeli 24 przedstawiono uzyskane wyniki wartości wspomnianych wskaźników.

Tabela 24. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych - stan obecny

Nazwa KPI	Wartość	Jednostka
Średni czas pracy	211,6	Minuta
Zaangażowanie zasobów osobowych – Goniec 1	35,3	Procent
Zaangażowanie zasobów osobowych – Goniec 2	32,3	Procent

Opracowanie własne

Zgodnie z ustaloną procedurą badawczą, otrzymane wyniki symulacji procesu stanowiły podstawę do walidacji zaprojektowanego modelu. W tym celu, przedstawiciele instytucji, w której przeprowadzano badania, szczegółowo przeanalizowali uzyskane wyniki, dotyczące wartości wskaźników efektywności obecnie realizowanego procesu wewnętrznych dostaw wyrobów medycznych. Następnie porównali uzyskane dane z realiami funkcjonującymi w szpitalu. W wyniku tych działań, podmiot, w którym zrealizowano badanie pozytywnie

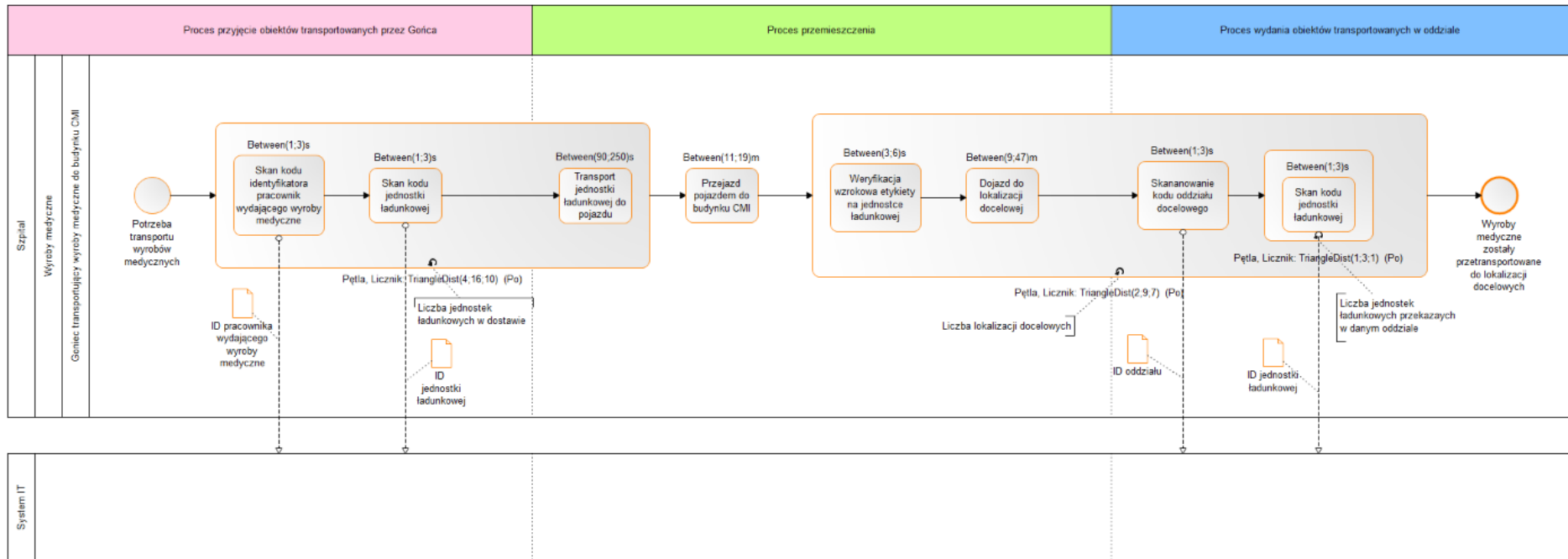
wypowiedział się o uzyskanych wynikach. W związku z tym walidacja modelu została zakończona sukcesem i model nie wymagał aktualizacji, co umożliwiło przejście do kolejnego etapu badań.

Ostatnią fazą prac badawczych była faza III, związana z testowaniem scenariuszy zmian w procesie. Zgodnie z przyjętą metodą prac, w pierwszym kroku zostały zidentyfikowane obszary, w których dostrzeżono występujące obszary do poprawy. W procesie wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych były to czynności związane z:

- jednoczesną realizacją tych samych zadań w procesie przez dwie osoby,
- koniecznością odszukania w oddziale docelowym osoby, która potwierdziłaby odebranie wyrobu medycznego.

Propozycje usprawnienia obecnie realizowanego procesu miały na celu wyeliminowanie wskazanych nieefektywności. Pierwsza propozycja zakładała przetestowanie, czy możliwe jest, aby proces ten obsługiwany był wyłącznie przez jedną osobę. Druga propozycja zmiany zakładała natomiast, że w momencie przekazania wyrobów medycznych w oddziale docelowym, Goniec nie musi szukać osoby pracującej w tym oddziale, celem potwierdzenia dostarczenia produktów, tylko w momencie ich dostarczenia, skanowałby kod oddziału docelowego (umieszczony np. w magazynie oddziałowym) i następnie zostawiałby tam transportowane towary. Zaproponowane rozwiązanie możliwe jest do realizacji pod warunkiem, że w magazynie oddziałowym będzie dostępna wystarczająca powierzchnia, w której można by swobodnie zostawiać transportowane produkty. Argumentem, motywującym opracowanie powyższej propozycji usprawnienia była wysoka czasochłonność czynności, związanej z poszukiwaniem osoby poświadczającej odbiór, wykazana w badaniu procesowym stanu obecnego.

Pierwsza propozycja zmiany nie wymagała przemodelowania przebiegu procesu, a jedynie zmiany parametrów, dotyczących liczby osób obsługujących ten proces. Natomiast w przypadku drugiej propozycji usprawnienia procesu, zaproponowane rekomendacje zakładały zmiany w przebiegu obecnie realizowanego procesu, dlatego też konieczne było opracowanie zmodyfikowanego modelu procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych, w postaci uwzględniającej propozycje jego udoskonalenia. Model ten został zaprezentowany na rysunku 38.



Rysunek 38. Model procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych – wersja docelowa
Opracowanie własne

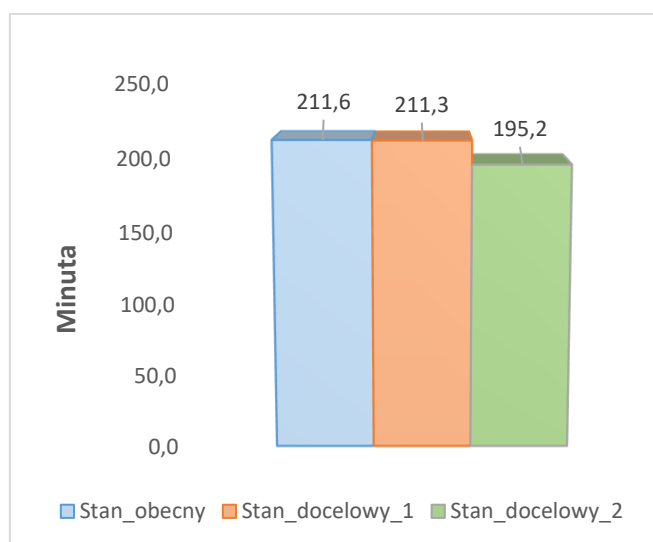
W dalszym kroku wskazane propozycje zmiany procesu zostały poddane testom symulacyjnym w celu określenia, czy zaproponowane rekomendacje przyczyniają się do ograniczenia liczby zasobów osobowych zaangażowanych w realizację procesu. Aby można było oszacować korzyści wynikające z wdrożenia każdej z proponowanych zmian, zdecydowano się przetestować je na osobnych scenariuszach symulacyjnych (Tabela 25). Działanie to pozwoliło wyeliminować sytuację, w której trudno byłoby wskazać jakie korzyści dla procesu płyną z wdrożenia pierwszej zmiany, a jakie są efektem drugiej z nich.

Tabela 25. Scenariusze symulacyjne uwzględnione w ramach testowania zmian w procesie

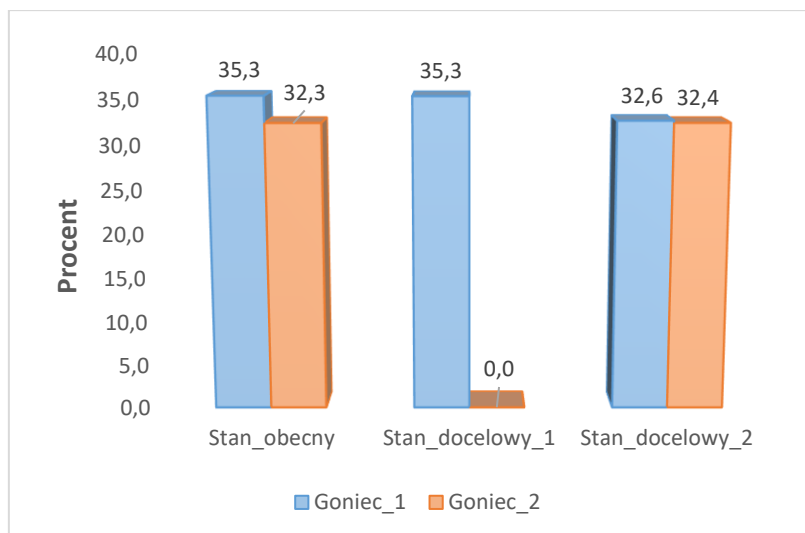
Nazwa scenariusza	Opis scenariusza
Stan_docelowy_1	Proces wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych obsługiwany tylko przez jednego Gońca.
Stan_docelowy_2	Brak konieczności poszukiwania w oddziale docelowym osoby, która potwierdzałaby dostarczenia produktów.

Opracowanie własne

Przeprowadzona symulacja komputerowa dla dwóch wybranych scenariuszy umożliwiła wygenerowanie dla nich wartości wskaźników efektywności. Uzyskane wyniki, w odniesieniu do poszczególnych rekomendacji, zostały przedstawione na rysunku 39 dla wskaźnika średniego czasu pracy oraz na rysunku 40 dla wskaźnika zaangażowania zasobów osobowych.



Rysunek 39. Wyniki symulacji procesów - średni czas pracy – wyroby medyczne
Opracowanie własne



Rysunek 40. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych – wyroby medyczne
Opracowanie własne

Podsumowując uzyskane wyniki symulacji procesów, należy zauważyć, że w przypadku analizy wyników dla pierwszego scenariusza (stan_docelowy_1), zakładającego zmniejszenie liczby osób realizujących ten proces, średni czas jego realizacji nie zmienił się. W przypadku wyznaczonych symulacyjnie wartości wskaźnika, dotyczącego procentowego zaangażowania zasobów osobowych, wartość wskaźnika dla pierwszego Gońca nie zmieniła się, natomiast wartość tego wskaźnika dla Gońca drugiego zmniejszyła się do poziomu 0 procent. Wyniki te wskazują na to, że obecnie proces ten nadmiarowo jest realizowany przez 2 osoby. Obecnie wynika to z tego, że osoby, które odpowiedzialne są za realizację transportu nie posiadają niezbędnych kompetencji do samodzielnej realizacji transportu. Jeden z Gońców posiada kompetencje w zakresie posługiwania się urządzeniem do skanowania kodów kreskowych, natomiast drugi w zakresie obsługi wózka paletowego ręcznego. Dobrym rozwiązaniem byłoby skuteczne przeszkolenie wyrównujące poziom kompetencji, które pozwoli na obsługę realizowanych transportów przez jednego pracownika oraz zwiększy możliwości wzajemnego zastępowania się pracownikami, np. w przypadku absencji. Uzyskane wyniki symulacji wykazały, że obsługa tego procesu przez jedną osobę byłaby wystarczającą, ponieważ nie wydłuży ona średniego czasu realizacji tego procesu. Biorąc pod uwagę wyniki dla drugiego scenariusza (stan_docelowy_2), zakładającego rezygnację z potwierdzania dostawy wyrobów medycznych w oddziale docelowym przez uprawnionego pracownika działu na rzecz potwierdzenia dostawy w oparciu o skanowanie kodu magazynu oddziałowego, należy zauważyć, że zarówno dla pierwszego analizowanego wskaźnika efektywności procesu, jak i dla drugiego uzyskane wartości się zmniejszają, co należy interpretować jako korzystne rozwiązanie. Sytuacja ta, świadczy o tym, że zaproponowane rekomendacje miałyby

pozytywny wpływ na poddane analizie aspekty efektywności tego procesu. W związku z powyższym, rekomenduje się, aby szpital rozważył wdrożenie zaproponowanych usprawnień dotyczących wewnętrznych dostaw wyrobów medycznych, potwierdzając, że **możliwa jest realizacja postawionego celu związanego z ograniczeniem liczby zasobów osobowych zaangażowanych w realizację procesu bez wydłużenia czasu jego trwania.**

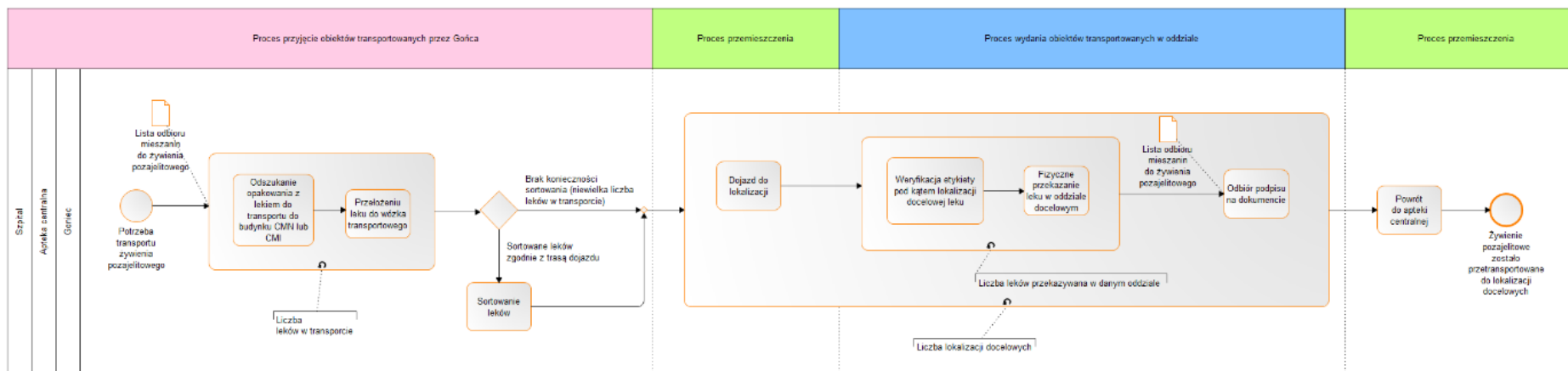
Badanie procesu wewnętrznych dostaw żywienia pozajelitowego

Ostatnim procesem, który został poddany badaniu zgodnie z opracowaną metodyką, był proces związany z wewnętrznymi dostawami żywienia pozajelitowego. Z uwagi na to, że jednostka, w której realizowane było badanie chciała przeanalizować, czy istnieje możliwość wyeliminowania lub ograniczenia wykorzystywania dokumentacji papierowej w trakcie realizacji tego procesu celem tego badania była próba odpowiedzi na zadane pytanie.

W oparciu o opracowaną metodę, pierwszym krokiem była szczegółowa identyfikacja analizowanego procesu pod kątem występujących w nim czynności, zdarzeń procesowych oraz bramek decyzyjnych determinujących przebieg realizowanego procesu. Na podstawie uzyskanych informacji, opracowano szczegółowy zakres danych, który był niezbędny do budowy modelu symulacyjnego procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego. Następnie wyznaczony zakres danych został przekazany do szpitala z prośbą o jego uzupełnienie. W oparciu o uzyskane wyniki stwierdzono, że szpital nie dysponuje pełnym zestawem danych. Przeprowadzona analiza wykazała, że brakowało kluczowych informacji, związanych z czasami przemieszczania się Gońca z apteki centralnej do konkretnych oddziałów czy też danych związanych z czasem trwania przyjęcia produktów przez Gońca w aptece centralnej. W rezultacie, konieczne było zmodyfikowanie narzędzia badawczego poprzez dodanie możliwości rejestrowania lokalizacji, z których pobierane jest żywienie pozajelitowe, oraz miejsc ich dostarczenia w szpitalu. Działanie to umożliwiło rejestrowanie „stempli czasu” dla każdej lokalizacji, co poskutkowało możliwością pozyskania kompletu danych. Warto zwrócić uwagę na to, że zastosowana forma zbierania danych (bezpośrednia obserwacja procesu) znacznie wydłuża cały proces badawczy. Jednakże jak wynika z obecnego doświadczenia nie jest możliwe opracowanie wiarygodnego modelu symulacyjnego bez możliwości zasilenia go kompletnymi i rzetelnymi danymi. Zgodnie z przyjętą metodyką prac, w momencie, gdy udało się pozyskać komplet danych można było przejść do kolejnej fazy

badania – fazy weryfikacji i walidacji modelu symulacyjnego procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego.

W oparciu o pozyskane informacje dotyczące realizacji przebiegu procesu oraz jego szczegółowych parametrów, można było przystąpić do kolejnego etapu badania jakim było opracowanie modelu symulacyjnego. Zamodelowany proces został zaprezentowany na rysunku 41, natomiast jego przebieg został scharakteryzowany w następujący sposób. Pracownik zajmujący się przemieszczaniem leków na podstawie dokumentu: „Lista odbioru mieszanin do żywienia pozajelitowego” odnajduje w aptece centralnej opakowania z wyprodukowanymi lekami i następnie przekłada je do wózka transportowego. Czynności te powtarzane są tyle razy, ile zidentyfikowano wyprodukowanych leków na wspomnianym dokumencie transportowym. W dalszej kolejności następuje sortowanie leków. Etap ten polega na tym, że Goniec odczytuje informację na leku dotyczącą jego lokalizacji docelowej i następnie w oparciu o pozyskaną informację decyduje o ścieżce rozładunkowej leków. W momencie dojazdu do lokalizacji docelowej, następuje pobranie z wózka transportowego odpowiedniego leku i przekazanie go do pracownika odpowiedzialnego za przyjęcie leków w oddziale. Po przekazaniu wszystkich leków w danym oddziale, Goniec przekazuje do podpisu przez osobę przyjmującą lek „Listę odbioru mieszanin do żywienia pozajelitowego” w celu potwierdzenia jego dostarczenia. Wspomniane czynności powtarzane są analogicznie dla każdego oddziału, w którym następuje dostawa leków. Gdy wszystkie leki zostaną dostarczone, wówczas osoba zajmująca się transportem powraca do apteki centralnej.



Rysunek 41. Model procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego – wersja obecna
Opracowanie własne

Dalsza realizacja prac badawczych polegała na wprowadzeniu do opracowanego modelu, parametrów pozyskanych w pierwszej fazie badania. Pełen zakres danych, którymi został zasilony wspomniany model zaprezentowano w tabeli 26.

Tabela 26. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – żywienie pozajelitowe

Dana	Wartość	Jednostka
Czas obserwacji procesu	1	rok
Liczba zasobów realizująca proces	1	liczba
Liczba transakcji procesowych	3 dostawy per dzień	liczba
Liczba jednostek przemieszczana w danym transporcie	TriangleDist (8;17;10)	liczba
Liczba oddziałów docelowych w danym transporcie	TriangleDist (4;8;5)	liczba
Liczba jednostek przekazanych w danym oddziale	TriangleDist (1;3;2)	liczba
Czas trwania czynności: odszukanie opakowania z lekkie do transportu do budynku A lub budynku B	Between (2;9)	sekunda
Czas trwania czynności: przełożenie leku do wózka transportowego	Between (1;10)	sekunda
Czas trwania czynności: sortowanie leków	Between (102;266)	sekunda
Czas trwania czynności: dojazd do lokalizacji docelowej	Between (24;414)	sekunda
Czas trwania czynności: weryfikacja wzrokowa etykiety pod kątem lokalizacji docelowej leku	Between (1;286)	sekunda
Czas trwania czynności: fizyczne przekazanie leku w oddziale docelowym	Between (4;141)	sekunda
Czas trwania czynności: odbiór podpisu na dokumencie transportowym	Between (2;113)	sekunda
Czas trwania czynności: powrót do apteki centralnej	Between (138;343)	sekunda

Opracowanie własne

W następstwie parametryzacji modelu nastąpiła jego weryfikacja pod kątem poprawności odwzorowania jego przebiegu. Weryfikacja ta polegała na sprawdzeniu przez osoby bezpośrednio zaangażowane w realizację tego procesu czy sekwencja działań w opracowanym

modelu jest zgodna z rzeczywistością oraz to, czy możliwe było uwzględnienie w nim wszystkich wielkości statystycznych opisujących badany proces. Osoby odpowiedzialne za weryfikację modelu, po sprawdzenia niezbędnych elementów, zdecydowały, że model ten spełnia założone wymagania. W związku z tym, przystąpiono do kolejnego etapu prac związanego ze sprawdzeniem czy opracowany model zwraca wiarygodne wyniki. W celu możliwości podjęcia decyzji co do wiarygodności opracowanego modelu, przedstawiciele szpitala zdecydowali się ocenić jego prawdziwość w kontekście porównania wartości wskaźnika średniego czasu realizacji procesu uzyskanego z modelu symulacyjnego z wartością tego wskaźnika wygenerowaną z systemu rzeczywistego. Aby umożliwić walidację modelu, niezbędne było przeprowadzenie symulacji komputerowej badanego procesu, dzięki której została wyznaczona obecna efektywność w kontekście analizowanego wskaźnika. Uzyskane wyniki eksperymentu symulacyjnego dla tego procesu zostały przedstawione w tabeli 27.

Tabela 27. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego - stan obecny

Nazwa KPI	Wartość	Jednostka
Średni czas pracy	49,4	Minuta

Opracowanie własne

Na podstawie zaprezentowanych rezultatów symulacji komputerowej, dokonano walidacji opracowanego rozwiązania. Zgodnie z zaproponowaną metodą badania, walidacja ta, przeprowadzona była wspólnie z osobami odpowiedzialnymi za realizacją badanego procesu. W efekcie analizy uzyskanych wskaźników podjęto decyzję, że model zwraca wiarygodne dane i będzie mógł być wykorzystany do prowadzenia na nim dalszych eksperymentów badawczych.

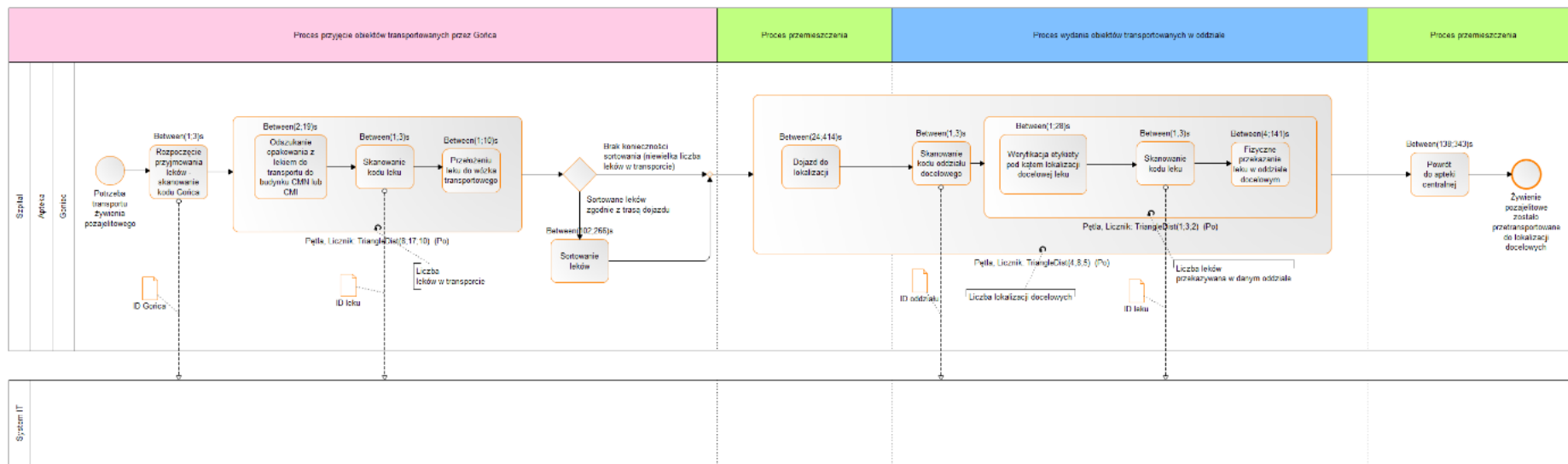
W kolejnym kroku badania zwalidowany model symulacyjny był wykorzystany do przetestowania wybranych propozycji zmian w procesie w kontekście zasadności ich wdrożenia. W tym celu w obecnie realizowanym procesie, zidentyfikowane zostały wąskie gardła procesowe, które miały wpływ na pojawiające się nieefektywności w badanym procesie. Obszary te związane były z następującymi działaniami:

- brakiem jakiegokolwiek potwierdzenia odbioru leku w aptece centralnej przez osobę odpowiedzialną za jej transport,
- ręcznym (podpis na dokumencie transportowym) potwierdzeniem dostarczenia leku do docelowego oddziału.

Przytoczone powyżej działania powodują, że szpital nie ma dostępu w czasie rzeczywistym do informacji czy dany produkt został dostarczony we właściwym czasie i do odpowiedniego

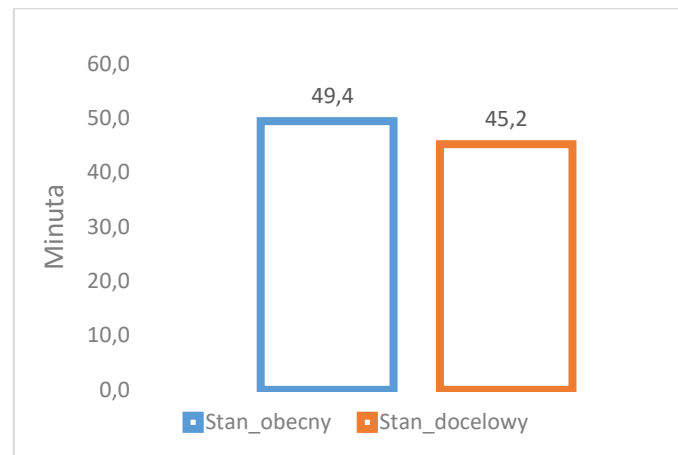
miejsca. Dodatkowo ręczne potwierdzanie dostarczenia leku powoduje, że proces ten podatny jest na błędy, które mogą prowadzić do utraty dokładności i rzetelności uzyskiwanych informacji. Ponadto wspomniane niedociągnięcia mogą mieć wpływ także na bezpieczeństwo pacjenta, z tego względu, że zwiększają ryzyko błędów w dostawie leków, co z kolei prowadzi do możliwości podania nieodpowiedniego leku pacjentowi.

W odpowiedzi na zidentyfikowane obszary do poprawy, zaproponowane zostało rozwiązanie, którego zasadność wdrożenia w dalszej części badania została zweryfikowana. Usprawnienie to oparte jest o wykorzystanie aplikacji mobilnej wspierającej proces przemieszczania leków. Wspomniane rozwiązanie polegałoby na tym, że za każdym razem, gdy następuje zmiana lokalizacji leku, zmiana ta odnotowywana byłaby w systemie. Rejestracja tych zdarzeń odbywałaby się przy użyciu aplikacji mobilnej poprzez skanowanie kodu leku oraz kodu lokalizacji. Dzięki temu informacja o bieżącym miejscu leku dostępna byłaby w systemie w czasie rzeczywistym. W celu możliwości przetestowania czy zaproponowana koncepcja pozytywnie wpływa na obecnie realizowany proces, niezbędne było zaprojektowanie jej przebiegu w formie modelu procesu (Rysunek 42).



Rysunek 42. Model procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego - wersja docelowa
Opracowanie własne

Następnie z uwagi na konieczność wyznaczenia efektywności zaproponowanego rozwiązania przeprowadzono dla niego testy symulacyjne. W celu umożliwienia oceny efektywności docelowego procesu, jego efektywność została przedstawiona w kontekście tego samego wskaźnika, co efektywność obecnie realizowanego procesu. Uzyskane wyniki eksperymentu symulacyjnego, zostały zaprezentowane na rysunku 43.



Rysunek 43. Wyniki symulacji procesów – średni czas pracy – żywienie pozajelitowe
Opracowanie własne

Na podstawie uzyskanych wyników symulacji procesu można stwierdzić, że zaproponowane rozwiązanie oparte o każdorazową systemową rejestrację przemieszczenia danego leku przyczyni się do poprawy jego efektywności czasowej. Jak pokazują uzyskane wyniki, spodziewa się, że zastosowanie aplikacji mobilnej wspierającej proces przemieszczania żywienia pozajelitowego spowoduje skrócenie średniego czasu realizacji tego procesu o około 4 minuty. Zaproponowana koncepcja zmiany procesu mogłaby znacząco poprawić także nadzór nad tym procesem. Ponadto zapewnienie ciągłego monitoringu bieżących dostaw umożliwiłoby natychmiastową reakcję na ewentualne błędy w dostawie. Dodatkowo, możliwość systemowego potwierdzenia odbioru produktu w miejscu docelowym, zwiększyłaby pewność co do należytego miejsca dostawy oraz jego punktualności. Warto podkreślić, że zastosowanie tego rozwiązania poprawiłoby efektywny monitoring przepływu dostarczanych leków oraz ograniczyłoby wykorzystanie dokumentacji papierowej w trakcie jego realizacji. Dlatego też rekomenduje się, aby szpital rozważył implementację aplikacji mobilnej, która wspierałaby proces wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego. W świetle przytoczonych faktów należy stwierdzić, że przeprowadzenie całej procedury badawczej pomogło w odpowiedzi na postawiony problem badawczy. Potwierdzając zasadność wykorzystania opracowanej metody badania procesu wewnętrznej dostawy z wykorzystaniem modelowania symulacyjnego w szpitalu, która może przyczynić się do wyeliminowania/ograniczenia dokumentacji papierowej w trakcie realizacji tego procesu.

6.3 Weryfikacja i walidacja opracowanego rozwiązania

W celu potwierdzenia zasadności realizacji badań zgodnie z opracowaną metodą, przeprowadzono kompleksowe badanie dla czterech wybranych procesów wewnętrznych dostaw. Zrealizowane prace w wybranej jednostce szpitalnej, dotyczyły badania wewnętrznego przemieszczania: leków cytotoksycznych, produktów leczniczych gotowych, wyrobów medycznych oraz żywienia pozajelitowego. Proces oceny weryfikacji i walidacji opracowanej metody został przeprowadzony w oparciu o stosowne kryteria, które ułatwiły podjęcie decyzji co do użyteczności wykorzystania opracowanej metody. W kontekście weryfikacji metody kryteria te zorientowane były na sprawdzeniu poprawności logicznej opracowanego modelu symulacyjnego. Z kolei kryteria przypisane do walidacji skoncentrowane były na ocenie przydatności opracowanego rozwiązania dla szpitala (Karkula, 2012; Mielczarek, 2009). Wszystkie zdefiniowane kryteria pomocne do oceny dokładności i użyteczności badanej metody zostały przedstawione w tabeli 28.

Tabela 28. Przyjęte kryteria weryfikacji i walidacji metody

Kryteria weryfikacji i walidacji metody
Weryfikacja
<ul style="list-style-type: none">• Czy udało się pozyskać wiarygodne i kompleksowe dane niezbędne do zbudowania modelu symulacyjnego?• Czy opracowany model symulacyjny odzwierciedla rzeczywistość realizowany przebieg procesu wewnętrznej dostawy?
Walidacja
<ul style="list-style-type: none">• Czy wyniki uzyskane z modelu są zgodne z rzeczywistymi danymi związanymi z badanym procesem wewnętrznej dostawy?• Czy opracowany model symulacyjny był pomocny w kontekście uzyskania odpowiedzi na postawiony problem badawczy?

Opracowanie własne na podstawie (Karkula, 2012; Mielczarek, 2009)

Otrzymane wyniki przeprowadzonego procesu weryfikacji i walidacji stanowią podsumowanie kompleksowej oceny przydatności opracowanej metody. W prezentowanym zestawieniu (Tabela 29) zostały zawarte wyniki, które stanowią podstawę do oceny dla analizowanych procesów w kontekście użyteczności wykorzystywania metody.

Tabela 29. Wyniki przeprowadzonego procesu weryfikacji i walidacji metody

Kryterium	Proces wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych	Proces wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego	Proces wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych	Proces wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych
Czy udało się pozyskać wiarygodne i kompleksowe dane niezbędne do zbudowania modelu symulacyjnego?	Tak	Tak	Tak	Tak
Czy opracowany model symulacyjny odzwierciedla rzeczywistość realizowany przebieg procesu wewnętrznej dostawy?	Tak	Tak	Tak	Tak
Czy wyniki uzyskane z modelu są zgodne z rzeczywistymi danymi związanymi z badanym procesem wewnętrznej dostawy?	Tak	Tak	Tak	Tak
Czy opracowany model symulacyjny był pomocny w podejmowaniu decyzji dotyczących zmian w badanym procesie?	Tak	Tak	Tak	Tak

Opracowanie własne

Zgodnie z uzyskanymi rezultatami (Tabela 29) należy stwierdzić, że proces weryfikacji i walidacji metody, który został przeprowadzony w kontekście zbadania zasadności zastosowania i użyteczności opracowanej metody został zrealizowany dla wszystkich badanych procesów. Kryteria, które zostały wyznaczone w celu możliwości oceny utylitarnego charakteru zastosowanej metody, zostały spełnione dla wszystkich badanych procesów wewnętrznych dostaw w szpitalu.

Pierwsze kryterium związane z możliwością pozyskania niezbędnych danych do budowy modelu symulacyjnego możliwe było do spełnienia dzięki wsparciu tego procesu poprzez narzędzie badawcze jakim była aplikacja mobilna przeznaczona do pozyskiwania danych ze szpitala. Narzędzie to zostało użyte w kontekście badania procesów wewnętrznych dostaw: leków cytotoksycznych, żywienia pozajelitowego, produktów leczniczych gotowych. Wsparcie etapu gromadzenia danych poprzez wykorzystanie opracowanego narzędzia związane było z potrzebą dostępu do brakujących danych, dotyczących czasów przemieszczania się gońców pomiędzy poszczególnymi oddziałami. Jedynie w przypadku badania procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych, podmiot, w którym realizowane było badanie dysponował wymaganym zakresem informacyjnym.

Biorąc pod uwagę kryterium drugie dotyczące możliwości odzwierciedlenia rzeczywistego przebiegu procesu wewnętrznej dostawy za pomocą modelu symulacyjnego, zostało ono spełnione także dla wszystkich badanych procesów. Dzięki zaangażowaniu w realizację badania osób bezpośrednio odpowiedzialnych za realizację tego procesu po stronie szpitala, możliwe było zamodelowanie procesu, który prezentował rzeczywistość panującą w szpitalu. Na tym etapie istotne było, aby opracowany model symulacyjny przedstawiał sekwencję działań, która była zgodna z zakresem i logiką wykonywanych działań. Potwierdzenie to wykazuje, że opracowane modele symulacyjne pozwalają odwzorowywać zróżnicowane zdarzenia występujące w badanych procesach.

Z kolei w kontekście kryteriów walidacji, pierwsze z nich związane było z możliwością uzyskiwania z modelu wyników zgodnych z rzeczywistymi danymi. Potwierdzenie spełnienia tego kryterium oznacza, że opracowane modele symulacyjne zwracają wiarygodne wyniki. W związku z tym należy stwierdzić, że wykorzystanie opracowanych modeli może posłużyć do przewidywania z dużym prawdopodobieństwem zachowywania się rzeczywistego systemu.

Ostatnim kryterium, które wzięto pod uwagę, było kryterium dotyczące możliwości wsparcia w podejmowaniu decyzji o zmianach w analizowanym procesie. Analogicznie jak w przypadku wcześniejszych kryteriów, w tym także przypadku kryterium to zostało spełnione

dla wszystkich badanych procesów. Spełnienie tego kryterium świadczy o użytecznym charakterze opracowanej metody. W związku z tym należy stwierdzić, że realizacja badania procesów zgodnie z opracowaną metodą dostarcza kluczowych informacji o analizowanym procesie oraz pozwala na testowanie różnych scenariuszy zmian.

Podsumowując etap weryfikacji i walidacji opracowanej metody badawczej należy stwierdzić, że przebiegł on pomyślnie. Wszystkie przedstawione kryteria, w kontekście oceny zasadności wykorzystania opracowanej metody, zostały spełnione dla wszystkich zbadanych procesów, co sugeruje, że jest ona użyteczna oraz zastosowanie jej może stanowić źródło nowej wiedzy o badanym procesie. Uzyskanie pozytywnych wyników weryfikacji świadczy także o jej zdolności do oddania złożonych zależności procesowych. Z kolei uzyskane pozytywne rezultaty przeprowadzonej walidacji świadczą, że opracowana metoda może być pomocna, w kontekście rozwiązywania problemów dotyczących procesów wewnętrznych dostaw w szpitalach. Wiarygodność oraz użyteczność opracowanej metody mogą stanowić podstawy do dalszego jej rozwoju oraz jej powszechnego praktycznego zastosowania, co z kolei może stanowić niezbędne narzędzie dla szpitali w kontekście poprawy efektywności procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu. Działania te umożliwiły realizację zadania siódmego (Z7) dotyczącego potwierdzenia użyteczności metody w warunkach rzeczywistych, stwierdzając, że opracowana metoda jest użyteczna w warunkach rzeczywistych.

Ponadto pozytywne wyniki etapu weryfikacji i walidacji metody dla wszystkich zbadanych procesów, świadczą o spełnieniu pierwszego aspektu kompleksowości realizacji badania zdefiniowanego jako: możliwość zastosowania metody dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu.

7 Podsumowanie

7.1 Wnioski końcowe

Realizacja prac badawczych przebiegła zgodnie z przyjętą metodyką (Tabela 1). W celu systematyzacji kluczowych pojęć, identyfikacji metod badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu oraz identyfikacji aspektów kompleksowości realizacji badania procesowego, dokonano przeglądu literaturowego, obejmującego polskie i zagraniczne publikacje.

Następnie, w oparciu o opracowany schemat realizacji procesu badawczego (Rysunek 3), zaprojektowano badanie eksperckie, mające na celu weryfikację zidentyfikowanych aspektów kompleksowości realizacji badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu. W rezultacie przeprowadzonego badania udzielono odpowiedzi na pierwsze pytanie badawcze (Jakie aspekty powinno się uwzględnić w metodzie kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu?) poprzez zdefiniowanie czterech aspektów kompleksowości realizacji badania procesów w szpitalu.

W celu zidentyfikowania deficytów poznawczych w literaturze dotyczącej metod kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalach, przeprowadzono analizę porównawczą zidentyfikowanych metod w kontekście uwzględnienia wybranych aspektów kompleksowości. W efekcie dokonanej analizy za deficyt poznawczy uznano fakt, że nie zidentyfikowano metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu, która charakteryzowałaby się kompleksowością rozumianą jako jednoczesne uwzględnienie czterech aspektów zdefiniowanych w ramach przeprowadzonych prac badawczych.

W dalszej kolejności, w oparciu o przeprowadzone badanie fokusowe, wybrano najodpowiedniejszą metodę modelowania symulacyjnego w kontekście zastosowania jej do analizy procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu. Rezultatem przeprowadzonego badania było wskazanie preferowanej metody. Tym samym uzyskane wyniki badania fokusowego pozwoliły udzielić odpowiedzi na postawione drugie pytanie badawcze (Jaką metodę symulacji procesów wybrać w kontekście badania procesu wewnętrznych dostawy w szpitalu?), stwierdzając, że najodpowiedniejszą metodą jest **symulacja zdarzeń dyskretnych**.

Wyżej przytoczone badania (wyznaczony deficyt poznawczy oraz wybrana metoda symulacji procesów) stanowiły podstawę do zbudowania metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu. Zrealizowane prace, w efekcie których została opracowana metoda wraz z jej szczegółowym opisem stosowania, pozwoliły udzielić odpowiedzi na trzecie pytanie badawcze (Jakie fazy realizacji należy uwzględnić podczas kompleksowego badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu?).

Istotny element prac wdrożeniowych stanowił etap weryfikacji i walidacji metody. Proces potwierdzenia użyteczności zastosowania metody w warunkach rzeczywistych został przeprowadzony w oparciu o realizację studium przypadku w wybranym szpitalu. Uzyskane pozytywne wyniki etapu weryfikacji i walidacji opracowanej metody świadczą o jej zdolności do odzwierciedlenia skomplikowanych zależności procesowych oraz o jej użyteczności w rozwiązywaniu problemów związanych z procesami wewnętrznymi dostaw w szpitalach.

W następstwie przeprowadzonej weryfikacji i walidacji opracowanego rozwiązania dokonano analizy, czy opracowana metoda uwzględnia każdy z założonych aspektów kompleksowości realizacji badania procesu wewnętrznymi dostaw w szpitalu (Tabela 30).

Tabela 30. Opracowana metoda w kontekście wyznaczonych aspektów kompleksowości

Aspekty metody	Ocena aspektu (Tak/Nie)
Możliwość zastosowania metody dla różnych obiektów transportowanych w szpitalu	Tak
Możliwość pozyskania danych (parametrów procesowych) do budowy modelu symulacyjnego	Tak
Możliwość uwzględnienia w badaniu procesów bezpośrednio powiązanych z procesem przemieszczania poszczególnych obiektów transportowanych	Tak
Możliwość badania dynamiki systemu - badanie efektywności analizowanego procesu w oparciu o Kluczowe Wskaźniki Efektywności	Tak

Źródło: Opracowanie własne

Zgodnie z rezultatami przedstawionymi w powyższej tabeli, należy stwierdzić, że opracowano metodę, która swoim zakresem będzie uwzględniać wszystkie aspekty kompleksowości realizacji badania procesów w szpitalu. Potwierdzono tym samym, że zrealizowano główny cel prac i opracowano metodę kompleksowego badania procesu wewnętrznymi dostaw w szpitalu.

Kompleksowość i użyteczność opracowanej metody mogą stanowić podstawę do jej dalszego rozwoju i szerokiego zastosowania w praktyce. Opracowane rozwiązanie może zatem stać się ważnym narzędziem dla szpitali w kontekście zwiększania efektywności procesów wewnętrznymi dostaw. W związku z powyższym należy stwierdzić, że zrealizowana praca badawcza wypełnia zidentyfikowany deficyt poznawczy i stanowi cenny wkład naukowy do dyscypliny nauk o zarządzaniu i jakości.

7.2 Utylitaryzm opracowanej metody

Opracowana metoda badania, której integralnym elementem jest model symulacyjny, stanowi narzędzie do badania i testowania różnych scenariuszy zmian w procesie wewnętrznej dostawy w placówkach medycznych. Szpitale, chcąc poprawić swoją efektywność lub rozwiązać pojawiające się problemy w zakresie przepływów materiałowych, będą mogły przekazać swoje zindywidualizowane dane, które zostaną przeanalizowane zgodnie z opracowaną metodą. W efekcie placówka medyczna otrzyma diagnozę procesu wewnętrznej dostawy w zakresie czasów trwania wewnętrznego transportu, terminowości dostaw, potencjalnych wąskich gardeł oraz obciążenia zasobów ludzkich zaangażowanych w realizację procesu. Dzięki wykorzystaniu metody, szpital będzie miała również możliwość testowania różnych wariantów przepływów obiektów transportowanych jeszcze przed wdrożeniem zmian w organizacji procesu, co wiąże się z ograniczeniem ryzyka przeprowadzenia nietrafionych oraz nadmiernie kosztowych zmian. Dodatkowo, opracowane rozwiązanie umożliwi wybranie przez placówkę medyczną rozwiązań charakteryzujących się zadowalającą efektywnością z punktu widzenia wybranych przez nią kryteriów.

7.3 Kierunki dalszych badań

W trakcie realizacji badań ujętych w niniejszej rozprawie doktorskiej zgromadzono bogaty materiał empiryczny oraz teoretyczny, który pozwolił na sformułowanie istotnych wniosków końcowych. Uzyskane rezultaty pracy kreują nowe perspektywy i pozwalają udostępnić nowatorskie narzędzie analityczne dla osób zajmujących się logistyką w szpitalach. Niemniej jednak, wyniki przeprowadzonych badań mogą stanowić jednocześnie wstęp do kolejnych rozważań w kontekście rozwoju metody oraz jej adaptacji do szerszych zastosowań, wymagając dalszej eksploracji. Doktorant kierunki dalszego rozwoju opracowanej metody dostrzega w działaniach, które zostały scharakteryzowane w poniższym podrozdziale.

Jednym z głównych kierunków dalszych badań jest przeprowadzenie **weryfikacji i walidacji metody dla szpitali różnego poziomu** (szpitale I stopnia; szpitale II stopnia; szpitale III stopnia; szpitale onkologiczne lub pulmonologiczne; szpitale pediatryczne; szpitale ogólnopolskie (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 kwietnia 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o działalności leczniczej, 2023)). Sprawdzenie to umożliwiłoby pełną ocenę, czy metoda jest użyteczna nie tylko w różnych warunkach organizacyjnych, ale także, czy mogą z niej z powodzeniem korzystać zarówno szpitale, zajmujące się podstawową opieką zdrowotną, jak i specjalistyczne placówki medyczne. Przeprowadzenie tego typu badań i potwierdzenie skuteczności metody

w jednostkach szpitalnych o zróżnicowanej specyfice działania z całą pewnością zwiększyłyby wiarygodność i akceptację opracowanej metody w środowisku medycznym.

Kolejnym potencjalnym kierunkiem dalszych badań jest **rozwój pierwszej fazy metody, zorientowanej na pozyskiwanie danych operacyjnych**. Realizacja studiów przypadku wykazała, że obecnie etap ten jest czasochłonny i wpływa na efektywność czasową stosowania metody w szpitalu. Autor niniejszej pracy dostrzega duży potencjał w wykorzystaniu narzędzi do automatyzacji sposobu zbierania danych o procesie. Wprowadzenie zaawansowanych technologii, takich jak Internet Rzeczy (ang. Internet of things - IoT), systemy oparte o wykorzystanie sensorów oraz oprogramowanie do automatycznego przetwarzania danych, może znacznie usprawnić ten etap, a tym samym przyczynić się do redukcji czasu i zasobów, potrzebnych do ich pozyskania.

Oprócz powyższego, autor zwraca uwagę, że przyszłe prace mogłyby być ukierunkowane na próbę **dostosowania opracowanej metody do innych sektorów gospodarki**, w których realizowane są procesy wewnętrznych dostaw, **takich jak np. produkcja**. Podjęcie próby adaptacji metody pozwoli na zbadanie jej możliwości implementacji w różnych kontekstach operacyjnych. Przeprowadzenie prac nad zastosowaniem metody w przedsiębiorstwach produkcyjnych może ukazać specyficzne wyzwania i wymagania, które należałoby uwzględnić, dążąc do zaprojektowania metody o wyższym stopniu uniwersalności, rozumianej jako możliwość jej stosowania w organizacjach o zróżnicowanej specyfice działania.

7.4 Ograniczenia rozwiązania

Pomimo wysiłków, włożonych w przygotowanie niniejszej rozprawy doktorskiej, autor jest świadomy, że ograniczenia są obecne we wszystkich pracach naukowych i w niniejszej dysertacji nie jest inaczej. Doktorant ograniczenia opracowanego rozwiązania dostrzega w następujących aspektach:

- parametry procesowe, którymi zostały zasilone modele symulacyjne zostały zebrane w oparciu o kilkudniową obserwację analizowanych procesów. Dostrzega się pewne ryzyko, że uzyskane rezultaty badania mogą nie odzwierciedlać pełnego obrazu analizowanych procesów, pomijając między innymi aspekt sezonowości lub też występujących tymczasowych zwiększonych zamówień na dostawy poszczególnych obiektów transportowanych,

- implementacja metody została przeprowadzona tylko jednym szpitalem. Wyniki uzyskane z pilotowego wdrożenia ograniczają możliwość zbadania potencjału wykorzystania metody również dla innych obszarów funkcjonowania szpitala,
- opracowane rozwiązanie koncentruje się na aspektach związanych z ułatwieniem decydom podejmowanie decyzji w zakresie wewnętrznych dostaw w szpitalu. Praktyka biznesowa często wskazuje, że istotne dla osób podejmujących decyzji jest nie tylko ukazanie samego kierunku zaproponowanych zmian, ale także możliwość doświadczenia tej zmiany, np. poprzez opracowanie prototypu ukazującego praktyczny charakter zaproponowanych zmian. Dlatego też autor niniejszej rozprawy sugeruje, aby dalszy rozwój opracowanej metody uwzględniały także możliwość budowy prototypowych rozwiązań.

Bibliografia

- Aagesen, G., & Krogstie, J. (2015). BPMN 2.0 for Modeling Business Processes. *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems*, 219–250. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_10
- Abt, S. (1998). *Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie*. PWE. <https://www.naukowa.pl/Ksiazki/zarzadzanie-logistyczne-w-przedsiębiorstwie-195558>
- Afnaria, Tulus, Mawengkang, H., & Wiryanto. (2020). An Optimization Model for Hospitals Inventory Management in Pharmaceutical Supply Chain. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(3), 324–332. <https://doi.org/10.5530/srp.2020.3.38>
- Aguilar-Savén, R. S. (2004). *Business process modelling: Review and framework*. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00102-6)
- Ahmadi-Javid, A., Jalali, Z., & Klassen, K. J. (2017). Outpatient appointment systems in healthcare: A review of optimization studies. *European Journal of Operational Research*, 258(1), 3–34. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.064>
- Ahmed, R., Hall, T., Wernick, P., Robinson, S., & Shah, M. (2008). Software process simulation modelling: A survey of practice. *Journal of Simulation*, 2(2), 91–102. Scopus. <https://doi.org/10.1057/jos.2008.1>
- Ahmed, S., Hawarna, S., Alqasmi, I., Mohiuddin, M., Rahman, M. K., & Ashrafi, D. M. (2024). Role of Lean Six Sigma approach for enhancing the patient safety and quality improvement in the hospitals. *International Journal of Healthcare Management*, 17(1), 52–62. <https://doi.org/10.1080/20479700.2022.2149082>
- Akerele, O. (2017). Software process simulation modelling for agile cloud software development projects: Techniques and applications. In *Strategic Engineering for Cloud Computing and Big Data Analytics* (pp. 119–139). Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52491-7_7
- Almagooshi, S. (2015). Simulation Modelling in Healthcare: Challenges and Trends. *Procedia Manufacturing*, 3, 301–307. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.155>
- Arenas, D., Lett, E., Klusaritz, H., & Teitelman, A. (2017). A Monte Carlo simulation approach for estimating the health and economic impact of interventions provided at a student-run clinic. *PLOS ONE*, 12, e0189718. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189718>
- Aroua, A., & Abdunour, G. (2018). Optimization of the emergency department in hospitals using simulation and experimental design: Case study. *Procedia Manufacturing*, 17, 878–885. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.140>
- Augusto, V., & Xie, X. (2009). Redesigning pharmacy delivery processes of a health care complex. *Health Care Management Science*, 12(2), 166–178. <https://doi.org/10.1007/s10729-008-9086-3>
- Avila, D., Santos, R., Mendling, J., & Thom, L. (2020). A systematic literature review of process modeling guidelines and their empirical support. *Business Process Management Journal, ahead-of-print*. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2019-0407>
- Ayers, J. B. (Ed.). (2000). *Handbook of Supply Chain Management*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420025705>
- Bagchi, P. K. (2001). *On Measuring Supply Chain Competency of Nations: A Developing Country Perspective*. Institute of Transport Studies, Australian Key Centre in Transport Management, the University of Sydney and Monash University.
- Banaszak, S. (2017). Fokus: Technika i jej zastosowanie w badaniach edukacyjnych. *Studia Edukacyjne*, 45, Article 45. <https://doi.org/10.14746/se.2017.45.2>

- Banerjea-Brodeur, M., Cordeau, J.-F., Laporte, G., & Lasry, A. (1998). Scheduling linen deliveries in a large hospital. *Journal of the Operational Research Society*, 49(8), 777–780. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600581>
- Barnes, S., Golden, B., & Price, S. (2013). Applications of Agent-Based Modeling and Simulation to Healthcare Operations Management. *International Series in Operations Research & Management Science*, 45–74.
- Barnett, M. W. (2003). *MODELING & SIMULATION IN BUSINESS PROCESS MANAGEMENT*. 10.
- Baron-Jaworska, A. (2023, April 2). Jak analiza przedwdrozeniowa usprawnia proces wdrożenia? | Blog. *Kotrak*. <https://kotrak.com/pl/blog/jak-analiza-przedwdrozeniowa-usprawnia-proces-wdrozenia/>
- Bartczak, K., & Barańska, A. (2015). Analiza wykorzystywania systemów informatycznych przez polskie szpitale. *Acta Universitatis Nicolai Copernici Oeconomia*, 46(2), Article 2. https://doi.org/10.12775/AUNC_ECON.2015.010
- Basnet, C. (2013). The measurement of internal supply chain integration. *Management Research Review*, 36(2), 153–172. <https://doi.org/10.1108/01409171311292252>
- Beaulieu, M., & Bentahar, O. (2021). Digitalization of the healthcare supply chain: A roadmap to generate benefits and effectively support healthcare delivery. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120717. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120717>
- Beier, F. J. (1995). *The management of the supply chain for hospital pharmacies: A focus on inventory management practices*. 16(2).
- Bert, J., & Sarrut, D. (2022). *Monte Carlo simulations for medical and biomedical applications* (pp. 23–53). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824349-7.00010-4>
- Betcheva, L., Erhun, F., & Jiang, H. (2020). Supply Chain Thinking in Healthcare: Lessons and Outlooks. *Manufacturing & Service Operations Management*, 23. <https://doi.org/10.1287/msom.2020.0920>
- Bezpieczeństwo pacjenta – poznaj swoje prawa*. (2024, April 2). Pacjent. <http://pacjent.gov.pl/aktualnosc/bezpieczenstwo-pacjenta-poznaj-swoje-prawa>
- Bhatti, M., Awan, H., & Razaq, Z. (2014). The key performance indicators (KPIs) and their impact on overall organizational performance. *Quality & Quantity*, 48. <https://doi.org/10.1007/s11135-013-9945-y>
- Bhosekar, A., Eksioglu, S., Işık, T., & Allen, R. (2021). A discrete event simulation model for coordinating inventory management and material handling in hospitals. *Annals of Operations Research*, 320, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03865-5>
- Białas, T., & Jasiński, M. (2022). Metoda Monte Carlo w zagadnieniach o dużej liczbie stopni swobody. *Studia Ekonomiczne. Gospodarka, Społeczeństwo, Środowisko*, 1/2022 (9), 102–110.
- Biesok, G., & Wyród-Wróbel, J. (2012). *Podejścia do tworzenia map procesów* (pp. 245–266).
- Bitkowska, A. (2017). Business Processes Modelling in Knowledge Management Perspective. *Przedsiębiorstwo We Współczesnej Gospodarce - Teoria i Praktyka*, nr 2, 7–16. <https://doi.org/10.19253/rem.2017.02.001>
- Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(Supplement 3), 7280–7287. <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>
- Brailsford, S., & Kunc, M. (2018). Hybrid simulation modelling in operational research: A state-of-the-art review. *European Journal of Operational Research*.

- Brennan, C. D. (1998). "Integrating the healthcare supply chain. *Healthcare Financial Management*, 52(1).
- Browning, T. R. (2010). On the alignment of the purposes and views of process models in project management. *Journal of Operations Management*, 28(4), 316–332. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.11.007>
- Bukowska-Piestrzyńska, A., Donski-Lesiuk, J., Karkowski, T., & Motowidlak, U. (2022a). *Adaptacyjność łańcuchów dostaw we współczesnej gospodarce. Studium na przykładzie produktów leczniczych i wyrobów medycznych*. <https://doi.org/10.18778/8220-789-7>
- Bukowska-Piestrzyńska, A., Donski-Lesiuk, J., Karkowski, T., & Motowidlak, U. (2022b). *Adaptacyjność łańcuchów dostaw we współczesnej gospodarce. Studium na przykładzie produktów leczniczych i wyrobów medycznych*. <https://doi.org/10.18778/8220-789-7>
- Camargo, M., Báron, D., Dumas, M., & González-Rojas, O. (2023). Learning business process simulation models: A Hybrid process mining and deep learning approach. *Information Systems*, 117, 102248. <https://doi.org/10.1016/j.is.2023.102248>
- Carroll, N. V., & Gagnon, J. P. (1984). Consumer demand for patient-oriented pharmacy services. *American Journal of Public Health*, 74(6), 609–611.
- Carter, C., Rogers, D., & Choi, T. (2015). Toward the Theory of the Supply Chain. *Journal of Supply Chain Management*, 51. <https://doi.org/10.1111/jscm.12073>
- Castro, C., Pereira, T., Sá, J. C., & Santos, G. (2020). Logistics reorganization and management of the ambulatory pharmacy of a local health unit in Portugal. *Evaluation and Program Planning*, 80, 101801. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2020.101801>
- Çavmak, D., & Aksoylu, S. (2024). What is the Cost of Logistics Activities in Healthcare Businesses? A Case Study of a Medical Centre in Türkiye. *Journal of Health Management*, 26, 442–448. <https://doi.org/10.1177/09720634241246904>
- Centrum e-Zdrowia. (2022). *Stan cyfryzacji ochrony zdrowia 2022, czyli daleko od EDM*. <https://blog.osoz.pl>
- Chambers, R. B. (2000). The Role of Mathematical Modeling in Medical Research: "Research Without Patients?" *The Ochsner Journal*, 2(4), 218–223.
- Chen, H., Mattioda, D., & Daugherty, P. (2007). Firm-Wide Integration and Firm Performance. *International Journal of Logistics Management*, The, 18, 5–21. <https://doi.org/10.1108/09574090710748144>
- Chojnacki, A., & Szwedo, O. (2010). Wybór systemu klasy ERP metodą AHP. *Biuletyn Instytutu Systemów Informatycznych*, 5, 13–22.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2006). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (3rd edition). Pearson College Div.
- Choudhary, R., & Riaz, N. (2023). A business process re-engineering approach to transform business process simulation to BPMN model. *PLOS ONE*, 18(3), e0277217. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277217>
- Christopher, M. (1999). *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service (Second Edition)* (London, Vol. 2). Prentice-Hall. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13675569908901575>
- Christopher, M. (2005). *Logistics and supply chain management: Creating value-adding networks*. Harlow ; New York : Financial Times Prentice Hall.

- Comis, M., Cleophas, C., & Büsing, C. (2021). Patients, primary care, and policy: Agent-based simulation modeling for health care decision support. *Health Care Management Science*, 24. <https://doi.org/10.1007/s10729-021-09556-2>
- Costa, J., Carvalho, M. S., & Nobre, A. (2015). Implementation of Advanced Warehouses in a Hospital Environment—Case study. *Journal of Physics: Conference Series*, 616, 012005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/616/1/012005>
- Couclelis, H. (2000). Modeling frameworks, paradigms, and approaches. *Geographic Information Systems and Environmental Modelling*.
- Coyle, J. J., Bardi, E. J., & Langley, C. J. (2003). *The management of business logistics: A supply chain perspective* (7th ed). South-Western/Thomson Learning. <http://catdir.loc.gov/catdir/enhancements/fy1514/2001055131-t.html>
- Currie, C. S. M., Fowler, J. W., Kotiadis, K., Monks, T., Onggo, B. S., Robertson, D. A., & Tako, A. A. (2020). How simulation modelling can help reduce the impact of COVID-19. *Journal of Simulation*, 14(2), 83–97. <https://doi.org/10.1080/17477778.2020.1751570>
- Curtis, B., Kellner, M. I., & Over, J. (1992). Process Modeling. *Communications of the ACM*, 35(9), 75–90. Scopus. <https://doi.org/10.1145/130994.130998>
- Czakon, W. (2018). Cechy strategii relacyjnych – wyniki badań eksperckich. *Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu*. <https://doi.org/10.15611/pn.2018.538.05>
- Czarkowski, J., & Strzelec, M. (2020). *Praca badawcza penitencjarysty – monografia naukowa—AWS - Akademia Wymiaru Sprawiedliwości*. Wyższej Szkoły Kryminologii i Penitencjarystyki. <https://aws.edu.pl/praca-badawcza-penitencjarysty-monografia-naukowa/>
- Dąbrowski, J. (2017). *ZINTEGROWANY ŁAŃCUCH DOSTAW - WSPÓŁCZESNA KONCEPCJA ZARZĄDZANIA* (pp. 9–26).
- Davahli, M. R., Karwowski, W., & Taiar, R. (2020). A System Dynamics Simulation Applied to Healthcare: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 5741. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165741>
- Davenport, T. H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Harvard Business Press.
- de Vries, J., & Huijsman, R. (2011). Supply chain management in health services: An overview. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(3), 159–165. <https://doi.org/10.1108/13598541111127146>
- Demińska-Cyran, I. (2005). *INTERNAL AND EXTERNAL SUPPLY CHAIN OF HOSPITAL*. 1(5).
- Detyna, B. (2015). Monitorowanie procesów logistycznych szpitala w procesie doskonalenia jakości usług medycznych. *Studia Ekonomiczne*, 249, 255–270.
- Dobrzańska, M., Dobrzański, P., & Śmieszek, M. (2013). MODERN LOGISTICS IN HEALTH SERVICE. *Modern Management Review*. <https://doi.org/10.7862/rz.2013.mmr.28>
- Doudareva, E., & Carter, M. (2022). Discrete event simulation for emergency department modelling: A systematic review of validation methods. *Operations Research for Health Care*, 33, 100340. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2022.100340>
- Drejewicz, S. (2012). *Zrozumieć BPMN. Modelowanie procesów biznesowych*. Helion.
- Droge, C., Jayaram, J., & Vickery, S. K. (2004). The effects of internal versus external integration practices on time-based performance and overall firm performance. *Journal of Operations Management*, 22(6), 557–573. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.08.001>
- Droge, C., Vickery, S. K., & Jacobs, M. A. (2012). Does supply chain integration mediate the relationships between product/process strategy and service performance? An empirical study.

- International Journal of Production Economics*, 137(2), 250–262.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.02.005>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Duque-Urbe, Sarache, & Gutiérrez. (2019). Sustainable Supply Chain Management Practices and Sustainable Performance in Hospitals: A Systematic Review and Integrative Framework. *Sustainability*, 11(21), 5949. <https://doi.org/10.3390/su11215949>
- Durlik, I. (2007). *Inżynieria zarządzania*. Agencja Wydawnicza Placet. <https://ksiegarnia.pwn.pl/Inzynieria-zarzadzania-czesc-1,68735429,p.html>
- Ebrahim, A. J., Teni, F. S., & Yimenu, D. K. (2019). Unused and Expired Medications: Are They a Threat? A Facility-Based Cross-Sectional Study. *Journal of Primary Care & Community Health*, 10, 2150132719847857. <https://doi.org/10.1177/2150132719847857>
- Elia, E., Ge, S., Bergersen, L., Thiagarajan, R., Thornton, J., Sleeper, L., Fynn-Thompson, F., Mathieu, D., & Alexander, P. (2022). A Monte Carlo Simulation Approach to Optimizing Capacity in a High-Volume Congenital Heart Pediatric Surgical Center. *Frontiers in Health Services*, 1. <https://doi.org/10.3389/frhs.2021.787358>
- England, T., Gartner, D., Ostler, E., Harper, P., Behrens, D., Boulton, J., Bull, D., Cordeaux, C., Jenkins, I., Lindsay, F., Monk, R., & Watkins, L. (2021). Near real-time bed modelling feasibility study. *Journal of Simulation*, 15, 261–272. <https://doi.org/10.1080/17477778.2019.1706434>
- Ettlie, J. E., & Reza, E. M. (1992). Organizational Integration and Process Innovation. *Academy of Management Journal*, 35(4), 795–827. <https://doi.org/10.5465/256316>
- Faeghi, S., Lennerts, K., & Nickel, S. (2021). A system dynamics model application to operating room planning and management. *Journal of Simulation*, 17, 1–18. <https://doi.org/10.1080/17477778.2021.1932622>
- Fahimnia, B., Zanjirani Farahani, R., & Sarkis, J. (2013). Integrated aggregate supply chain planning using memetic algorithm – A performance analysis case study. *International Journal of Production Research*, 51, 5354–5373. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.774492>
- Felea, M., & Albastroiu Nastase, I. (2013). Defining the Concept of Supply Chain Management and its Relevance to Romanian Academics and Practitioners. *Amfiteatru Economic*, 15, 74–88.
- Fertsch, M. (2016). *Słownik terminologii logistycznej*. INSTYTUT LOGISTYKI I MAGAZYNOWANIA. https://papierniczy.pl/k,ks_547154,Słownik-terminologii-logistycznej-Fertsch-Marek.html
- Fishman, G. (1981). *Symulacja komputerowa. Pojęcia i metody*. (I). Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Fitzgerald, K., Pelletier, L., & Reznick, M. A. (2017). A Queue-Based Monte Carlo Analysis to Support Decision Making for Implementation of an Emergency Department Fast Track. *Journal of Healthcare Engineering*, 2017, 6536523. <https://doi.org/10.1155/2017/6536523>
- Fliegner, W. (2017). Metoda identyfikacji i analizy procesów biznesowych. *Studia Ekonomiczne / Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach*, nr 333, 49–62.
- Flynn, B. B., Huo, B., & Zhao, X. (2010). The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach. *Journal of Operations Management*, 28(1), 58–71. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.06.001>
- Frankowska, M. (2014). Łańcuchy dostaw: Istota, klasyfikacja i percepcja. *Logistyka*, nr 6, 14151–14157, CD 6.

- Frankowska, M. (2015). ŁAŃCUCH LOGISTYCZNY, ŁAŃCUCH DOSTAW I ŁAŃCUCH WARTOŚCI - PRÓBA USYSTEMATYZOWANIA KONCEPCJI. *ZNUS Problemy Transportu i Logistyki*, 885, 77–91.
- Frichi, Y., Jawab, F., & Boutahari, S. (2020). Modeling the impact of hospital logistics on quality of care and patient satisfaction: Results of a survey in three public healthcare facilities in Fez, Morocco. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13, 296. <https://doi.org/10.3926/jiem.3143>
- Gajda, J. (2001). *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*. C.H. Beck.
- Gajewska, T. (2016). Wybrane metody i wskaźniki pomiaru jakości usług logistycznych. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R. 17, nr 6, 1320–1326.
- Galvao Scheidegger, A. P., Fernandes Pereira, T., Oliveira, M. L., Banerjee, A., & Montevechi, J. A. B. (2018). An introductory guide for hybrid simulation modelers on the primary simulation methods in industrial engineering identified through a systematic review of the literature. *Computers & Industrial Engineering*, 124, 474–492. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.07.046>
- Gawin, B., & Marcinkowski, B. (2013). *Symulacja procesów biznesowych. Standardy BPMS i BPMN w praktyce*. Helion.
- Gawlik, R. (2016). Stratyfikacja próby badawczej i dobór ekspertów na przykładzie modelu decyzyjnego opartego na metodzie AHP. *Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae.*, 20, 193–200.
- Gawrońska, A. (2018). The role of process-based approach in shaping the logistics of e-services in hospitals. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 2018(128), 99–108. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2018.128.8>
- Gawrońska-Błaszczyk, A. (2016). *Zarządzanie procesem przepływu produktów leczniczych w szpitalu*. Management of medicinal products flow in a hospital. 269.
- Gayer, B. D., Marcon, É., Bueno, W. P., Wachs, P., Saurin, T. A., & Ghinato, P. (2020). Analysis of hospital flow management: The 3 R's approach. *Production*, 30, e20200033. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20200033>
- Gerami, J., Kiani Mavi, R., Farzipoor Saen, R., & Mavi, N. (2020). A novel network DEA-R model for evaluating hospital services supply chain performance. *Annals of Operations Research*, 324. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03755-w>
- Giaglis, G., Paul, R., & Doukidis, G. (2000). *Simulation For Intra- And Inter-Organisational Business Process Modelling*. <https://doi.org/10.1145/256562.256951>
- Gilaninia, S., Ganjinia, H., & Mahdikhahmahaleh, B. A. (2013). *DIFFERENCE BETWEEN INTERNAL AND EXTERNAL SUPPLY CHAIN RISKS ON ITS PERFORMANCE*.
- Gimenez, C., & Ventura, E. (2005). Logistics-production, logistics-marketing and external integration: Their impact on performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(1), 20–38. <https://doi.org/10.1108/01443570510572222>
- Goel, L., Liang, X., & Ou, Y. (1999). Monte Carlo simulation-based customer service reliability assessment. *Electric Power Systems Research*, 49(3), 185–194. [https://doi.org/10.1016/S0378-7796\(98\)00121-7](https://doi.org/10.1016/S0378-7796(98)00121-7)
- Gola, A. (2020). *Modelowanie i symulacja procesów wytwórczych*. Politechnika Lubelska.
- Gołębska, E. (2006). *Podstawy logistyki*. Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Kupieckiej.
- Gonul Kochan, C., Nowicki, D. R., Sauser, B., & Randall, W. S. (2018). Impact of cloud-based information sharing on hospital supply chain performance: A system dynamics framework. *International Journal of Production Economics*, 195, 168–185. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.10.008>

- Gordon, G. (1974). *SYMULACJA SYSTEMÓW*. WYDAWNICTWA NAUKOWO-TECHNICZNE.
- Gościński, J. (1982). *Sterowanie i planowanie*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne. <https://w.bibliotece.pl/512984/Sterowanie+i+planowanie>
- Govindan, K. (2013). Vendor-managed inventory: A review based on dimensions. *International Journal of Production Research*, 51(13), 3808–3835. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.751511>
- Grajewski, P. (2004). Organizacja procesowa—Współczesne wyzwanie. *Przegląd Organizacji*, 21–24. <https://doi.org/10.33141/po.2004.12.05>
- Grida, M., & Zeid, M. (2018). A system dynamics-based model to implement the Theory of Constraints in a healthcare system. *SIMULATION*, 95, 003754971878895. <https://doi.org/10.1177/0037549718788953>
- Griffin, A., & Hauser, J. R. (1996). Integrating R&D and marketing: A review and analysis of the literature. *Journal of Product Innovation Management*, 13(3), 191–215. [https://doi.org/10.1016/0737-6782\(96\)00025-2](https://doi.org/10.1016/0737-6782(96)00025-2)
- Grznár, P., Gregor, M., Krajčovič, M., Mozol, Š., Schickerle, M., Vavřík, V., Ďurica, L., Marschall, M., & Bielik, T. (2020). Modeling and Simulation of Processes in a Factory of the Future. *Applied Sciences*, 10(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/app10134503>
- Habib, Md. M., Chowdhury, F., Sabah, S., & Debnath, D. (2022). A Study on Hospital Supply Chain Management. *American Journal of Industrial and Business Management*, 12, 806–823. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2022.125042>
- Hammer, M., & Champy, J. (1996). *Reengineering w przedsiębiorstwie*. Neumann Management Institute.
- Harrison, A., & Hoek, R. (2010). *Zarządzanie logistyką*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A. <https://eki.pl/index.php?br1=120000&br2=120200&detailed=PWE860>
- Hell, M., & Petrić, L. (2021). System Dynamics Approach to TALC Modeling. *Sustainability*, 13(9), 4803. <https://doi.org/10.3390/su13094803>
- Helping businesses create and extend applications without coding*. (2023, April 22). Google Workspace Blog. <https://workspace.google.com/blog/product-announcements/helping-businesses-create-and-extend-applications-without-coding>
- Iannone, R., Lambiase, A., Miranda, S., Riemma, S., & Sarno, D. (2013). Modelling Hospital Materials Management Processes. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 15. <https://doi.org/10.5772/56607>
- iTransport by dir/active*. (2023). <https://www.diractive.eu/>. <https://www.diractive.eu/en/logistics/>
- Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L. K., & Young, T. (2010). Simulation in manufacturing and business: A review. *European Journal of Operational Research*, 203(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.06.004>
- Jarzynkowski, P., Książek, J., & Piotrkowska, R. (2016). Specyfika procesów logistycznych ochrony zdrowia w Polsce. *Logistyka*, 5.
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Waszkowski, R., Piechowski, M., & Wyczolkowski, R. (2018). *Implementing BPMN in Maintenance Process Modeling* (p. 309). https://doi.org/10.1007/978-3-319-67229-8_27
- Johansen, A. M. (2010). Monte Carlo Methods. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (pp. 296–303). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.01543-8>

- Jovanoski, B., Minovski, R., Voessner, S., & Lichtenegger, G. (2012). Combining system dynamics and discrete event simulations—Overview of hybrid simulation models. *Journal of Applied Engineering Science*, *10*, 135–142. <https://doi.org/10.5937/jaes10-2512>
- Kampa, A., Gołda, G., & Paprocka, I. (2017). Discrete Event Simulation Method as a Tool for Improvement of Manufacturing Systems. *Computers*, *6*, 10. <https://doi.org/10.3390/computers6010010>
- Karkula, M. (2012). Weryfikacja i walidacja dynamicznych modeli symulacyjnych procesów logistycznych. *Logistyka*, nr 2, CD 2, 717–726.
- Kassim, S. A., Gartner, J.-B., Labbé, L., Landa, P., Paquet, C., Bergeron, F., Lemaire, C., & Côté, A. (2022). Benefits and limitations of business process model notation in modelling patient healthcare trajectory: A scoping review protocol. *BMJ Open*, *12*(5), e060357. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-060357>
- Katsaliaki, K., & Mustafee, N. (2011). Applications of Simulation within the Healthcare Context. *JORS*, *62*, 1431–1451. <https://doi.org/10.1057/jors.2010.20>
- Kautsch, M. (2011). Cele systemu ochrony zdrowia a efektywność w ochronie zdrowia w Polsce. *Problemy Zarządzania*, 3/2011 (33), 62–78.
- Kawa, J. (2013). Metodologia, metodyka, metoda jako podstawa wyводу naukowego. *Legal System Studies*, *21*(21). <https://journals.indexcopernicus.com/publication/1294811/Jerzy-Kawa-Metodologia,-metodyka,-metoda>
- Kedar, D. S. (2024, February 13). Healthcare Data Management: What It Is, Its Challenges, and Opportunities. *Mobisoft Infotech*. <https://mobisoftinfotech.com/resources/blog/healthcare-data-management-challenges-and-solutions/>
- Kikolski, M. (2017). Study of Production Scenarios with the Use of Simulation Models. *Procedia Engineering*, *182*, 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.102>
- Kisperska-Moroń, D., & Krzyżaniak, S. (2009). *Logistyka*. Instytut Logistyki i Magazynowania.
- Koliński, A., Śliwczyński, B., & Golińska-Dawson, P. (2017). Metoda modelowania procesu oceny efektywności produkcji z wykorzystaniem standardu BPMN. *e-mentor*, *2* (69), 70–81.
- Kostrzewa, M. (2018). MODELE DOSKONAŁOŚCI W LOGISTYCE. *Research on enterprise in modern economy*, 61–73. <https://doi.org/10.19253/rem.2018.01.005>
- Koufteros, X., Vonderembse, M., & Jayaram, J. (2005). Internal and External Integration for Product Development: The Contingency Effects of Uncertainty, Equivocality, and Platform Strategy. *Decision Sciences*, *36*(1), 97–133. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2005.00067.x>
- Kowalik, W., Kusio, T., & Sołtysik, M. (2019). *Zarządzanie zasobami ludzkimi w realizacji projektów*.
- Krok, E. (2015). BUDOWA KWESTIONARIUSZAANKIETOWEGO A WYNIKI BADAŃ. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia Informatica*, *37*, 55–73. <https://doi.org/10.18276/si.2015.37-05>
- Król, E. (2015). *Raport z przebiegu badań eksperckich [Doskonały praktyk]*. Instytut Nauk Społeczno-Ekonomicznych sp. z o.o.
- Krzywy, J. J., & Hell, M. (2022). Classification of Process from the Simulation Modeling Aspect—System Dynamics and Discrete Event Simulation. In J. Machado, F. Soares, J. Trojanowska, S. Yildirim, J. Vojtěšek, P. Rea, B. Gramescu, & O. O. Hrybiuk (Eds.), *Innovations in Mechatronics Engineering II* (pp. 86–97). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09385-2_8
- Kunc, M. (2017). System dynamics: A soft and hard approach to modelling. *2017 Winter Simulation Conference (WSC)*, 597–606. <https://doi.org/10.1109/WSC.2017.8247818>

- Kutin, A., Dolgov, V., Podkidyshev, A., & Kabanov, A. (2018). *Simulation Modeling of Assembly Processes in Digital Manufacturing*. 67, 470–475. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.246>
- Lai, K.-H., Wong, C. W. Y., & Cheng, T. C. E. (2008). A coordination-theoretic investigation of the impact of electronic integration on logistics performance. *Information & Management*, 45(1), 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.im.2007.05.007>
- Lane, D. (2008). System Dynamics Mapping of Acute Patient Flows. *Journal of the Operational Research Society*, 59, 213–224.
- Lapierre, S. D., & Ruiz, A. B. (2007). Scheduling logistic activities to improve hospital supply systems. *Computers & Operations Research*, 34(3), 624–641. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2005.03.017>
- Latuszynska, M. (2015). MODELOWANIE I SYMULACJA W ZARZĄDZANIU PRODUKCJĄ. *Przegląd Organizacji*, 51–57. <https://doi.org/10.33141/po.2015.12.07>
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (1991). *Simulation modeling and analysis*. McGraw-Hill, Inc.
- LeMay, S., Helms, M., Kimball, B., & McMahon, D. (2017). Supply Chain Management: The Elusive Concept and Definition. *The International Journal of Logistics Management*, 28. <https://doi.org/10.1108/IJLM-10-2016-0232>
- Levy, G. (2008). *Computational finance using C and C#*. Elsevier.
- Lin, W.-Y., Lee, T.-R., Sinnarong, N., Sebastian, S. G., & Wang, C.-Y. (2022). Key tactics analysis of hospital operation and management by different management levels: A case study in Taiwan. *International Journal of Healthcare Management*, 15(2), 142–151. <https://doi.org/10.1080/20479700.2020.1868865>
- Lisek-Michalska, J. (2013). *Badania fokusowe. Problemy metodologiczne i etyczne*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. <https://doi.org/10.18778/7525-896-7>
- Liu, Y., Wu, R., & Yang, A. (2023). Research on Medical Problems Based on Mathematical Models. *Mathematics*, 11(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/math11132842>
- López-Pintado, O., & Dumas, M. (2022). Business Process Simulation with Differentiated Resources: Does it Make a Difference? In C. Di Ciccio, R. Dijkman, A. del Río Ortega, & S. Rinderle-Ma (Eds.), *Business Process Management* (pp. 361–378). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16103-2_24
- Łuczak, A., & Wysocki, F. (2008). Wykorzystanie analitycznego procesu hierarchicznego w analizie systemu motywacyjnego przedsiębiorstwa transportowego. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, (10), 47–60.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2010). Tutorial on agent-based modelling and simulation. *Journal of Simulation*, 4(3), 151–162. <https://doi.org/10.1057/jos.2010.3>
- Maciąg, A., Pietroń, R., & Kukła, S. (2013). *Prognozowanie i symulacja w przedsiębiorstwie (I)*. PWE. <https://www.pwe.com.pl/ksiazki/metody-ilosciowe/prognozowanie-i-symulacja-w-przedsiębiorstwie,p476498318>
- Maciejewski, G. (2016). The use of the expert's evaluation method in the research of directions of trade and services development. *Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu*. <https://doi.org/10.15611/pn.2016.459.04>
- Madelin, G., & Lahrichi, N. (2019). Modeling and improving the logistic distribution network of a hospital. *International Transactions in Operational Research*, 28(1), 70–90. <https://doi.org/10.1111/itor.12697>

- Mahboub, H., Sadok, H., Chehri, A., & Saadane, R. (2023). Measuring the Digital Transformation: A Key Performance Indicators Literature Review. *Procedia Computer Science*, 225, 4570–4579. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.455>
- Makiela, D. (2023, September 26). *Data collection (data gathering): Methods, benefits and best practices*. <https://www.future-processing.com/blog/data-collection-data-gathering-methods-benefits-and-best-practices/>
- Makumbe, W. (2016). Predictors of effective change management: A literature review. *African Journal of Business Management*, 10, 585–593. <https://doi.org/10.5897/AJBM2016.8208>
- Marquès, G., Thierry, C., Lamothe, J., & Gourc, D. (2010). A review of Vendor Managed Inventory (VMI): From concept to processes. *Production Planning & Control*, 21(6), 547–561. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.488937>
- Matuszak-Flejszman, A. (2016). Korzyści z wdrożenia EMAS w kontekście zarządzania procesowego. *Studia Oeconomica Posnaniensia*, 4(12), 20–45. <https://doi.org/10.18559/SOEP.2016.12.2>
- Melo, T. (2012). *A note on challenges and opportunities for Operations Research in hospital logistics*.
- Mentzer, J., Dewitt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., & Zacharia, Z. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Metzger, J., Welebob, E., Bates, D. W., Lipsitz, S., & Classen, D. C. (2010). Mixed Results In The Safety Performance Of Computerized Physician Order Entry. *Health Affairs*, 29(4), 655–663. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2010.0160>
- Mielczarek, B. (2009). Modelowanie symulacyjne w zarządzaniu: Symulacja dyskretna. In *Politechnika Wroclawska. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej*. <https://www.dbc.wroc.pl/dlibra/publication/30072/edition/27183>
- Mielczarek, B. (2016). Review of Modelling Approaches for Healthcare Simulation. *Oper Res Decis*, 26. <https://doi.org/10.5277/ord160104>
- Misiak, Z. (2023). *Modelowanie procesów biznesowych. BPMN 2.0 od podstaw*. Onepress. <https://onepress.pl/ksiazki/modelowanie-procesow-biznesowych-bpmn-2-0-od-podstaw-zbigniew-misiak,moprbi.htm>
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Moncka, R. M., Scannell, T. B., Ragatz, G. L., & Frayer, D. J. (2000). *New Product Development: Strategies for Supplier Integration*. ASQC/Quality Press.
- Moons, K., Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2019). Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains – A literature study. *Omega*, 82, 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.01.007>
- Morgan, J. S., Howick, S., & Belton, V. (2017). A toolkit of designs for mixing Discrete Event Simulation and System Dynamics. *European Journal of Operational Research*, 257(3), 907–918. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.016>
- Movahed, A. B., Movahed, A. B., & Nozari, H. (2024). Opportunities and Challenges of Smart Supply Chain in Industry 5.0. In *Information Logistics for Organizational Empowerment and Effective Supply Chain Management* (pp. 108–138). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0159-3.ch006>
- Mustapha, K., Gilli, Q., Frayret, J.-M., & Lahrichi, N. (2018). *Agent-Based Modelling and Simulation Framework for Health Care* (p. 197). https://doi.org/10.1007/978-3-319-69832-8_11
- Nachtmann, H., & Pohl, E. (2009). *The State of Healthcare Logistics Cost and Quality Improvement Opportunities*. Center for innovation in Healthcare Logistics.

- Nasiri, M., Ukko, J., Saunila, M., & Rantala, T. (2020). Managing the digital supply chain: The role of smart technologies. *Technovation*, 96–97, 102121. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102121>
- Nicholson, L., Vakharia, A., & Erenguc, S. (2004). Outsourcing inventory management decisions in healthcare: Models and application. *European Journal of Operational Research*, 154, 271–290. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00700-2](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00700-2)
- Nowak, F. (2023). *Metoda szybkiej transformacji procesów informacyjno-decyzyjnych*. Politechnika Poznańska.
- Nowak, F., Krzywy, J., & Statkiewicz, W. (2022). Study on the Impact of the Use of No-code Application on Internal Logistics Processes in a Company from the E-Commerce Industry—Process Analysis. *EUROPEAN RESEARCH STUDIES JOURNAL*, XXV, 59–71. <https://doi.org/10.35808/ersj/2936>
- Nowakowska-Grunt, J., & Sałek, R. (2014). Mathematical Methods in Planning Production Capacity as Exemplified by Enterprises of the Footwear Sector. *Applied Mechanics and Materials*, 718, 28–33. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.718.28>
- Object Management Group. (2013). *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0*. OMG.
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 kwietnia 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o działalności leczniczej, Dz. U. 2023 poz. 991 (2023).
- OpenAI. (2024). *ChatGPT (wersja GPT-4)*. <https://chat.openai.com/>
- Orehovački, T., Dušak, V., & Jadrić, M. (2007). *Choosing the most appropriate simulation method for business process modelling using AHP method*.
- OTIF i inne wskaźniki, które pomagają zwiększyć zyski w e-sklepie. | LinkedIn. (2023, April 2). https://www.linkedin.com/pulse/otif-i-inne-wska%C5%BAAniki-kt%C3%B3re-pomagaj%C4%85-zwi%C4%99kszy%C4%87-zyski-w-e-sklepie-/?trk=organization_guest_main-feed-card_feed-article-content&originalSubdomain=pl
- Parlińska, M., & Pietrych, Ł. (2016). AHP jako metoda ekonomii eksperymentalnej. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia Informatica*, 42, 51–59. <https://doi.org/10.18276/si.2016.42-05>
- Pasanen, S.-R. (2015). *Internal Supply Chain: Process and Performance Measurement Development*.
- Peppard, J., & Rowland, P. (1997). *RE-ENGINEERING*. GEBETHNER I S-KA. <https://www.ksiegarnia-fachowa.pl/wiecej.php?id=za-478>
- Petersen, K. J., Handfield, R. B., & Ragatz, G. L. (2005). Supplier integration into new product development: Coordinating product, process and supply chain design. *Journal of Operations Management*, 23(3), 371–388. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.07.009>
- Pilch, T., & Bauman, T. (2001). *Zasady badań pedagogicznych: Strategie ilościowe i jakościowe*. Żak.
- Pinna, R., Carrus, P., & Marras, F. (2014, August 18). *The Drug Logistics between Efficiency and Safety for Patients: The Experience of an Italian Region*. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Drug-Logistics-between-Efficiency-and-Safety-of-Pinna-Carrus/68662a79c9aa2e9c81b59428442d06ea8325f382>
- Polater, A., Bektas, C., & Demirdogen, S. (2014). An investigation of government and private hospitals' supply chain management. *2014 International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT)*, 115–119. <https://doi.org/10.1109/ICAdLT.2014.6864097>
- Polok, G., Wybrańczyk, K., Naramski, M., & Szromek, A. (2018). *Przebieg procesu zmian w organizacji—Przegląd wybranych koncepcji zmian*.

- Primo, M. A. M., & Amundson, S. D. (2002). An exploratory study of the effects of supplier relationships on new product development outcomes. *Journal of Operations Management*, 20(1), 33–52. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00080-8)
- Qiao, D., & Wang, Y. (2021). A review of the application of discrete event simulation in manufacturing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1802(2), 022066. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1802/2/022066>
- Ragatz, G. L., Handfield, R. B., & Scannell, T. V. (1997). Success factors for integrating suppliers into new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 14(3), 190–202. [https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(97\)00007-6](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(97)00007-6)
- Ragin-Skorecka, K., & Nowak, F. (2017). Process analysis as a tool for rationalization of the organization. *Studia i Prace WNEiZ*, 48, 77–88. <https://doi.org/10.18276/sip.2017.48/2-07>
- Rais, A., Alvelos, F., Figueiredo, J., & Nobre, A. (2018). Optimization of logistics services in hospitals. *International Transactions in Operational Research*, 25(1), 111–132. <https://doi.org/10.1111/itor.12370>
- Rakovska, M., & Mikova, S. (2018). A taxonomy of healthcare supply chain management practices. *Supply Chain Forum*, 19. <https://doi.org/10.1080/16258312.2017.1395276>
- Revilla, E., & Villena, V. H. (2012). Knowledge integration taxonomy in buyer–supplier relationships: Trade-offs between efficiency and innovation. *International Journal of Production Economics*, 140(2), 854–864. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.07.002>
- Rocha, L. A., & Rego, N. (2023). Reorganisation of the internal storage and distribution logistics in a hospital. *Procedia Computer Science*, 219, 1357–1364. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.421>
- Rosenzweig, E. D., Roth, A. V., & Dean, J. W. (2003). The influence of an integration strategy on competitive capabilities and business performance: An exploratory study of consumer products manufacturers. *Journal of Operations Management*, 21(4), 437–456. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(03\)00037-8](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(03)00037-8)
- Roy, S., Prasanna Venkatesan, S., & Goh, M. (2021). Healthcare services: A systematic review of patient-centric logistics issues using simulation. *Journal of the Operational Research Society*, 72(10), 2342–2364. <https://doi.org/10.1080/01605682.2020.1790306>
- Roy, S., Shah, B., & Gajjar, H. (2020). Application of Simulation in Healthcare Service Operations: A Review and Research Agenda. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 31, 1–23. <https://doi.org/10.1145/3427753>
- Ruan, K. (2019). Chapter 4—Cyber Risk Measurement in the Hyperconnected World. In K. Ruan (Ed.), *Digital Asset Valuation and Cyber Risk Measurement* (pp. 75–86). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812158-0.00004-1>
- Ruiz, M., Orta, E., & Sánchez, J. (2024). A simulation-based approach for decision-support in healthcare processes. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 136, 102983. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2024.102983>
- Rupnik, B., Narding, R., & Kramberger, T. (2019). Discrete Event Simulation of Hospital Sterilization Logistics. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 26(5). <https://doi.org/10.17559/TV-20180614102011>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—What it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences Int. J. Services Sciences*, 1, 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

- Salleh, S., Thokala, P., Brennan, A., Hughes, R., & Booth, A. (2017). Simulation Modelling in Healthcare: An Umbrella Review of Systematic Literature Reviews. *PharmacoEconomics*, 35(9), 937–949. <https://doi.org/10.1007/s40273-017-0523-3>
- Sansana, J., Joswiak, M. N., Castillo, I., Wang, Z., Rendall, R., Chiang, L. H., & Reis, M. S. (2021). Recent trends on hybrid modeling for Industry 4.0. *Computers & Chemical Engineering*, 151, 107365. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107365>
- Seifbarghy, M., & Pourebrahim Gilkalayeh, A. (2012). Supply chain integration under vendor managed inventory mode of operation considering stockout. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 1.
- Senarak, D., & Kritchanchai, D. (2020). 3PL Managed SPD-Based Logistics Management Model for Hospital Supply Chain: A Case Study of Hospital Supply Chain in Thailand. 479–483. <https://doi.org/10.1109/ICIEA49774.2020.9101921>
- Setiawan, I., & Purba, H. (2020). A Systematic Literature Review of Key Performance Indicators (KPIs) Implementation. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1, 200–208. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i3.79>
- Sherman, J. D., Souder, W. E., & Jensen, S. A. (2000). Differential effects of the primary forms of cross functional integration on product development cycle time. *Journal of Product Innovation Management*, 17(4), 257–267. [https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(00\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(00)00046-1)
- Sitek, T., & Gola, M. (2005). Klasyfikacja metod modelowania procesów biznesowych. In *Problemy wykorzystania informatyki w zarządzaniu: Monografia* (pp. 7–20).
- Skjøtt-Larsen, T., Schary, P. B., Mikkola, J. H., & Kotzab, H. (2007). *Managing the Global Supply Chain*. Copenhagen Business School Press. <https://research.cbs.dk/en/publications/managing-the-global-supply-chain-3>
- Smoleń, M. (2002). *Zarządzanie finansami, logistyka i marketing w samodzielnych publicznych zakładach opieki zdrowotnej: Wybrane problemy, aspekt teoretyczno-praktyczny*. Biuro ds. Zagranicznych Programów Pomocy w Ochronie Zdrowia.
- Snopkowski, R. (2005). Funkcje zmiennych losowych—Możliwości redukcji modeli stochastycznych, Część 1. *Górnictwo i Geoinżynieria*, R. 29, z. 2, 75–86.
- Soorapanth, S., Eldabi, T., & Young, T. (2023). Towards a framework for evaluating the costs and benefits of simulation modelling in healthcare. *Journal of the Operational Research Society*, 74(3), 637–646.
- Souza, L. (2009). Trends and approaches in Lean healthcare. *Leadership in Health Services*, 22, 121–139. <https://doi.org/10.1108/17511870910953788>
- Stajniak, M., & Koliński, A. (2015). Efektywność wykorzystania zasobów transportowych w łańcuchu dostaw. *Logistyka*, 2(1), 712–719.
- Stank, T., Crum, M., & Arango, M. (1999). Benefits of Interfirm Coordination in Food Industry Supply Chains. *Journal of Business Logistics*, 20, 21–42.
- Stempień, J. R., & Rostocki, W. A. (2013). Wywiady eksperckie i wywiady delfickie w socjologii – możliwości i konsekwencje wykorzystania. Przykłady doświadczeń badawczych. *Przegląd Socjologiczny*, 62(1), 87–100.
- Sufi, F. (2023). Algorithms in Low-Code-No-Code for Research Applications: A Practical Review. *Algorithms*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/a16020108>
- Supply Chain Glossary of Terms*. (2023, October 17). <https://www.logisticsbureau.com/supply-chain-glossary/>

- Sweeney, E. (2011). Towards a Unified Definition of Supply Chain Management: The Four Fundamentals. *IJAL*, 2, 30–48. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2773-4.ch004>
- Swink, M., Narasimhan, R., & Wang, C. (2007). Managing beyond the factory walls: Effects of four types of strategic integration on manufacturing plant performance. *Journal of Operations Management*, 25(1), 148–164. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.02.006>
- Szajczyk, M. (2019). Cyfryzacja w sektorze ochrony zdrowia w Polsce. In *Innowacje i cyfryzacja gospodarki*. Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach.
- Szeląg, K. (2017). *ZARZĄDZANIE LOGISTYKĄ PRZEDSIĘBIORSTWA A ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM DOSTAW*. 3(108).
- Szelągowski, M. (2015). Nowe metody zarządzania procesowego w ochronie zdrowia. *e-mentor*, 5 (62), 40–48.
- Tessarolo, P. (2007). Is Integration Enough for Fast Product Development? An Empirical Investigation of the Contextual Effects of Product Vision*. *Journal of Product Innovation Management*, 24(1), 69–82. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2006.00233.x>
- Todorović, M. L., Petrović, D. T., Mihić, M. M., Obradović, V. L., & Bushuyev, S. D. (2015). Project success analysis framework: A knowledge-based approach in project management. *International Journal of Project Management*, 33(4), 772–783. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.10.009>
- Tracy, M., Cerdá, M., & Keyes, K. M. (2018). Agent-Based Modeling in Public Health: Current Applications and Future Directions. *Annual Review of Public Health*, 39, 77–94. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-014317>
- Tulecki, A., & Król, S. (2007). Modele decyzyjne z wykorzystaniem metody Analytic Hierarchy Process (AHP) w obszarze transportu. *Problemy Eksploatacji*, nr 2, 171–179.
- Van Looy, A., & Bergh, J. (2018). The Effect of Organization Size and Sector on Adopting Business Process Management. *Business & Information Systems Engineering*, 60. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0491-3>
- Vancroonenburg, W., Esprit, E., Smet, P., & Berghe, G. V. (2016). *Optimizing internal logistic flows in hospitals by dynamic pick-up and delivery models*. 371–383. Scopus.
- Vázquez-Serrano, J. I., Peimbert-García, R. E., & Cárdenas-Barrón, L. E. (2021). Discrete-Event Simulation Modeling in Healthcare: A Comprehensive Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 12262. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212262>
- Vázquez-Serrano, J., & Peimbert-García, R. (2020). *System Dynamics Applications in Healthcare: A Literature Review*.
- Velasco, N., Moreno, J.-P., & Rebolledo, C. (2018). Logistics practices in healthcare organizations in Bogota. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 31(3), 519–533. <https://doi.org/10.1108/ARLA-08-2016-0219>
- Verstegen, E. (2016). *Scheduling internal transportation tasks for hospitals: FIxed versus ad hoc*. Tilburg University.
- Volland, J., Fügener, A., Schoenfelder, J., & Brunner, J. O. (2017). Material logistics in hospitals: A literature review. *Omega*, 69, 82–101. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.08.004>
- Vom Brocke, J., Schmiedel, T., Recker, J., Trkman, P., Mertens, W., & Viaene, S. (2014). Ten principles of good business process management. *Business Process Management Journal*, 20(4), 530–548. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2013-0074>

- Waller, D. L. (2003). *Operations Management: A Supply Chain Approach* (2nd edition). Cengage Learning EMEA.
- Wardziak, P. (2018). Diagnoza sytuacji ekonomicznej polskiego szpitalnictwa przy zastosowaniu analitycznych narzędzi finansowych. *Współczesne Problemy Ekonomiczne*, 18, 109–121. <https://doi.org/10.18276/wpe.2018.18-11>
- Waściński, T., & Zieliński, P. (2015). Efektywności procesu transportowego. *Systemy Logistyczne Wojsk*, z. 42, 221–236.
- Więcej firmowych oszczędności? Z konsolidacją zakupów! - Firma kupuje. (2015, November 23). ALEO.com. <https://aleo.com/pl/blog/wiecej-firmowych-oszczednosci-z-konsolidacja-zakupow/>
- Wolska, H. (2023). Model jako forma poznania naukowego. Próba zdefiniowania. *Prawo i Więź*, 2 (45). <https://doi.org/10.36128/PRIW.VI45.492>
- Woo, M. (2020). The Rise of No/Low Code Software Development—No Experience Needed? *Engineering*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.07.007>
- World Health Organization. (2017). *Patient safety: Making health care safer* (p. 20 p.) [Technical documents]. World Health Organization.
- Yadav, A., & Jayswal, S. C. (2018). Modelling of flexible manufacturing system: A review. *International Journal of Production Research*, 56(7), 2464–2487. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1387302>
- Yang, Y., Dong, L., Rong, H., & Wu, J. (2021). Optimization on Medical Material Distribution Management System Based on Artificial Intelligence Robot. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021. Scopus. <https://doi.org/10.1155/2021/5511299>
- Yu, W., Zhao, G., Liu, Q., & Song, Y. (2021). Role of big data analytics capability in developing integrated hospital supply chains and operational flexibility: An organizational information processing theory perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120417. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120417>
- Yuan, X.-M., & Xue, A. (2023). Supply Chain 4.0: New Generation of Supply Chain Management. *Logistics*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/logistics7010009>
- Zagajewski, A., & Saniuk, S. (2018). Key performance indicators in e-commerce. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 2018, 691–702. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2018.118.54>
- Zhang, X. (2018). Application of discrete event simulation in health care: A systematic review. *BMC Health Services Research*, 18(1), 687. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3456-4>
- Ziat, A., Sefiani, N., Azzouzi, H., & Reklaoui, K. (2024). A generic sustainable performance management system for hospital supply chain: Design & analysis. *Health Systems*, 13(2), 97–108. <https://doi.org/10.1080/20476965.2022.2155256>
- Ziat, A., Sefiani, N., Reklaoui, K., & Hamid, A. (2019). A generic framework for hospital supply chain. *International Journal of Healthcare Management*, 13, 1–8. <https://doi.org/10.1080/20479700.2019.1603415>

Spis rysunków

Rysunek 1. Szczegółowy obszar prac badawczych podjętych w pracy na przykładzie procesu przemieszania leków	11
Rysunek 2. Wyróżnione podprocesy w ramach procesu wewnętrznej dostawy	12
Rysunek 3. Metoda realizacji procesu badawczego	15
Rysunek 4. Zakres łańcucha dostaw.....	20
Rysunek 5. Zewnętrzny i wewnętrzny łańcuch dostaw w szpitalu	24
Rysunek 6. Wybrane podejścia do tematyki procesów w ramach wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu	25
Rysunek 7. Charakterystyka podejścia procesowego w kontekście wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu według Velasco, Moreno i Rebolledo.....	26
Rysunek 8. Charakterystyka podejścia procesowego w kontekście wewnętrznego łańcucha dostaw w szpitalu według Volland i inni.....	28
Rysunek 9. Schemat realizacji badania eksperckiego	43
Rysunek 10. Ważność aspektu w kontekście kompleksowości realizacji badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu	46
Rysunek 11. Zależności występujące pomiędzy procesem, modelem a symulacją.	52
Rysunek 12. Liczba publikacji z zakresu modelowania i symulacji procesów na przestrzeni ostatnich 20 lat.....	53
Rysunek 13. Przykład połączenia metody SD oraz DES	58
Rysunek 14. Przebiegu realizacji badania fokusowego.....	59
Rysunek 15. Opracowana struktura hierarchiczna analizowanego problemu decyzyjnego.....	61
Rysunek 16. Schemat przebiegu metody badania procesu wewnętrznych dostaw w szpitalu - widok ogólny.....	68
Rysunek 17. Faza I metody - pozyskiwania informacji – widok szczegółowy.....	70
Rysunek 18. Moduł I aplikacji	71
Rysunek 19. Moduł II aplikacji Opracowanie własne.....	71
Rysunek 20. Moduł III aplikacji Opracowanie własne	72
Rysunek 21. Moduł IV aplikacji Opracowanie własne	72
Rysunek 22. Faza II metody - modelowania procesu – widok szczegółowy	75
Rysunek 23. Ogólna idea walidacji modelu.....	81
Rysunek 24. Faza III metody - testowanie scenariuszy zmian w procesie – widok szczegółowy Opracowanie własne.....	83
Rysunek 25. Model procesu wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych – wersja obecna	89
Rysunek 26. Przykład sparametryzowanej czynności w rozkładzie jednolitym	91
Rysunek 27. Przykładowe zastosowanie rozkładu trójkątnego w modelu symulacyjnym	91
Rysunek 28. Model procesu wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych – wersja docelowa	94
Rysunek 29. Wyniki symulacji procesów - średni czas pracy - leki cytotoksyczne	95
Rysunek 30. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych - leki cytotoksyczne	95
Rysunek 31. Model procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych – wersja obecna	99
Rysunek 32. Wyniki symulacji procesów – średni czas cyklu – produkty lecznicze gotowe, budynek A	104
Rysunek 33. Model procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych - wersja docelowa.....	105
Rysunek 34. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych – produkty lecznicze gotowe, budynek A.....	106
Rysunek 35. Wyniki symulacji procesów – średni czas cyklu – produkty lecznicze gotowe, budynek B	106

Rysunek 36. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych - produkty lecznicze gotowe, budynek B.....	106
Rysunek 37. Model procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych - wersja obecna	109
Rysunek 38. Model procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych – wersja docelowa.....	113
Rysunek 39. Wyniki symulacji procesów - średni czas pracy – wyroby medyczne	114
Rysunek 40. Wyniki symulacji procesów – zaangażowanie zasobów osobowych – wyroby medyczne	115
Rysunek 41. Model procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego – wersja obecna.....	118
Rysunek 42. Model procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego - wersja docelowa.....	122
Rysunek 43. Wyniki symulacji procesów – średni czas pracy – żywienie pozajelitowe	123

Spis tabel

Tabela 1. Powiązanie między pytaniami i zadaniami badawczymi	14
Tabela 2 Przykłady definiowania terminu “łańcuch dostaw”	18
Tabela 3. Publikacje dotyczące badania procesów wewnętrznych dostaw w szpitalu.....	32
Tabela 4. Zestawienie przedstawiające zidentyfikowane publikacje wraz ze wskazaniem, czy dana publikacja uwzględnia dany aspekt kompleksowości realizacji badania.	49
Tabela 5 Zastosowanie metod symulacji w służbie zdrowia - przykłady	57
Tabela 6. Lista symboli wykorzystywana w trakcie realizacji badania AHP.....	62
Tabela 7. Macierz wartości wag dla poszczególnych kryteriów decyzyjnych.....	64
Tabela 8. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 1	64
Tabela 9. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 2.	64
Tabela 10. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 3.	65
Tabela 11. Macierz wartości wektora oceny dla kryterium decyzyjnego 4.	65
Tabela 12. Macierz wartości wektora uszeregowania badanych wariantów	65
Tabela 13. Elementy standardu BPMN 2.0. najczęściej stosowane podczas modelowania procesów.	76
Tabela 14. Zidentyfikowane problemy i wyznaczone cele wraz z przypisaniem ich do badanych procesów.....	86
Tabela 15. Przykładowe wartości parametrów, związanych z czasami trwania przemieszczania się Gońca z apteki centralnej do oddziałów docelowych	87
Tabela 16. Parametry procesowe wprowadzone do modelu - leki cytotoksyczne	90
Tabela 17. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy leków cytotoksycznych - stan obecny	92
Tabela 18. Przykładowe wartości parametrów pozyskane dla procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych	97
Tabela 19. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – produkty lecznicze gotowe, budynek A	100
Tabela 20. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – produkty lecznicze gotowe, budynek B	101
Tabela 21. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych – budynku A.....	102
Tabela 22. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy produktów leczniczych gotowych – budynku B.....	102
Tabela 23. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – wyroby medyczne.....	110
Tabela 24. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy wyrobów medycznych - stan obecny	111
Tabela 25. Scenariusze symulacyjne uwzględnione w ramach testowania zmian w procesie	114
Tabela 26. Parametry procesowe wprowadzone do modelu – żywienia pozajelitowe.....	119
Tabela 27. Uzyskane wyniki KPI dla procesu wewnętrznej dostawy żywienia pozajelitowego - stan obecny	120
Tabela 28. Przyjęte kryteria weryfikacji i walidacji metody.....	124
Tabela 29. Wyniki przeprowadzonego procesu weryfikacji i walidacji metody.....	125
Tabela 30. Opracowana metoda w kontekście wyznaczonych aspektów kompleksowości.....	129