



Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki


**REDAKCJA NAUKOWA
Maciej Szymczak**

WYDAWNICTWO UEP



**UNIWERSYTET
EKONOMICZNY
W POZNANIU**

**Logistyka
i zarządzanie
łańcuchem dostaw
w czasach
turbulencji,
zakłóceń
i niestabilnej gospodarki**



Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki

**REDAKCJA NAUKOWA
Maciej Szymczak**

WYDAWNICTWO UEP



**UNIwersytet
EKONOMICZNY
W POZNANIU**

Poznań 2025

Komitet Redakcyjny

*Barbara Borusiak, Szymon Cyfert, Bazyli Czyżewski, Aleksandra Gawel (przewodnicząca),
Tadeusz Kowalski, Piotr Lis, Krzysztof Malaga, Marzena Remlein, Eliza Szybowicz (sekretarz), Daria Wieczorek*

Recenzent


Maciej Urbaniak

Projekt okładki

Ewa Wąsowska

Redakcja i korekta

Marta Dobrecka

 Maciej Szymczak

Sugerowane cytowanie: Szymczak, M. (red.). (2025). *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach
turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1>

ISBN 978-83-8211-250-4

eISBN 978-83-8211-251-1

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1>

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Poznań 2025



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-
Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

WYDAWNICTWO UNIwersYTETU EKONOMICZNEGO W POZNANIU

ul. Powstańców Wielkopolskich 16, 61-895 Poznań

tel. 61 854 31 54, 61 854 31 55

<https://wydawnictwo.ue.poznan.pl>, e-mail: wydawnictwo@ue.poznan.pl

adres do korespondencji: al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań

Skład: Wydawnictwo eMPI²

Druk: Perfekt – Gaul i wspólnicy sp. j.

ul. Skórzewska 63, 60-185 Skórzewo

Spis treści

Wprowadzenie	9
---------------------------	----------

Maciej Szymczak

Odporność łańcuchów dostaw – czy sprawdzona i potwierdzona? Wpływ pandemii koronawirusa na łańcuchy dostaw i ich popandemiczna odbudowa w kierunku „nowej normalności”	11
Wstęp	12
1.1. Teoretyczne podstawy odporności łańcuchów dostaw	13
1.2. Łańcuchy dostaw w obliczu pandemii. Nieprzewidywany test odporności	16
1.3. Zmiany w zarządzaniu łańcuchem dostaw	19
1.4. Potwierdzona odporność łańcuchów dostaw	21
1.5. Popandemiczna odbudowa i transformacja łańcuchów dostaw	26
Podsumowanie	27
Bibliografia	28

Marta Warsewicz

Zarządzanie innowacjami w logistyce ostatniej mili w czasie pandemii COVID-19 – studium przypadku firmy Inpost.....	32
Wstęp	33
2.1. Pandemia.....	33
2.2. E-commerce w ostatniej mili.....	34
2.3. Rynek usług KEP w Polsce.....	36
2.4. Historia firmy InPost	38
2.5. Innowacje oraz działania firmy InPost	39
2.6. Innowacje w czasie pandemii.....	42
2.7. Skutki działań firmy InPost.....	44
Podsumowanie	46
Bibliografia	47

Joanna Kwiatek

Projektowanie doświadczeń pacjenta ważnym elementem dentystycznej opieki zdrowotnej w czasach zakłóceń.....	50
Wstęp	51
3.1. Projektowanie doświadczeń w podmiotach leczniczych.....	51

3.2. Wnioski z pandemii dla ciągłości działania kliniki stomatologicznej.....	61
Podsumowanie	63
Bibliografia	64
Załącznik.....	66

Rafał Jabłoński

Problem niedoboru kierowców zawodowych zakłócający przepływ towarów w łańcuchu dostaw	72
Wstęp	73
4.1. Problem niedoboru kierowców zawodowych.....	73
4.2. Popyt na towarowe przewozy drogowe a rynek pracy kierowców.....	76
4.3. Analiza problemu niedoboru kierowców.....	78
4.4. Próba oceny skali problemu. Metodyka badania.....	80
4.5. Analiza wyników badania	82
4.6. Działania zapobiegawcze.....	87
Podsumowanie	88
Bibliografia	89

Anna Gawrońska

Zdarzenia niepożądane w procesie świadczenia usług medycznych – perspektywa łańcucha dostaw.....	91
Wstęp	92
5.1. Zdarzenia niepożądane w procesie świadczenia usług medycznych ze szczególnym zwróceniem uwagi na nieterminowe dostarczenie opieki i brak ciągłości działań	93
5.2. Pandemia jako przykład czynnika przyczyniającego się do opóźnień w świadczeniu usług medycznych i zakłóceń w łańcuchach dostaw	96
5.3. Racjonalizacja łańcuchów dostaw w ochronie zdrowia jako narzędzia niwelującego negatywne skutki zakłóceń.....	99
Podsumowanie	102
Bibliografia	102

Zbigniew Bentyn

Strategiczne bariery logistyczne na przykładzie Mostu Krymskiego.....	106
Wstęp	107
6.1. Bariery logistyczne	109
6.2. Strategiczne bariery logistyczne: polityczna i militarna.....	111
6.3. Możliwości ominięcia logistycznej bariery militarnej.....	115
Podsumowanie	118
Bibliografia	119

Sofya Chashchina

Infrastruktura transportowa Afganistanu od połowy XX wieku do czasów obecnych. Analiza wpływu zniszczeń wojennych na tranzyt i handel międzynarodowy	121
Wstęp	122
7.1. Profil gospodarczo-transportowy Afganistanu	124
7.2. Inwestycje infrastrukturalne w Afganistanie realizowane przed konfliktem zbrojnym.....	127
7.3. Zniszczenia w wyniku działań wojennych oraz odbudowa infrastruktury	133
Podsumowanie	137
Bibliografia	138

Anna Lewandowska-Ciszek

Znaczenie symulacji procesów biznesowych dla projektowania odpornych łańcuchów dostaw.....	141
Wstęp	142
8.1. Istota symulacji.....	142
8.2. Opis procesu przed zmianą: charakterystyka problemu.....	147
8.3. Model symulacyjny.....	150
8.4. Rozwiązanie problemu: modelowanie wydajności linii produkcyjnej z wykorzystaniem symulacji – od wizji do rzeczywistości	155
Podsumowanie	158
Bibliografia	158

Mateusz Wyrembek

Uczenie maszynowe jako budulec łańcuchów dostaw odpornych na opóźnienia – podejście zorientowane na interesariuszy.....	160
Wstęp	161
9.1. Przegląd literatury	162
9.2. Metodyka.....	163
9.3. Eksperyment	169
Podsumowanie	174
Bibliografia	175

Spis tabel	178
-------------------------	------------

Spis rysunków	179
----------------------------	------------

Wprowadzenie

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/0>

 Maciej Szymczak

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
maciej.szymczak@ue.poznan.pl

Świat nie skąpi nam ostatnio wydarzeń, które zmieniają naszą rzeczywistość, powodują, że inaczej działamy, inaczej żyjemy, inaczej myślimy. Są to wydarzenia, które zmieniają nasze postrzeganie rzeczywistości, powodują obawy, skłaniają do refleksji i szczególnego dbania o przyszłość. Siła tych zmian jest bardzo duża, bo są to wydarzenia, których nie przewidywaliśmy, wydarzenia na dużą skalę, niezwykle obfite w skutki, powodujące zakłócenia w naszym funkcjonowaniu, destabilizujące gospodarkę. Tylko ostatnio współczesny świat dostarczył nam ogólnoswiatowej pandemii koronawirusa SARS-CoV-2, wojny w Ukrainie, zagrożeń terroryzmem i cyberprzestępczością czy plagą fake newsów. Staramy się być przygotowani na takie wydarzenia, jednak kolejne nas raczej zaskakują, stanowią często niezaliczony test odporności. Trzeba raczej przyjąć, że wpisały się one już w krajobraz współczesnego świata. O takich wydarzeniach mówimy często, że mają charakter wywrotowy (*disruptive*), bo wiele zmieniają – niweczą to, co osiągnęliśmy, osłabiają to, co wydawało się silne, potęgują poczucie niestabilności i każą spodziewać się niespodziewanego. Takie ujęcie szczególnie przyjęło się w biznesie. Wydarzenia te powodują, że firmy przestają istnieć, dochodzi do przejęć i fuzji. Firmy zmieniają strategię, modele biznesowe, strukturę czy nawet domenę działania. Podobnie jest z łańcuchami dostaw – zostają przerwane, zmienia się liczba i rola funkcjonujących w nich podmiotów, zmieniają się forma i sposób realizacji przepływów. Wymaga

Sugerowane cytowanie: Szymczak, M. (2025). Wprowadzenie. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 9–10). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/0>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

to innego podejścia do logistyki, innego gospodarowania zapasami, planowania transportu, nowego wymiaru nabiera też obsługa klienta. Menedżerom przyszło zarządzać firmami i łańcuchami dostaw w niezwykle turbulentnym i nieprzewidywalnym otoczeniu.

Niniejsze opracowanie dotyczy właśnie zarządzania łańcuchami dostaw w takim turbulentnym otoczeniu, w czasach zakłóceń i niestabilnej gospodarki. Nie traktuje ono wyłącznie o pandemii, o której wpływie na gospodarkę i biznes napisano już wiele. Autorzy podejmują problematykę różnych zagrożeń i zakłóceń dla funkcjonowania łańcuchów dostaw, a także szersze i pokrewne zagadnienia, które wpływają destabilizująco na gospodarkę i przez to na łańcuchy dostaw i logistykę. Teksty są dość mocno zróżnicowane, zarówno w zakresie przedmiotowym, o czym wspominałem wyżej, w zakresie branżowym, jak i w zakresie skali analizy, ale wszystkie skupiają się na zagrożeniach, zakłóceniach i szokach, które mają wpływ na logistykę i funkcjonowanie łańcuchów dostaw lub też dotyczą budowania odporności na tego typu zdarzenia, jej podtrzymywania i wzmacniania.

Układ tej pracy został pomyślany tak, aby najpierw przybliżyć zagadnienie odporności łańcuchów dostaw jako niezwykle ważnego współcześnie ich atrybutu, a także omówić trudy funkcjonowania łańcuchów dostaw w czasie pandemii SARS-CoV-2. Funkcjonowanie łańcuchów dostaw w czasie pandemii zostało następnie podjęte szczegółowo w dwóch aspektach: zarządzania innowacjami oraz świadczenia opieki zdrowotnej. W kolejnych rozdziałach autorzy podejmują problem niedoboru kierowców oraz występowania zdarzeń niepożądanych w świadczeniu usług medycznych jako zagrożeń dla łańcuchów dostaw. Kolejne rozdziały dotyczą kwestii strategicznych, infrastrukturalnych, geopolityki, a w szczególności zakłóceń spowodowanych zniszczeniami wojennymi. Pracę zamykają dwa rozdziały poświęcone narzędziom służącym budowaniu odpornych łańcuchów dostaw, a konkretnie symulacjom biznesowym oraz uczeniu maszynowemu.

Autorami rozdziałów są zarówno pracownicy Katedry Logistyki Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, jak i doktoranci, a także osoby związane z Katedrą Logistyki, reprezentujące inne ośrodki naukowe i biznes. Bardzo dziękuję wszystkim Autorom za podjęcie się opracowania wielu szczegółowych zagadnień oraz za świetną i niezwykle inspirującą współpracę przy tej monografii.

Maciej Szymczak

1

Odporność łańcuchów dostaw – czy sprawdzona i potwierdzona? Wpływ pandemii koronawirusa na łańcuchy dostaw i ich popandemiczna odbudowa w kierunku „nowej normalności”

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/1>

 Maciej Szymczak

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
maciej.szymczak@ue.poznan.pl

Supply chain resilience—tested and approved? The impact of coronavirus on supply chains and their post-pandemic recovery towards the “new-normal”

Abstract: The impact of SARS-CoV-2 pandemic varies across economies, industries and firms. One of the most visible effects of the pandemic which is widely reported and gains attention of scholars is supply chain disruptions. The pandemic impacted supply chains strongly, deeply and at an unprecedented scale as for now. In February 2024 “Fortune” reported that as many as 94% of the Fortune 1000 companies saw coronavirus supply chain disruptions. As the world is struggling through the second phase of the pandemic now, it is worthwhile investigating whether supply chains have passed the resilience test successfully during the outbreak of the pandemic. In the chapter the considerations are placed against the background of theoretical concepts of supply chain resilience and are supported by examples of supply chain disruptions and collapses we could observe. In addition, the purpose of the chapter is to assess the way, the pace and the direction of supply chain recoveries. The latter is likely to reveal several new business models, development strategies as well as potentially new research avenues all of which may have much to contribute businesses for gearing up for the post-pandemic world. All of this will show what we have learned so far and

Sugerowane cytowanie: Szymczak, M. (2025). Odporność łańcuchów dostaw – czy sprawdzona i potwierdzona? Wpływ pandemii koronawirusa na łańcuchy dostaw i ich popandemiczna odbudowa w kierunku „nowej normalności”. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 11–31). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/1>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

what needs to be done soon, and will help to answer the title question whether the resilience of contemporary supply chains has recently been properly tested and approved.

Keywords: supply chain resilience, supply chain disruptions, the impact of SARS-CoV-2 pandemic on supply chains, supply chains recovery.

Wstęp

Pandemia koronawirusa SARS-CoV-2 na dobre rozpoczęła się w marcu 2020 roku. Dotknęła większość krajów. Od tego czasu wiele już napisano na temat wpływu pandemii na gospodarkę, poszczególne sektory przemysłu, branże, podmioty gospodarcze i zachowania konsumentów. Dużo miejsca poświęcono w tych opracowaniach także łańcuchom dostaw. Pisano, że wiele z nich zostało przerwanych, że teraz trzeba poddać je przebudowie, że trzeba na nowo podejść do ich projektowania. Pisano o tym, jak będzie wyglądało gospodarowanie i prowadzenie biznesu po pandemii, jaki będzie nowy styl naszego życia. Snute są w tym zakresie różne wizje. Jedne bardziej optymistyczne, inne mniej. Wykreowane zostało pojęcie „nowej normalności”, do której rzekomo przeszliśmy po pandemii. Owo enigmatyczne pojęcie łączy w sobie zarówno przesłanie o negatywnych skutkach pandemii, jak i skutkach pozytywnych. Opracowania te w większości są oparte na rzeczowej analizie sytuacji, jednak nikt nie mógł dokładnie przewidzieć, w jaki sposób będziemy budować ową nową normalność. Dopiero teraz, wiele miesięcy po zakończeniu pandemii, można rzetelnie ocenić sytuację.

W niniejszym opracowaniu skupię się jedynie na podsumowaniu okresu pandemii i na bieżących obserwacjach. Ich przedmiotem oraz przedmiotem zawartych tu rozważań są łańcuchy dostaw. Kryzys pandemii SARS-CoV-2 jest punktem wyjścia do dyskusji na temat odporności łańcuchów dostaw. Pandemia, jej siła i przebieg były testem odporności łańcuchów dostaw na niespodziewane i nagłe zagrożenie na wielką skalę. Temat pandemii COVID-19 – wciąż obecny w światowym piśmiennictwie i w mediach – zbiega się z problematyką odporności łańcuchów dostaw, która od dłuższego czasu stanowi aktualne zagadnienie z zakresu zarządzania. Wpisuje się ono także w kontekst konkurencyjności łańcuchów dostaw oraz ewolucji tych struktur kooperacyjnych. Pandemia z jednej strony jest testem, ale z drugiej stanowi motor zmian w zakresie funkcjonowania łańcuchów dostaw, które to zmiany powinny skutkować wzrostem ich odporności. Jak stwierdził Friedman (1982, s. ix), „tylko kryzys – rzeczywisty lub domniemany – powoduje prawdziwą zmianę”. Przedsiębiorstwa – ogniwa łańcuchów dostaw – wdrożyły wiele różnych zmian, przegrupowały zasoby, wprowadziły nowe procesy oraz opracowały nowe działania. Nie zawsze istnieje możliwość dokonania rzetelnej oceny skuteczności tych zmian, jest jednak możliwość ich obserwacji, analizy i omówienia – co właś-

nie zostanie przedstawione w rozdziale. Warto to robić choćby w kontekście antycypowania sposobów funkcjonowania łańcuchów dostaw i kierunków ich rozwoju w kolejnych latach po pandemii.

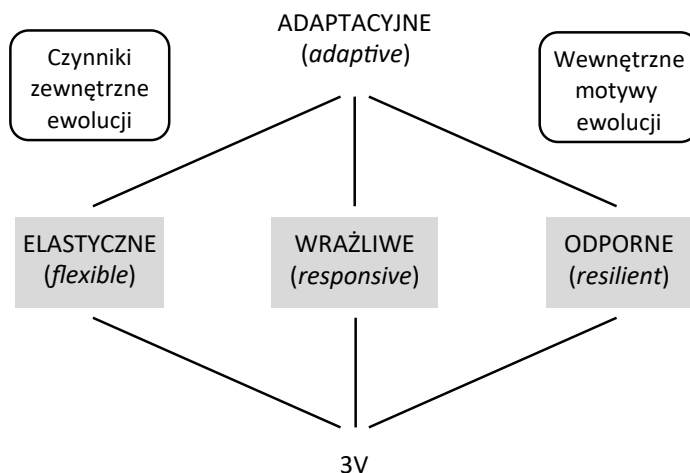
1.1. Teoretyczne podstawy odporności łańcuchów dostaw

Zagadnienie odporności łańcuchów dostaw zyskało już solidną podbudowę teoretyczną. Pojawiły się także opracowania naukowe dotyczące zachowania się łańcuchów dostaw w różnego typu katastrofach. Dostarczają one wielu danych empirycznych. Można powiedzieć, że stanowią podwaliny pod opracowanie kompleksowych podstaw teoretycznych w zakresie zarządzania łańcuchami dostaw w obliczu katastrof (*disaster supply chain management*). Dotyczą przede wszystkim zarządzania łańcuchem dostaw leków, żywności i innych najpotrzebniejszych dóbr w ramach akcji pomocowych organizowanych na skutek katastrof naturalnych¹. Jest to zakres tematyczny mieszczący się w ramach wyraźnie już wyłonionej subdyscypliny zarządzania humanitarnymi łańcuchami dostaw, która także w kraju doczekała się opracowań zwartych (Marcinkowski, 2019). Nie ma wątpliwości, że pandemię koronawirusa, która rozpoczęła się (wówczas jeszcze jako epidemia) w listopadzie 2019 roku w chińskim mieście Wuhan, można traktować w podobnych kategoriach – jako rodzaj katastrofy naturalnej. Wymagała ona organizowania specjalnych łańcuchów dostaw sprzętu medycznego (na przykład respiratorów), materiałów medycznych (na przykład maseczek i płynu do dezynfekcji) czy później szczepionek na COVID-19 w poszczególnych rejonach globu.

Odporne łańcuchy dostaw to takie, które potrafią unikać zakłóceń albo zmniejszać ich dotkliwość, jeśli wystąpią, i które dostosowują swoje strategie i operacje do zmian w otoczeniu w celu ograniczenia ryzyka utraty zdolności działania (Boin i in., 2010). Odporność łańcuchów dostaw może mieć wymiar proaktywny, jeśli odpowiednie działania są podejmowane w łańcuchu dostaw przed zaistnieniem sytuacji kryzysowej, albo reaktywny – kiedy są podejmowane w celu odzyskania pierwotnej zdolności działania po zaistnieniu sytuacji kryzysowej (Välikangas, 2010). Budowanie odporności można dzisiaj zaklasyfikować do najważniejszych kierunków ewolucji łańcuchów dostaw (rysunek 1.1). Dzieje się tak, tym bardziej że wiele łańcuchów dostaw, których liderami są duże koncerny międzynarodowe, osiągnęło już satysfakcjonujące rezultaty w kategorii kosztów działalności czy poziomu obsługi klienta. Coraz większa liczba łańcuchów dostaw nabywa także

¹ W pracach tych autorzy wyciągają wnioski z dotychczasowych ustaleń teoretycznych i praktycznych, formułują założenia na przyszłość, definiują modele współpracy, wskazują kierunki potrzebnych badań. Wymienić tu można chociażby prace takich autorów jak Tasnim i in. (2022), Perdana i in. (2022), Syahrir i in. (2015), Park i in. (2013) oraz Dash i in. (2013).

zdolności adaptacji do zmiennych warunków działania w ramach formuły 3V (*Visibility, Velocity, Versatility*), co oznacza widoczność zasobów, szybkość ich uzupełniania i przemieszczania oraz wszechstronność koordynacji (Kalakota i in., 2003). Czynnikiem to świadomie i wpisując te działania w swoje strategie biznesowe. Adaptacyjne łańcuchy dostaw potrafią dostosowywać się do zmian w otoczeniu rynkowym i do funkcjonowania w warunkach niepewności (Ivanov i in., 2010). To właśnie adaptacyjność powinna być punktem wyjścia do budowania odporności łańcuchów dostaw na zakłócenia. Warunkiem koniecznym do podążania w każdym z wymienionych na rysunku 1.1 kierunków ewolucji jest współpraca w łańcuchu dostaw. Oprócz jasno określonego celu – którym w naszym przypadku jest budowanie odporności – musi ona być osadzona na solidnych i trwałych podstawach zasobowych oraz operacyjnych (Coleman, 2012), a jej fundament powinna wyznaczać struktura złożona z czterech elementów: danych, ludzi, narzędzi i procesów (Gilmore, 2014).



Rysunek 1.1. Kierunki ewolucji łańcuchów dostaw

Źródło: (Szymczak, 2015).

Odporność łańcuchów dostaw zyskała bardzo duże zainteresowanie w ostatnim czasie, a jej zwiększanie stało się jednym z najważniejszych zagadnień zarządzania strategicznego łańcuchami dostaw. Z perspektywy wyzwań współczesnego świata zupełnie to nie dziwi. Wpływ na to mają z pewnością zagrożenie terroryzmem, geopolityka, klęski żywiołowe, przerwy w dostawie prądu, plaga tzw. fake newsów oraz zjawiska przyrodnicze o niespotykanej dotąd sile. Wiele można by podawać przykładów takich zdarzeń, które wystąpiły w ostatnim czasie. W sposób niewspółmierny przyczyniła się do tego pandemia koronawirusa SARS-CoV-2, która dotknęła z różną siłą wszystkie obszary na świecie. Pandemia koronawirusa była zjawiskiem

całkowicie nieprzewidzianym². Zakłóciła funkcjonowanie wielu przedsiębiorstw. Wiele z nich doprowadziła do upadku. Dotyczy to wszystkich sektorów gospodarki, ale w szczególności znacząco ucierpiały branża motoryzacyjna, turystyczna, gastronomiczna. Łańcuchy dostaw wielu przedsiębiorstw zostały przerwane lub utraciły dotychczasową zdolność działania. Utratę dotychczasowej zdolności działania przez łańcuch dostaw należy rozumieć przez pryzmat efektów jego działania, a więc dostarczanej końcowemu odbiorcy wartości, czyli poziom obsługi klienta. Utrata dotychczasowej zdolności działania może więc mieć swój wymiar także w postaci niekompletnej dostawy czy wydłużonego czasu realizacji dostawy. Trzeba jednocześnie pamiętać, że łańcuch dostaw w obliczu takiego zakłócenia może nie tylko nie być w stanie dostarczyć wartości na dotychczasowym poziomie, ale nawet powodować straty po stronie odbiorcy, które w sensie ilościowym można traktować jako dostarczanie ujemnej wartości (World Economic Forum, 2013). Nie wszystkie podmioty i nie wszystkie łańcuchy dostaw są w równym stopniu narażone na zakłócenia. W niektórych branżach dostawcy są znacznie skoncentrowani przestrzennie ze względu na dostęp do surowców czy korzyści skali. Tak jest na przykład w branży elektroniki konsumenckiej. Nieco inaczej jest natomiast na przykład w branży lotniczej. Ogólnie te skoncentrowane branże są mniej odporne na wszelkie zakłócenia. Z kolei w przypadku pandemii mniejszą odporność wykazują branże pracochłonne, jak na przykład branża odzieżowa.

Należy pamiętać o złożonej strukturze łańcuchów dostaw. Łańcuchy dostaw traktuje się jako superorganizacje (Ballou, 1992), złożone systemy organizacyjne (Roh i in., 2017), ekosystemy biznesu (Bechtel i Jayaram, 1997). Odporny łańcuch dostaw oznacza, że wszystkie jego elementy składowe są tak samo odporne. O odporności całego łańcucha decyduje odporność najsłabszego ogniwa. Odporność to z pewnością kategoria złożona. Idea odpornych łańcuchów dostaw w naturalny sposób czerpie z koncepcji odporności organizacyjnej (*organizational resilience*), która opiera się na pięciu filarach, jakimi są: przywództwo, kultura organizacyjna, ludzie, systemy, organizacja stanowiska pracy (Bell, 2002). Wilding (2013) w swoim modelu odpornego łańcucha dostaw uwzględnia ścisłą współpracę, inżynierię łańcucha dostaw, zarządzanie ryzykiem oraz zwinne zarządzanie. Dodatkowo cechami tych filarów powinny być: różnorodność (*diversity*), sprawność (*efficiency*), zdolność adaptacji (*adaptability*) oraz spójność (*cohesion*) (Fiksel, 2003). Deficyty w zakresie wymienionych cech w odniesieniu do każdego z filarów zwiększają ekspozycję łańcucha dostaw na ryzyko związane z wystąpieniem nieprzewidzianych zdarzeń. Odporność można rozpatrywać zarówno w ujęciu reaktywnym, jak i proaktywnym. W podejściu reaktywnym odbudowa potencjału łańcucha dostaw

² Zdajemy sobie sprawę z obecności różnego typu wirusów i chorób, które one powodują, ale skala pandemii SARS-CoV-2 zaskoczyła wszystkich – podobnie jak choroba COVID-19, która wciąż pozostaje nie do końca rozpoznana i której przebieg wymyka się ścisłym regułom.

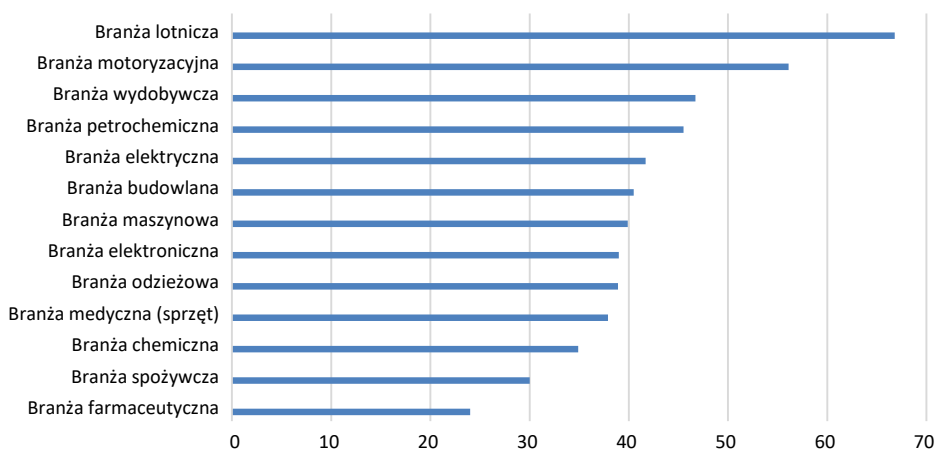
po zaistnialej sytuacji kryzysowej pozwala łańcuchowi dostaw osiągnąć wyższy poziom odporności, przenieść go do stanu bardziej stabilnej równowagi (Sheffi, 2005; Christopher i Peck, 2004). W podejściu proaktywnym z kolei mamy do czynienia z podnoszeniem poziomu odporności łańcucha dostaw w sposób adekwatny do przewidywanych przyszłych zagrożeń, a poziom odporności bezpośrednio zależy od trafności (jakości) prognoz i jest faktycznie weryfikowany dopiero podczas sytuacji kryzysowej. Symptomami odporności łańcucha dostaw są zdolność osłabiania wewnętrznych i zewnętrznych czynników, które powodują zakłócenia w jego funkcjonowaniu, a także zdolność zapobiegania transmisji tych zakłóceń w samym łańcuchu dostaw. Problematyka transmisji zakłóceń w łańcuchach dostaw jest kluczowa dla analizy ich odporności. Potrzeba wielu badań przeprowadzonych w różnych łańcuchach dostaw, aby dokładnie móc mówić o sposobach i kierunkach tej transmisji, a następnie umieć na nią wpływać w sposób zorganizowany. To jest obecnie bardzo ważny wątek badawczy w obszarze odporności łańcuchów dostaw, który jest reprezentowany na razie w nielicznych badaniach. Jednym z pionierów w tym zakresie jest Świerczek (2012).

1.2. Łańcuchy dostaw w obliczu pandemii. Nieprzewidziany test odporności

Ogólnoświatowa pandemia koronawirusa dała się we znaki jako ogromne zakłócenie dla funkcjonowania łańcuchów dostaw. W czasie jej trwania doświadczyliśmy przerwanych łańcuchów dostaw, zamkniętych fabryk, pustych magazynów i braku towarów w sklepach. Jeśli udawało się dostarczyć towar, koszty funkcjonowania łańcucha dostaw okazywały się bardzo wysokie. Było to doskonale widoczne na początku pandemii, kiedy brakowało środków ochrony osobistej i respiratorów. Pandemia nie tylko opóźniła czy wstrzymała dostawy produktów do ostatecznych odbiorców, lecz także znacząco opóźniła wprowadzenie na rynek wielu nowych produktów. Widać to było chyba najlepiej na rynku elektroniki konsumenckiej, na którym przed pandemią tempo wprowadzania nowości było niezwykle wysokie. Pandemia COVID-19 była bezpośrednią przyczyną wielu wąskich gardeł w łańcuchach dostaw, a ujawniły się one w postaci braku zaopatrzenia, ograniczonej lub wstrzymanej produkcji czy braku dostępności pracowników.

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że w 2018 roku, a więc jeszcze przed wybuchem pandemii SARS-CoV-2, pięć największych zakłóceń dla łańcuchów dostaw dotknęło 2000 lokalizacji na całym świecie i spowodowało, że fabryki potrzebowały aż 22 do 29 tygodni, aby powrócić do pełnej zdolności produkcyjnej (Lund i George, 2020). Jakie to mogło przynieść straty finansowe, pokazują dobitnie symulacje, przeprowadzone na rzeczywistych danych z 25 największych spół-

łek publicznych w USA i dla okresu 100-dniowego przestoju. Okazuje się, że taki pojedynczy szok w odniesieniu wyłącznie do produkcji (i bez uwzględnienia strat partnerów w łańcuchu dostaw) zniszczyłby od 30% do 50% wartości bieżącej netto zysku operacyjnego EBITDA w większości sektorów (Lund i George, 2020). Wiele takich zdarzeń zakłóca całe łańcuchy dostaw, a więc w takiej skali straty byłyby wielokrotnie wyższe. Szacunki te nie uwzględniają również dodatkowych kosztów odbudowy zniszczonych aktywów trwałych czy obniżenia wartości dla akcjonariuszy, które to koszty mogą występować jeszcze przez jakiś czas po wystąpieniu szoku. Z analiz przeprowadzonych przez McKinsey & Company wynika, że potencjał strat finansowych jest największy w przypadku firm z branży lotniczej, motoryzacyjnej i wydobywczej (rysunek 1.2), a średnio kształtuje się na poziomie 42% rocznego zysku EBITDA.



Rysunek 1.2. Spodziewane straty na skutek zakłócenia łańcuchów dostaw w różnych branżach

Źródło: (Lund i George, 2020).

Ekonomiczne konsekwencje pandemii dla funkcjonowania łańcuchów dostaw z perspektywy zarówno przedsiębiorstw, jak i konsumentów udanie i syntetycznie ujęli Koh i Saraiva (2022). Już po pierwszym okresie doświadczeń pandemicznych menedżerowie międzynarodowych korporacji wiedzieli, że będą musieli dokonać transformacji łańcuchów dostaw. Badanie przeprowadzone przez McKinsey & Company w maju 2020 roku wykazało, że trzy czwarte z nich doświadczyło problemów z zaopatrzeniem, produkcją i dystrybucją, niemal połowa natomiast miała przekonanie o konieczności dokonania zmian z powodu opóźnień w zakresie decyzji planistycznych na skutek pracy zdalnej. Znamienne, że aż 85% z nich uznało, że w sposób niewystarczający korzystają z technologii cyfrowych (Alicke i in., 2020).

Część łańcuchów dostaw dokonała znaczącej przebudowy procesów, zmieniła swoją strukturę, dokonała relokacji zasobów, zmieniła dostawców na takich, którzy są bliżej, i dokonała relokacji produkcji. To pozwoliło im na dalsze funkcjonowanie, choć i tak dalekie od normalnego na skutek licznych ograniczeń pandemicznych wprowadzonych w poszczególnych krajach. Tylko nieliczne łańcuchy dostaw wyszły obronną ręką z tego kryzysu, a i one wdrażają teraz różnego typu rozwiązania, aby wzmocnić swoją odporność na przyszłość. Dotychczasowa obserwacja ich działań nie przybliżyła nas do opracowania teorii, która pomogłaby w wyjaśnieniu, co decyduje o tym, że czasami udaje się stworzyć odporne łańcuchy dostaw, które wykazują skuteczność w obliczu tego typu katastrof i zakłóceń, podczas gdy wiele innych łańcuchów w takich warunkach przestaje funkcjonować (Boin i in., 2010). Natomiast kompleksowe spojrzenie na to, jak łańcuchy dostaw zachowywały się w czasie pandemii SARS-CoV-2, ujawnia kilka generalnych spostrzeżeń (Saran, 2020):

- wieloletnie działania przedsiębiorstw prowadzone w kierunku obniżania kosztów, ograniczania zapasów i zwiększania stopnia wykorzystania zasobów doprowadziły do znacznej utraty elastyczności, która pozwalałaby absorbować zakłócenia, wstrząsy i szoki;
- praca zdalna³ spowolniła proces podejmowania decyzji w wielu firmach, czego przyczyną był między innymi brak odpowiednich rozwiązań cyfrowych;
- największe problemy z ciągłością działania były udziałem firm, które miały wyłącznych dostawców komponentów w Chinach;
- produkcji nie musiały wstrzymywać te, które miały globalne, rozproszone i nadmiarowe (redundancja) źródła zaopatrzenia;
- zmiany uległy cykle decyzyjne w biznesie – z miesięcznych do nawet dwu-trzydniowych – a to spowodowało tworzenie wież kontrolnych dla łańcuchów dostaw, które były zasilane na bieżąco danymi wewnętrznymi (także z EDI) i zewnętrznymi z wykorzystaniem komercyjnych repozytoriów (*data marketplace*);
- jednocześnie firmy potwierdziły swoją zdolność do współpracy i dostosowywania swoich łańcuchów dostaw do realizacji nowych zadań, co było widoczne zwłaszcza w obliczu konieczności szybkiego dostarczenia na rynek dużej ilości płynu do dezynfekcji oraz respiratorów⁴.

Z kolei Montgomery (2020) wymienia pięć typowych zakłóceń, jakie spotkały łańcuchy dostaw w obliczu pandemii COVID-19, podając także ich doniosłe przykłady. Były to:

³ Według Pew Research Center podczas pandemii odsetek pracowników pracujących z domu wzrósł z 20% do 71% (Parker i in., 2022).

⁴ W pierwszym przypadku dowodem na to jest przezbrownienie wielu gorzelni, a w drugim – ponadsektorowa współpraca przedstawicieli branży lotniczej, motoryzacyjnej i medycznej.

- nagłe spadki popytu – ekstremalnych spadków doświadczyły linie lotnicze, gdyż popyt na podróże lotnicze spadł w kwietniu 2020 roku o więcej niż 95% względem tego samego miesiąca rok wcześniej;
- gwałtowne wzrosty popytu – dotyczyły zapotrzebowania na papier toaletowy po ustanowieniu kwarantanny w wielu krajach⁵;
- ograniczona wydajność – czasowe zmniejszenie liczby pracowników oraz ich gorsze emocjonalne i fizyczne samopoczucie ograniczyły wydajność wielu podmiotów gospodarczych;
- ograniczenie dostępności obiektów – czasowe zamknięcie fabryk i składów dotyczyło głównie łańcuchów dostaw świeżych produktów spożywczych; niektóre fabryki i składy musiały zostać przeorganizowane, aby spełnić warunki dystansu społecznego;
- problemy z dostawami z Chin – ograniczona została mocno zdolność chińskich przedsiębiorstw do produkcji, montażu i dostarczania komponentów dla odbiorców w USA i Europie, co dało się we znaki wielu różnym sektorom przemysłu uzależnionym od chińskich dostaw⁶.

1.3. Zmiany w zarządzaniu łańcuchem dostaw

Pięć lat po wybuchu ogólnoświatowej pandemii koronawirusa możemy odpowiedzialnie stwierdzić, że przyspieszyła ona wdrażanie nowych technologii, zwłaszcza cyfrowych. W większości przypadków technologie te były znane i dostępne, ale nie były wcześniej tak powszechnie używane. Bohaterem pandemii stały się platformy pracy zdalnej i zdalnej obsługi klientów oparte na rozwiązaniach chmurowych, a także cyfrowe platformy wideokonferencyjne. Pozwoliły one na funkcjonowanie przedsiębiorstw i organizacji z zachowaniem reżimu dystansu społecznego. Podobny był schemat działań, które spowodowały wzrost poziomu robotyzacji produkcji. Ułatwiło to zachowanie ciągłości produkcji tam, gdzie telepraca jest niemożliwa i gdzie brak pracownika powoduje spowolnienie lub zatrzymanie produkcji. Jak pokazują analizy, poziomy zapasów po pandemii SARS-CoV-2 istotnie wzrosły (Schwemmer i Sardesai, 2023). Oznacza to, że logistyka stała się droższa, a wiele firm zrezygnowało ze stosowania strategii *just-in-time*.

⁵ Wzrost popytu był tak duży, że nie zrównoważył go jednoczesny spadek popytu na papier toaletowy na rynku przedsiębiorstw – mniej było go potrzeba w biurach, restauracjach i obiektach użyteczności publicznej.

⁶ Nawet taki potentat jak Apple musiał wprowadzić na niektórych rynkach ograniczenia w sprzedaży iPhone'a oraz ogłosić opóźnienie premiery nowego modelu tego smartfona w 2020 roku.

Rozwiązania chmurowe, praca zdalna i robotyzacja to tylko wybrane przykłady rozwiązań służących budowaniu odporności. Są to akurat przykłady silnie uwarunkowane technologicznie. Firmy wprowadzają też zmiany organizacyjne. Zwiększaniu odporności w zakresie niedoboru materiałów i części służą dual- i cross-sourcing. Dual-sourcing oznacza zakontraktowanie dodatkowego dostawcy, a cross-sourcing – zakontraktowanie dostaw dodatkowego zasobu od istniejącego dostawcy (Schwemmer i Sardesai, 2023). Opracowano różne strategie gromadzenia i dyslokacji zasobów niezbędnych do kontynuowania działalności, które są stosowane przez przedsiębiorstwa. Hale i Moberg (2005), czerpiąc z interdyscyplinarnego podejścia opartego na naukowych teoriach lokalizacji, opracowali model procesu decyzyjnego dla tworzenia sieciowej struktury awaryjnych buforów zasobów, który równoważy zdolność operacyjną i koszty. Oprócz dual- i cross-sourcingu obserwujemy w biznesie także zastąpienie koncepcji *lean management* koncepcją *secure management*. Ma ona korzenie w zarządzaniu systemami produkcyjnymi⁷ – w ogromnym stopniu obecnie z informatyzowanymi, zautomatyzowanymi i zrobotyzowanymi – w odniesieniu do długotrwałych działań cyberprzestępczych typu APT (*Advanced Persistent Thread*) (Wu i in., 2020). Popularność tej koncepcji związana jest po części z dywersyfikacją dostawców, ale dodatkowo oznacza rozbudowę sieci dostaw, sieci kooperantów oraz sieci zaopatrzenia dla uniknięcia (czy osłabienia) efektu przerwanej łańcucha dostaw w sytuacji wystąpienia zakłócenia. Łańcuchy dostaw stają się zatem nienaturalnie rozbudowane, nie zaś wyszczuplone. Dodatkowo koncepcja *secure management* zyskała na znaczeniu wobec nowych okoliczności geopolitycznych, jakie nastąpiły po agresji Rosji na Ukrainę w 2022 roku.

Wprowadzenie tego typu rozwiązań organizacyjnych o charakterze strategicznym musi być poprzedzone wieloma analizami. W takim analitycznym podejściu zastosowanie znajdują metody badań operacyjnych. Jak bardzo i w jakim zakresie mogą one być przydatne w zarządzaniu łańcuchem dostaw w warunkach turbulencji, przekonują Ergun i in. (2011). Wskazują oni także pożądane kierunki rozwoju tych metod dla jeszcze lepszego wsparcia analitycznego łańcuchów dostaw w sytuacji katastrof. I rzeczywiście wiele opracowań tego typu dotyczy wspierania odporności w obliczu katastrof naturalnych. Powstały one przed pandemią SARS-CoV-2, stąd to zagadnienie w ogóle się nie pojawia. Doświadczenia zebrane podczas radzenia sobie z innymi niż pandemia rodzajami katastrof naturalnych przydatne są także w obliczu pandemii – zarówno w zakresie zabezpieczania się przed skutkami katastrofy, jak i w odbudowie potencjału po wystąpieniu zjawiska. Park i in. (2013) z doświadczeń japońskich firm produkcyjnych w obliczu trzęsień ziemi, tsunami i wypadków jądrowych wyciągają wnioski na temat planowania działań w kierunku budowania odporności oraz odbudowy potencjału po wystąpieniu zakłócenia, a także wskazują krytyczne w tych warunkach zdolności w zakresie loko-

⁷ A wcześniej jeszcze w zarządzaniu systemami łączności i telekomunikacji (Hale i Brusil, 2007).

wania zasobów, ich mobilności oraz systemów informacyjnych. Katastrofy i duże kryzysy wymagają także wsparcia wielu dodatkowych jednostek, organizacji pomocowych. Pokłosem podejścia wspomnianego wyżej, zorientowanego na biznes, jest podejście formułujące zalecenia dla budowania szeroko zakrojonego wsparcia spoza biznesu. Dobry przykład kompleksowego myślenia kategoriami sieci współpracy w takich okolicznościach stanowi opracowanie, w którym proponuje się system wspomagania decyzji dla decydentów tworzących łańcuchy dostaw wsparcia wprowadzony w Indonezji (Timperio i in., 2017). System ten opracowano, wykorzystując dotychczasowe doświadczenia w zakresie katastrof naturalnych i logistyki humanitarnej w tym regionie.

Doświadczenia pandemiczne nie przekreślają także wielu dotychczasowych, sprawdzonych w biznesie rozwiązań. Wystarczy je wesprzeć dodatkowo innymi rozwiązaniami albo z informatyzować i zautomatyzować. Nie powinno się pochopnie porzucać pewnych rozwiązań. Budowanie odpornych łańcuchów dostaw nie musi na przykład oznaczać odwrótu od *just-in-time*. Ta strategia może być wciąż z powodzeniem stosowana, pod warunkiem że da się skutecznie zarządzać ryzykiem. A jak przekonują Choi i in. (2023), jest to możliwe poprzez ścisłą współpracę z dostawcami, która umożliwi tworzenie rozwiązań buforowych, segmentację w zakresie *just-in-time* oraz zwiększenie widoczności (*visibility*) zasobów w łańcuchu dostaw z uwzględnieniem tych będących w drodze (*in-transit*).

1.4. Potwierdzona odporność łańcuchów dostaw

Najlepsze łańcuchy dostaw nie tylko potrafiły przetrwać pandemię SARS-CoV-2, ale nawet znacznie urosnąć, dokonać zwrotu strategicznego, wynaleźć biznes na nowo czy stworzyć swoją nową tożsamość. Do firm, którym ten kryzys pozwolił na dynamiczny rozwój i nowe otwarcie, można zaliczyć między innymi 3M, Apple, Dell, Dyson, FedEx, Ford, Inditex, Pfizer, Walmart (Hadavi, 2021).

Firma 3M funkcjonująca w wielu branżach bardzo szybko podjęła na wielką skalę produkcję maseczek, które były niezwykle pożądane na światowym rynku. W 2020 roku firma ta wyprodukowała 2 mld maseczek N9, a w kolejnym roku produkcja wzrosła do 2,5 mld (Statista, 2023). W szybkiej reakcji pomogła firmie lokalizacja tuż przez wybuchem pandemii nowego centrum designu i rozwoju w Szanghaju, a więc bardzo blisko wczesnego epicentrum pandemii. W sposób nieprzerwany 3M dostarczała także respiratory i sukcesywnie zwiększała ich produkcję. Przejście od planu produkcji w obiegu zamkniętym łączącym odbiorcę z fabryką do jej uruchomienia zajmowało tylko pół dnia. Współpraca 3M z jednostkami samorządu terytorialnego w Chinach i w innych miejscach na świecie umożliwiła kontynuowanie produkcji w ramach zamkniętego zarządzania (Tangen, 2022). Ze szczegółowej ana-

lize, jaką przeprowadził Yang (2023), wynika, że obniżony w 2020 roku w przypadku 3M wskaźnik rentowności kapitału własnego wobec roku poprzedniego wynikał bardziej z korekty strategii rozwoju firmy niż z wpływu pandemii. Firma posiadała wystarczającą ilość zapasów, aby wytrzymać szok związany z wybuchem pandemii w pierwszym jej okresie. Dodatkowo firma wykorzystywała swoją siłę przetargową wobec dostawców i unikała zaciągania krótkoterminowych kredytów bankowych, co pozwoliło na zwiększenie aktywów obrotowych i spadek zobowiązań bieżących. Spadło jednak tempo rotacji zapasów, co wynikało z tego, że dostawcy 3M utracili ciągłość działania i nie byli w stanie realizować dostaw zgodnie z harmonogramem. Generalnie pandemia nie miała większego wpływu na rentowność i efektywność operacyjną firmy 3M, co w dużej mierze wynikało z szybkiego wdrożenia strategii dostosowawczych i zwiększenia akumulacji wewnętrznej kapitału.

Giganci technologiczni, tacy jak Apple, skorzystali na pandemii. Wprowadzone liczne ograniczenia i dystans społeczny skłaniał ludzi do zatopienia się w świecie cyfrowym. W latach 2020 i w 2021 Apple zanotował znaczne wzrosty przychodów z usług i sprzedaży iPhone'ów, iPadów oraz komputerów Mac, a rok finansowy 2020 mimo zamkniętych sklepów, zerwanych łańcuchów dostaw i uszczuplonych portfeli konsumentów był dla Apple'a rekordowy (Downey, 2021). Firma rozwinęła sprzedaż online swoich produktów (także poprzez odpowiednią aplikację). W zapewnieniu płynności finansowej pomógł jej także rozwinięty model sprzedaży usług oparty na subskrypcji, który dodatkowo wzmacnia wyjątkowy w tej branży poziom integracji usług i sprzętu mający swój wymiar w postaci spójnego ekosystemu firmy Apple. Daje on liczne możliwości dotarcia z nową ofertą do wielu obecnym użytkowników oraz znacząco podnosi koszt ich migracji (bariera wyjścia) w kierunku rozwiązań innych dostawców (Zhao i Zhang, 2022).

Również Dell jako dostawca rozwiązań cyfrowych zyskał na zwiększonym popycie na komputery stacjonarne i przenośne pozwalające na pracę zdalną w czasie pandemii. Początkowo Dell przeżył głębszy szok niż jego konkurenci i radził sobie gorzej, ale potem wyłonił się jako nowy zwycięzca w branży. Do lepszych wyników firmy Dell przyczyniła się elastyczność w zwiększaniu podaży i przesunięciu asortymentu w stronę komputerów przeznaczonych na rynek komercyjny, nie zaś konsumencki. Za tym poszły wzmocnienie i przebudowa łańcucha dostaw. Dzięki wypracowanym przez lata bliskim relacjom z dostawcami firma wprowadziła bezpośrednie zarządzanie dostawami komponentów i uruchomiła szybkie kanały komunikacji. Dell szybko zauważył, że rozwój pracy zdalnej doprowadzi do wzrostu popytu na laptopy komercyjne, nie na konsumenckie (Reuters, 2020). Firma Dell spozycjonowała swoją ofertę komputerów dla firm pod kątem nowych norm pracy, wprowadzając na rynek nowe produkty z większymi monitorami, wyświetlaczami dotykowymi, zaawansowanymi kamerami, a także utworzyła mobilne stacje robocze. Wskutek tych działań w drugim kwartale 2021 roku Dell odnotował wzrost przychodów ze sprzedaży komputerów komercyjnych o 32% rok do roku

i wzrost udziału w tym rynku do około 75%. W rezultacie przychody Della rosły ponaddwukrotnie szybciej niż przychody jego konkurentów (Reeves i in., 2021).

Brytyjski producent odkurzaczy, suszarek i innych urządzeń AGD Dyson wraz z wybuchem pandemii otrzymał szczególną szansę na rozwój. Firma pozyskała zamówienie od rządu Wielkiej Brytanii na 10 000 respiratorów w celu wsparcia leczenia pacjentów z koronawirusem. Firma w krótkim czasie zaprojektowała i zbudowała całkowicie nowy respirator, nazwany CoVent, spełniający wszystkie wymogi regulacyjne. Była zdolna także w krótkim czasie uruchomić ich produkcję na wielką skalę, a już na początku kwietnia 2020 roku ruszyły pierwsze dostawy do szpitali (Bashir, 2020). Z czasem Dyson wysyłał swoje respiratory także do potrzebujących jednostek ochrony zdrowia poza granicami Wielkiej Brytanii. Ponadto pandemia przyspieszyła działania restrukturyzacyjne w firmie Dyson. Firma zatrudniała 14 000 osób w 80 krajach na świecie, z czego 4000 w Wielkiej Brytanii. W czasie pandemii zlikwidowano 600 miejsc pracy w Wielkiej Brytanii i 300 poza nią – głównie w handlu detalicznym i obsłudze klienta. Nie wpłynęło to na sprzedaż, gdyż zakupy i obsługa serwisowa w czasie pandemii przeniosły się głównie do sieci (BBC, 2020).

Przesunięcie zakupów do sfery handlu elektronicznego, które nastąpiło w czasie pandemii, spowodowało boom na usługi kurierskie i paczkowe. Wielu operatorów na tym rynku nie zanotowało jednak zwiększonych zysków. Choć popyt na usługi wzrósł, to niebotycznie wzrosły też koszty ich świadczenia. Wpływ na to miały konieczność czyszczenia i dezynfekcji pojazdów i magazynów, zmiana sposobu potwierdzania odbioru przesyłki, wstrzymanie nadeń i odbiorów osobistych, a także często konieczność zatrudnienia dodatkowego personelu. Firmy zmuszone były do zawieszenia gwarancji terminowości. W takiej sytuacji znalazł się również FedEx. Ponadto firma ta odczuła załamanie na rynku przesyłek lotniczych w związku ze spowolnieniem w światowym biznesie, która była dla niej wysoce zyskową działalnością. FedEx jako jedna z nielicznych firm dysponowała globalną siecią dostaw i wieloletnim doświadczeniem w niesieniu pomocy w obliczu różnego rodzaju katastrof, w tym także w transporcie leków i środków wymagających specjalnych, stałych warunków otoczenia. Dlatego zaraz po dopuszczeniu przez amerykańską Agencję Żywności i Leków opracowanej przez Pfizer-BioNTech szczepionki przeciwko COVID-19 FedEx rozpoczął jej dostarczanie na terenie USA w ramach usługi FedEx Priority Overnight z wykorzystaniem monitoringu przesyłek FedEx Priority Alert (Koralewski, 2020). Akcja dostarczania szczepionek zakończyła się spektakularnym sukcesem. Pozwoliła firmie przetrwać trudny okres pandemii oraz pokazać się jako sprawny operator logistyczny gwarantujący nierozzerwalność krytycznych łańcuchów dostaw. Wskazuje się na cztery wymiary sukcesu FedEx, jakimi są: ludzie, procesy, infrastruktura i technologia (Hansen, 2021).

Wybuch pandemii spowodował ograniczenie popytu na samochody, zwłaszcza osobowe i zwłaszcza w segmencie popularnym. Ze względu na liczne restrykcje i bezpieczeństwo popyt został mocno ograniczony również na usługi długo- i krótko-

koterminowego wynajmu pojazdów. Sytuacja ta dotknęła także Forda, który musiał mocno ograniczyć plany produkcyjne, a w marcu 2020 roku nawet zamknął czasowo niektóre fabryki. Dodatkowo zamknięcie wielu punktów sprzedaży aut dodatkowo zmniejszyło sprzedaż. Załamała się także ogólnoswiatowa sieć sprzedaży Forda. Ograniczone możliwości transportu spowodowały przerwanie łańcuchów dostaw, a niektóre państwa wprowadziły obostrzenia importowe. Mocno zminimalizowane zapotrzebowanie było także na usługi serwisowe. Zarząd Ford Motor Company wprowadził zmiany w strategii firmy polegające na skupieniu się na utrzymaniu udziału w rynku oraz minimalizacji strat i zobowiązań zamiast ciągłej ekspansji na światowym rynku. Ważne było także wykorzystanie okoliczności pandemicznych i w dłuższym okresie – wejście na nowe rynki (Liang i in., 2022). Ford już na początku pandemii miał wiele fabryk zamkniętych, także w Chinach (tam zostały zamknięte nieco później), a wtedy Michigan⁸ stało się głównym punktem zapalnym COVID-19 w USA. To był moment, w którym firma z producenta samochodów przekształciła się w producenta artykułów medycznych, który dostarczał na rynek miliony przyłbic, maseczek, fartuchów, przenośnych respiratorów dla pracowników ochrony zdrowia, a potem także maseczek i respiratorów dla pacjentów⁹. Uzyskanie tak szybkiej zdolności dostarczania sprzętu medycznego było możliwe dzięki pozyskaniu części do respiratorów od firmy Ventec – niewielkiego producenta respiratorów ze stanu Waszyngton – i błyskawicznego (w trakcie jednego weekendu) zbudowania dla nich łańcucha dostaw (O'Donnell, 2020). Działalność ta pozwoliła Fordowi szybciej otworzyć swoje fabryki i powrócić do pierwotnej działalności.

Rynek modowy mocno ucierpiał na skutek pandemii SARS-CoV-2. Dramatyczny był zwłaszcza rok 2020. Inditex, będący właścicielem takich marek modowych jak Zara, Massimo Dutti, Oysho, Pull & Bear i Stradivarius (branża *fast fashion*), szybko odzyskał pozycję największego detalisty opdzieżowego po pandemii. Tym, co pozwoliło firmie powrócić do poziomu sprzedaży sprzed pandemii, była między innymi wczesna inwestycja w rozwój systemu obsługi zamówień online, które przed pandemią stanowiły tylko 12% wszystkich zamówień, a także (podobnie jak przed pandemią) oferowanie odbioru zamówień internetowych w sklepie na zasadzie *click & collect* (Barkho, 2021). Pozwoliło to firmie ograniczyć koszty logistyki ostatej mili, a ponadto było czynnikiem zwiększenia ruchu w sklepach stacjonarnych, które stanowią dla Inditexu istotną część działalności, a także budowy zaufania do firmy. Utrzymanie tożsamości sprzedawcy *fast fashion*, który prowadzi i integruje sprzedaż omnikanalową lepiej niż główny konkurent H&M, a jednocześnie nie jest jedynie internetowym sprzedawcą, jak Shein czy Blushmark, było dodatkowym

⁸ Ford Motor Company ma swoją kwaterę główną w Dearborn, w stanie Michigan.

⁹ Początkowo w ramach własnej inicjatywy, a potem – na polecenie prezydenta Trumpa – zgodnie z ustawą o produkcji obronnej.

atutem. Ponadto dokonane inwestycje i zmiany przygotowały Inditex do nowych, popandemicznych warunków działalności, w których odzwierciedlenie znajdują nieznane wcześniej, a utrwalone w czasie pandemii zachowania klientów. Inditex nie został dotknięty w takim stopniu jak inni przez pozrywane międzynarodowe łańcuchy dostaw, gdyż mimo obecności firmy w 89 krajach duża część produkcji realizowana jest lokalnie. Krótkie odległości pozwoliły także na sprawne uzupełnianie stanów w sklepach i ograniczenie czasu oczekiwania na realizację zamówień internetowych. W Hiszpanii zamówienia dokonane przez aplikację Zara były gotowe do odbioru już po 30 minutach od zakupu. Poprzez rozbudowę strony internetowej i wprowadzenie aplikacji mobilnej Zara zwiększyła swoją międzynarodową obecność i zaczęła obsługiwać klientów na Bliskim Wschodzie (Jovanovic, 2022; Shabir i Al-Bishri, 2021).

Jest oczywiste, że dobra sytuacja finansowa amerykańskiego koncernu farmaceutycznego Pfizer w czasie pandemii była pokłosiem sprzedaży na całym świecie szczepionki przeciwko COVID-19. Ale żeby ta sprzedaż mogła stać się faktem, należało taką szczepionkę błyskawicznie opracować. Firmie Pfizer udało się to dzięki współpracy z niemieckim przedsiębiorstwem biotechnologicznym BioNTech. Pierwsza dopuszczona do użytku szczepionka RNA została opracowana w niewyobrażalnie krótkim czasie sześciu miesięcy, jak żadna szczepionka wcześniej. Pracowano równolegle nad kilkoma jej wariantami, a nie jak przewidywała dotychczasowa praktyka – testowano jeden po drugim. Było to dużo bardziej kosztowne, ale zyskano na czasie. Co może zaskoczyć, Pfizer zrezygnował z dofinansowania rządowego, aby nie tracić czasu na biurokrację i nie spowalniać pracy nad szczepionką. Ogólnosiwiatowa dystrybucja szczepionki rozpoczęła się jeszcze przed końcem 2020 roku. Pfizer jest obecny w 125 krajach, ale w tych trudnych czasach, aby zapewnić niezawodne dostawy szczepionki, zbudował praktycznie nową, rozległą sieć dystrybucji z redundancją dostawców i pośredników, a także wdrożył system monitoringu dostaw, aby móc szybko reagować na zakłócenia. Oprócz tych wielu działań wykazujących sprawność firmy Pfizer pozytywny wpływ szczepionki na koncern był możliwy dzięki temu, że kierowano się misją firmy i nigdy w tym przypadku nie zakładano zwrotu z inwestycji (Bourla, 2021; Hopkins, 2020).

Z kolei gigant detaliczny Walmart udanie przeciwstawił się trendowi spadkowemu w handlu detalicznym¹⁰ dzięki rozwinięciu sprzedaży w kanałach elektronicznych. Klienci – nieprzyzwyczajeni dotąd do dokonywania codziennych zakupów artykułów spożywczych w ten sposób – oczekiwali sprawnej dostawy zakupów pod drzwiami, co pozwalało im ograniczyć kontakty z innymi osobami i zachować dystans społeczny. Sprzedaż e-commerce Walmartu wzrosła w tym czasie aż o 74%. Rozwój sprzedaży w kanałach elektronicznych wiązał się z koniecznością zwiększenia

¹⁰ W handlu detalicznym w USA sprzedaż spadła w kwietniu 2020 roku o rekordowe 16,4%, a pracę straciło 2,1 mln pracowników (Segal, 2021).

zatrudnienia. Trzeba było szczególnie zadbać o bezpieczeństwo pracowników, aby przyciągnąć nowych. Walmart wprowadził nakaz noszenia maseczek dla wszystkich pracowników w regionach największego ryzyka, a odkąd dostępne stały się szczepionki – wymóg szczepień. Pracownicy, którzy nie byli formalnie zobowiązani do zaszczepienia się, zostali do tego zachęceni poprzez premie pieniężne, płatny czas wolny i gwarancję trzech dni urlopu w przypadku wystąpienia niepożądanych reakcji na szczepionkę (Segal, 2021). Wyraźny wzrost zakupów najbardziej potrzebnych w trakcie pandemii artykułów pozwolił firmie na ustalenie priorytetów w zakresie planowania zakupów i ustalania poziomów zapasów. Pociągało to za sobą negocjacje z wieloma dostawcami dla wypracowania nowych warunków zaopatrzenia. Podstawą w tych negocjacjach były dane prognostyczne dotyczące popytu. W warunkach pandemii można było praktycznie pominąć dotychczasowe dane historyczne. Ponadto popyt różnił się w każdej kolejnej fali pandemii, gdyż każdorazowo dramatyczna sytuacja dotyczyła innych obszarów kraju. Należało poszukać nowych źródeł danych, a do tego firma zintegrowała na poziomie danych sprzedaż sklepową i internetową. Usprawniło to proces uzupełniania zapasów i przyspieszyło kompletację zamówień e-commerce, które były realizowane z 2500 sklepów Walmartu w USA¹¹ (Cosgrove, 2020).

1.5. Popandemiczna odbudowa i transformacja łańcuchów dostaw

Niezwykle ważny jest także proces odbudowy potencjału po wystąpieniu zakłócenia. Można w nim wyróżnić trzy etapy. Pierwszy, w którym przywrócona jest ciągłość działania. Drugi, w którym odbudowywane są zasoby i w którym stopniowo przywraca się wydajność sprzed wystąpienia zakłócenia. I trzeci, w którym na bazie powrotu do pierwotnej wydajności przedsiębiorstwo odzyskuje przewagę konkurencyjną albo buduje nową, opartą na zmodyfikowanym asortymencie odbudowanych zasobów. Jak się okazuje, wymaga to wiele wysiłku, samozaparcia i wcale nie jest takie proste. Jedną z najbardziej poturbowanych przez pandemię SARS-CoV-2 branż – branża motoryzacyjna – wciąż boryka się z zaburzeniami łańcucha dostaw. Po wybuchu pandemii pierwszym problemem był drastyczny spadek sprzedaży aut, a następnie wstrzymanie produkcji. Nieco ponad rok później – w maju 2021 roku – problemem był brak półprzewodników, przez co fabryki miały kłopot z wyprodukowaniem zamówionych aut. Niektórzy klienci musieli czekać na popularne

¹¹ W okresie świąt Bożego Narodzenia zamówienia elektroniczne realizowane były z jeszcze większej liczby placówek handlowych.

auto nawet siedem miesięcy, a i tak mogli je otrzymać w nieco innej niż zamówiona konfiguracji (*Auto Świat*, 2021).

Mając doświadczenia z okresu pandemii SARS-CoV-2, nie należy myśleć tylko o odbudowie łańcuchów dostaw w zakresie przywrócenia im pierwotnego potencjału, lecz także o ich przebudowie w celu zwiększenia odporności właśnie, pozyskania nowych zdolności czy unikatowych cech. Pandemia będzie mogła stać się kamieniem milowym w rozwoju łańcuchów dostaw. Analitycy McKinsey & Company dokonali zestawienia kierunków, którymi będzie podążać transformacja łańcuchów dostaw w erze popandemicznej. Jest ich pięć (Alicke i in., 2020):

- rozwój elastyczności zarządzania przy akceptacji wcześniej podważanej centralizacji zasobów i działań;
- wprowadzenie przeznaczonych do zarządzania ryzykiem jednostek, które opracowują długookresowe strategie ograniczania ryzyka;
- zwiększenie uwagi w kierunku regionalizacji i lokowania zapasów blisko konsumentów;
- rozbudowa zdolności obsługi wielu kanałów sprzedaży z wykorzystaniem digitalizacji, automatyzacji procesów i kompleksowego planowania;
- przyspieszenie inicjatyw społecznych dotyczących zrównoważonego rozwoju z eliminacją wszystkich operacji mających negatywny wpływ na środowisko.

Wszystkie te kierunki wynikają z doświadczeń pandemicznych i obserwacji zachowań przedsiębiorstw, zwłaszcza tych, którym udało się łagodzić skutki kryzysu.

Podsumowanie

Pandemia SARS-CoV-2 była w ostatnich latach tylko jednym z wydarzeń, które uzmysłowiło nam, że żyjemy w czasach ciągłych zakłóceń (*ever-turbulent era*), i to takich, których w ogóle się nie spodziewamy. Te warunki definiują tzw. nową normalność. Konsumenty musieli zmienić nawyki zakupowe. Zmianie uległy także priorytety. Przedsiębiorstwa były zmuszone zredefiniować swoje modele biznesowe, przeformułować strategie, przegrupować zasoby, wprowadzić nowe podejście do zarządzania ryzykiem, a nawet – inaczej postrzegać ryzyko. Dotyczyło to także łańcuchów dostaw. Można powiedzieć, że w tym obszarze ryzyka się multiplikowały. Nie dość, że funkcjonuje w nich wiele różnych podmiotów niezależnych od producenta, to ze względu na różne rodzaje operacji jeszcze większa jest tu ekspozycja na czynniki zewnętrzne. Pandemia była dobrym testem odporności łańcuchów dostaw. Wiele podmiotów tego testu nie zaliczyło. W tekście wymienione zostały firmy, które sobie z pandemią poradziły. Podstawą ich przetrwania była przede wszystkim zdolność błyskawicznego podejmowania decyzji i umiejętnego dostosowania się do nowych warunków funkcjonowania. W zależności od branży

i domeny działania było to zadanie trudne albo ekstremalnie trudne. Przypadek tych, którym się udało, skłania do refleksji i wyciągania wniosków na przyszłość, pokazuje, jak powinno się działać po tych doświadczeniach, a więc w warunkach nowej normalności. Bo przede wszystkim pandemia SARS-CoV-2 zmieniła podejście do zarządzania łańcuchami dostaw, zmieniła zachowania klientów, utrwaliła nowe zachowania i ujawniła nowe potrzeby. Pokazała, że trzeba być gotowym na wiele i spodziewać się niespodziewanego, a wiele łańcuchów dostaw stało się bardziej odpornych. Jak bardzo? Obyśmy nie musieli się o tym przekonać przy okazji kolejnych zaskakujących zdarzeń.

Bibliografia

- Alicke, K., Gupta, R. i Trautwein, V. (2020). Resetting supply chains for the next normal. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/resetting-supply-chains-for-the-next-normal#/>
- Auto Świat. (2021). Ile trzeba czekać na nowe auto? Nawet ponad 6 miesięcy! *Auto Świat*, (22–23), 78–79.
- Ballou, R. H. (1992). *Business logistics management* (wyd. 3). Prentice Hall.
- Barkho, G. (2021). How Zara recovered to surpass pre-pandemic sales. *Modern Retail*. <https://www.modernretail.co/retailers/how-fast-fashion-retailer-zara-recovered-to-surpass-pre-pandemic-sales/>
- Bashir, N. (2020). James Dyson designed a new ventilator in 10 days. He's making 15,000 for the pandemic fight. *CNN Business*. <https://edition.cnn.com/2020/03/26/tech/dyson-ventilators-coronavirus/index.html>
- BBC. (2020). *Dyson cuts 900 jobs amid coronavirus impact*. <https://www.bbc.com/news/business-53517243>
- Bechtel, Ch. i Jayaram, J. (1997). Supply chain management: A strategic perspective. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 15–34. <https://doi.org/10.1108/09574099710805565>
- Bell, M. A. (2002). *The five principles of organizational resilience*. Pobrane 26 listopada 2014 z <http://home.trg-inc.com/sites/default/files/The%20Five%20Principles%20of%20Organizational%20Resilience.pdf>
- Boin, A., Kelle, P. i Whybark, D. C. (2010). Resilient supply chains for extreme situations: Outlining a new field of study, *International Journal of Production Economics*, 126(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.020>
- Bourla, A. (2021, maj-czerwiec). The CEO of Pfizer on developing a vaccine in record time. *Harvard Business Review*, 34–39.
- Choi, Th. Y., Netland, T. H., Sanders, N., Sodhi, M. S. i Wagner, S. M. (2023). Just-in-time for supply chains in turbulent times. *Production and Operations Management*, 32(7), 2331–2340. <https://doi.org/10.1111/poms.13979>
- Christopher, M. i Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574090410700275>

- Ergun, O., Karakus, G., Keskinocak, P., Swann, J. i Villareal, M. (2011). Operations research to improve disaster supply chain management. W: J. J. Cochran, L. A. Cox, P. Keskinocak, J. P. Kharoufeh i J.C. Smith (Eds.), *Wiley encyclopedia of operations research and management science*. <https://doi.org/10.1002/9780470400531.eorms0604>
- Coleman, D. (2012). *The future of the collaborative workplace*. Collaborative Strategies White Paper.
- Cosgrove, E. (2020, 17 listopada). Walmart execs say stockouts track with COVID-19 hot spots. *Supply Chain Dive*. <https://www.supplychaindive.com/news/walmart-stockouts-covid-19-cases-demand/589174/>
- Dash, S. R., Mishra, U. S. i Mishra, P. (2013). Emerging issues and opportunities in disaster response supply chain management. *International Journal of Supply Chain Management*, 2(1), 55–61.
- Downey, L. (2021, 20 sierpnia). How COVID affects Apple (AAPL). *Investopedia*. <https://www.investopedia.com/how-covid-affects-apple-aapl-5198334>
- Fiksel, J. (2003). Designing resilient, sustainable systems. *Environmental Science & Technology*, 37(23), 5330–5339. <https://doi.org/10.1021/es0344819>
- Friedman, M. (1982). *Capitalism and freedom* (2nd ed.). University of Chicago Press.
- Gilmore, D. (2014, 3 kwietnia). *Under Armour's athletic supply chain*. <https://www.scdigest.com/assets/FirstThoughts/14-04-03.php?cid=7959>
- Hadavi, C. (2021). *Supply chain resiliency – a critical lesson from COVID-19*. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/08/04/supply-chain-resiliency---a-critical-lesson-from-covid-19/>
- Hale, J. i Brusil, P. (2007). Secur(e)ity management: A continuing uphill climb. *Journal of Network and Systems Management*, 15, 525–553. <https://doi.org/10.1007/s10922-007-9079-4>
- Hale, T. i Moberg, C. R. (2005). Improving supply chain disaster preparedness. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(3), 195–207.
- Hansen, M. Ch. (2021). *Readiness is all: How quality prepared FedEx for COVID-19*. American Society for Quality.
- Hopkins, J. S. (2020, 11 grudnia). How Pfizer delivered a COVID vaccine in record time: Crazy deadlines, a pushy CEO. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/how-pfizer-delivered-a-covid-vaccine-in-record-time-crazy-deadlines-a-pushy-ceo-11607740483>
- Ivanov, D., Sokolov, B. i Kaeschel, J. (2010). A multi-structural framework for adaptive supply chain planning and operations control with structure dynamics considerations. *European Journal of Operational Research*, 200(2), 409–420. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.002>
- Jovanovic, M. (2022). Overcoming the difficulties caused by the COVID-19 pandemic by using adapter marketing logistics in the “Zara” company. *Tekstilna Industrija*, 70(4), 63–71.
- Kalakota, R., Robinson, M. i Gundepudi, P. (2003). Mobile applications for adaptive supply chain: A landscape analysis. W: E. P. Lim i K. Siau (Eds.), *Advances in mobile commerce technologies* (s. 298–312). Idea Group.
- Koh, A. i Saraiva, A. (2022). From sneakers to Teslas, China lockdowns upend global supply chains. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-05-14/china-lockdowns-create-supply-chain-chaos-from-apple-to-tesla>

- Koralewski, M. (2020). FedEx dostarczy pierwszą partię szczepionek przeciwko COVID-19 na terenie USA. *Media Logistyka*. <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/item/91600-fedex-dostarczy-pierwsza-partie-szczepionek-przeciwko-covid-19-na-terenie-usa>
- Liang, J., Pan, X., Wang, B. i Yang, S. (2022). The impact of COVID-19 on the automotive industry: A case study of Ford Motor. *Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development*, 656, 1199–1202. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220603.194>
- Lund, S. i George, K. (2020, 16 listopada). *Why investing in supply chain resilience pays off*. <https://fortune.com/2020/11/16/supply-chain-shock-risk-resilience-covid-mckinsey/>
- Marcinkowski, J. M. (2019). *Humanitarny łańcuch dostaw*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Montgomery, O. (2020, 2 października). 5 types of supply chain disruption with COVID-19 examples. *Software Advice*. <https://www.softwareadvice.com/resources/supply-chain-disruption-types/?MvBriefArticleId=59473>
- O'Donnell, N. (2020, 27 kwietnia). How Ford and GM joined the fight against the coronavirus. *CBS News*. <https://www.cbsnews.com/news/ford-general-motors-coronavirus-ventilators-medical-supplies/>
- Park, Y. W., Hong, P. i Roh, J. J. (2013). Supply chain lessons from the catastrophic natural disaster in Japan, *Business Horizons*, 56(1), 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2012.09.008>
- Parker, K., Horowitz, J. M. i Minkin, R. (2022). *COVID-19 pandemic continues to reshape work in America*. <https://www.pewresearch.org/social-trends/2022/02/16/covid-19-pandemic-continues-to-reshape-work-in-america/>
- Perdana, T., Onggo, B. S., Sadeli, A. H., Chaerani, D., Achmad, A. L. H., Hermiatin, F. R. i Gong, Y. (2022). Food supply chain management in disaster events: A systematic literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 79, 103183. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103183>
- Reeves, M., Shmul, Y. i Martinez, D. Z. (2021). *How resilient businesses created advantage in adversity during COVID-19*. <https://www.bcg.com/publications/2021/how-resilient-companies-created-advantages-in-adversity-during-covid>
- Reuters. (2020). *Dell posts surprise revenue rise on booming demand for remote-work tools*. <https://www.reuters.com/article/dell-tech-results-idUSL4N2IA078/>
- Roh, J., Turkulainen, V., Whipple, J. M. i Swink, M. (2017). Organizational design change in multinational supply chain organizations. *The International Journal of Logistics Management*, 28(4), 1078–1098. <https://doi.org/10.1108/IJLM-06-2016-0146>
- Saran, C. (2020). *How the supply chain is handling COVID-19*. <https://www.computerweekly.com/feature/How-the-supply-chain-is-handling-Covid-19?MvBriefArticleId=59469>
- Schwemmer, M. i Sardesai, S. (2023). Odporność jako nowa funkcja docelowa globalnych łańcuchów wartości dodanej. *Eurologistics*, 4, 41–49.
- Segal, E. (2021, 1 września). How Walmart is responding to COVID-related challenges. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/edwardsegal/2021/09/01/how-covid-repeatedly-put-walmart-to-the-test/>
- Shabir, S. i Al-Bishri, N. A. (2021). Sustainable retailing performance of Zara during COVID-19 pandemic. *Open Journal of Business and Management*, 9(3), 1013–1029. <https://doi.org/10.4236/ojbm.2021.93054>

- Sheffi, Y. (2005). Building a resilient supply chain. *Harvard Business Review: Supply Chain Strategy*, 1(8), 1–4.
- Statista. (2023). *Production volume of N95 masks by 3M worldwide from 2019 to 2021*. Statista Research Department. <https://www.statista.com/statistics/1232566/global-n95-mask-production-of-3m/>
- Syahrir, I., Suparno i Vanany, I. (2015). Healthcare and disaster supply chain: Literature review and future research. *Procedia Manufacturing*, 4, 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.007>
- Szymczak, M. (2015). *Ewolucja łańcuchów dostaw*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Świerczek, A. (2012). *Zarządzanie ryzykiem transmisji zakłóceń we współdziałaniu przedsiębiorstw w łańcuchach dostaw*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.
- Tangen, N. (2022). Standing strong: 3M overcomes COVID-19 challenges. *AmCham China Quarterly Magazine*, 3, 15–17.
- Tasnim, Z., Hamid, A. B. A., Dwivedi, Y. K. i Shareef, M. A. (2022). Sustainable disaster supply chain management for relief operations in Bangladesh. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 12(2), 285–304. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-07-2021-0062>
- Timperio, G., Panchal, G. B., Samvedi, A., Goh, M. i De Souza, R. (2017). Decision support framework for location selection and disaster relief network design. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 7(3), 222–245. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-11-2016-0040>
- Välikangas, L. (2010). *The resilient organization: How adaptive cultures thrive even when strategy fails*. McGraw-Hill.
- Wilding, R. (2013). Supply chain temple of resilience. *Logistics & Transport Focus*, 15(11), 55–59.
- World Economic Forum. (2013). *Building resilience in supply chains*. Industry Agenda.
- Wu, J., Dong, M., Ota, K., Li, J. i Yang, W. (2020). Sustainable secure management against APT attacks for intelligent embedded-enabled smart manufacturing. *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, 5(3), 341–352. <https://doi.org/10.1109/TSUSC.2019.2913317>
- Yang, L. (2023). Impact of COVID-19 on the manufacturing industry: A case study of 3M company. *Proceedings of the 2023 International Conference on Management Research and Economic Development*, 234–245. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/18/20230078>
- Zhao, Y. i Zhang, Z. (2022). Strategy analysis of the COVID-19's influence on Apple. *Proceedings of the 2022 7th International Conference on Social Sciences and Economic Development*, 215, 9–13. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220405.003>

2

Zarządzanie innowacjami w logistyce ostatniej mili w czasie pandemii COVID-19 – studium przypadku firmy Inpost

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/2>

 Marta Warsewicz

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
marta.warsewicz@gmail.com

Managing innovation in last mile logistics during the COVID-19 pandemic: The case of InPost company

Abstract: The COVID-19 pandemic has significantly impacted companies in the logistics industry by increasing the demand for delivery services. In order to meet growing consumer expectations, companies had to adapt their operations to meet new challenges, such as increased parcel volumes, expanded safety procedures and the need to offer alternative delivery options. The InPost company has doubled its revenue in 2020 and significantly increased the number of parcel machines and services offered. The article will present aspects of technological, process and organisational innovation by analysing the evolution of parcel lockers as a key element of the company's supply chain. The aim of the article is to examine InPost's response to the difficulties arising from the pandemic and to identify the factors that have contributed to its status as a leader in the CEP industry. The methodology involves analysing a variety of literature sources and industry reports to conduct a case study.

Keywords: e-commerce, logistics, supply chain, innovation, last-mile.

Sugerowane cytowanie: Warsewicz, M. (2025). Zarządzanie innowacjami w logistyce ostatniej mili w czasie pandemii COVID-19 – studium przypadku firmy Inpost. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 32–49). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/2>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

W dzisiejszych czasach, kiedy gospodarka podlega ciągłym zmianom, a turbulencje oraz zakłócenia stają się nieodłącznym elementem rzeczywistości biznesowej, efektywne zarządzanie łańcuchem dostaw stanowi wyzwanie dla przedsiębiorstw (Gąsowska, 2020). Szczególnie w obszarze logistyki, gdzie ostatnia mila jest najbardziej kosztownym (Cichosz, 2020), a zarazem bardzo ważnym ogniwem łańcucha dostaw, mając bezpośredni wpływ na satysfakcję konsumenta. Umiejętne zarządzanie innowacjami jest już nie tylko koniecznością, lecz także kluczem do budowy odporności łańcucha dostaw, czyli radzenia sobie w obliczu zmian (Szymczak, 2015). Logistyka obecnie bardziej niż kiedykolwiek wymaga elastyczności, szybkości reakcji na zmiany rynkowe oraz zdolności do przewidywania i minimalizowania skutków zakłóceń. W kontekście nieustabilizowanej gospodarki umiejętne dostosowanie się do nowych warunków staje się elementem sukcesu przedsiębiorstw. W rozdziale zostanie omówiony jeden z najbardziej dynamicznie rozwijających się graczy na rynku logistycznym – firma InPost. Celem jest znalezienie odpowiedzi na następujące kwestie: Jak przedsiębiorstwo, znane z rewolucyjnego podejścia do dostaw, radzi sobie w obliczu współczesnych wyzwań? Jakie innowacje w zarządzaniu łańcuchem dostaw zostały wdrożone, aby zbudować odporność na turbulencje zmiany rynkowe? W dalszej części rozdziału zostaną przedstawione strategia InPost oraz narzędzia stosowane przez firmę, a także to, w jaki sposób innowacje wpływają na łańcuch dostaw, zwłaszcza w kontekście ostatniej mili. Odpowiedzi na te pytania stanowić będą nie tylko analizę konkretnego przypadku, ale także cenne wskazówki dla wszystkich przedsiębiorstw, które pragną skutecznie zarządzać logistyką w erze niepewności i ciągłych zmian.

2.1. Pandemia

W historii współczesnej świat doświadczył licznych kryzysów, zakłóceń i okresów niestabilności, które miały znaczący wpływ na rozwój wydarzeń. Od lat 60., kiedy to niepokoje społeczne i wydarzenia geopolityczne zaczęły wprowadzać elementy niepewności, poprzez turbulencje finansowe lat 80. i 90., po kryzys w 2007 roku oraz przemiany wynikające z transformacji cyfrowej, ciągła niepewność i konieczność adaptacji stały się nieodłącznym elementem ekonomicznej rzeczywistości. Każdy z tych elementów miał wpływ na gospodarkę, kształtując jej kierunek rozwoju i wymuszając zmiany. Współczesna gospodarka jest również nieustannie poddawana próbom, a jednym z najbardziej znaczących wydarzeń ostatnich lat jest pandemia COVID-19. Ta globalna kryzysowa sytuacja zakłóciła funkcjonowanie wielu sektorów, niosąc ze sobą zarówno wyzwania, jak i konieczność adaptacji. Warto się

zastanowić, jakie zmiany i innowacje pojawiły się w odpowiedzi na dany kryzys oraz jakie wnioski można wyciągnąć z przeszłości.

Pandemia znacząco wpłynęła na zachowania zakupowe ludzi na całym świecie. Wielu konsumentów, którzy wcześniej nie byli zwolennikami zakupów online, przekonało się do elektronicznych rozwiązań (Chaudhary, 2020). Struktura rynków e-commerce uległa transformacji, a sprzedaż online stopniowo wzrosła (Kim, 2020). Dynamiczny rozwój handlu elektronicznego spowodował znaczący wzrost liczby przesyłek dostarczanych do domu. W konsekwencji firmy zajmujące się dystrybucją i dostawą towarów doświadczyły gwałtownego wzrostu swojej aktywności (Viu-Roig i Alvarez-Palau, 2020).

Logistyka ostatniej mili odpowiada za około 40% łącznych kosztów logistyki na całym świecie, co stanowi więcej niż w przypadku jakiegokolwiek innego etapu łańcucha dostaw (Bauer et al., 2020). W obliczu pandemii i jej wpływu na gospodarkę światową logistyka ostatniej mili zyskała na znaczeniu jako kluczowy element w zapewnianiu szybkiej i skutecznej dostawy towarów oraz spełnianiu rosnących oczekiwań konsumentów. Adaptacja do nowych warunków wymusiła na branży logistycznej wprowadzenie rozwiązań, które nie tylko odpowiadały na wyzwania bezpośrednio związane z pandemią, ale także przyczyniły się do długoterminowego rozwoju sektora.

2.2. E-commerce w ostatniej mili

Początek handlu elektronicznego (*electronic commerce, e-commerce*) datuje się na lata 60. XX wieku, gdy konsumenci mogli korzystać z bankomatów oraz dokonywać zakupów za pomocą terminali płatniczych i kart kredytowych w punktach sprzedaży. Następnie upowszechniły się technologie telekomunikacyjne i komputery, które pozwalały organizacjom na wymianę informacji oraz prowadzenie działalności handlowej drogą elektroniczną (Molla i Licker, 2001). Telezakupy i tzw. teletekst w systemie telegazety (*Bildschirmtext*) odegrały kluczową rolę w rozwoju e-commerce, wprowadzając innowacyjne na tamte czasy metody sprzedaży i interakcji z klientami. Telezakupy (*teleshopping*), które zyskały popularność w latach 80. i 90., umożliwiły konsumentom zakupy bez wychodzenia z domu (Gołaszewska-Kaczan, 2021). Dzięki kanałom telezakupowym, takim jak QVC¹, klienci mogli oglądać produkty na żywo i zamawiać je telefonicznie (Lim i Kim, 2017). System telegazety, wprowadzony w latach 70. i 80., pozwalał na interaktywne zakupy i dostęp do usług za

¹ QVC (Quality Value Convenience) to amerykańska firma założona w 1986 roku, specjalizująca się w sprzedaży detalicznej przez telewizję i internet. Znana z programów na żywo umożliwiających konsumentom oglądanie i natychmiastowe zamawianie produktów.

pomocą zwykłego, komutowanego połączenia telefonicznego i ekranu telewizora². Dzięki zintegrowanemu komponentowi płatności (za pośrednictwem rachunku telefonicznego) tekst na ekranie miał już wszystkie elementy dzisiejszego systemu handlu elektronicznego, nawet jeśli opcje wyświetlania, szybkość transmisji oraz zakres usług były stosunkowo ograniczone (Riehm i in., 2003). Telegazeta wprowadziła koncepcję zdalnych transakcji, co przygotowało grunt pod rozwój internetowych platform e-commerce. Te wczesne formy handlu zdalnego przekształciły handel. W latach 90. XX wieku rozwój internetu przyspieszył, co zaowocowało pojawieniem się pierwszych dużych firm e-commerce, takich jak Amazon i eBay, założonych w 1995 roku. Te firmy zrewolucjonizowały sposób, w jaki ludzie kupują i sprzedają produkty, przez wprowadzenie handlu online na szeroką skalę (Riehm i in., 2003). Od tego czasu e-commerce rozwija się dynamicznie, będąc integralną częścią globalnej gospodarki.

Lata 2010–2015 to okres dynamicznego wzrostu e-handlu, tzw. e-commerce 2.0 na skalę globalną. Elektroniczny handel 2.0 cechował się wprowadzeniem funkcji komentarzy oraz ocen na platformach, połączeniem handlu z mediami społecznościowymi czy pojawieniem się pojęcia crowdsourcingu (Zimmermann i in., 2010). Rozwój technologii logistycznych, a zwłaszcza wprowadzenie automatów paczkowych, zrewolucjonizował dostawy. Sklepy online zaczęły oferować bogatszy i bardziej wyspecjalizowany asortyment, a konkurencja na rynku globalnym stawała się coraz bardziej zacięta. Aplikacje mobilne, płatności elektroniczne i responsywne strony internetowe umożliwiły łatwiejszy dostęp do asortymentu oraz obsługę online. W ostatnich latach pandemia wywarła znaczący wpływ na e-commerce na całym świecie. W czasach lockdownu konsumenci zwrócili się ku zakupom online, a wskaźniki sprzedaży online osiągały rekordowe poziomy. Analizując sytuację na rynku przesyłek kurierskich, można zauważyć, że w 2020 roku odnotowano solidny wzrost wolumenu o 44,5% w stosunku do 2019 roku (Michalik, 2021). Warto zauważyć, że wzrost ten stanowi istotny wskaźnik aktywności gospodarczej oraz zmian w preferencjach konsumentów, zwłaszcza w kontekście rosnącej roli handlu elektronicznego.

Na łańcuch dostaw e-commerce składa się kilka kluczowych procesów. Zaopatrzenie obejmuje pozyskiwanie produktów od dostawców i zarządzanie zapasami, sortowanie zamówień w centrach logistycznych polega na pakowaniu i przygotowaniu produktów do wysyłki, natomiast dostarczenie do klienta końcowego to zapewnienie transportu i monitorowanie przesyłek w celu terminowej dostawy pod

² Dodatkowo w latach 80. został uruchomiony Minitel, czyli francuski system wideotekstowy działający online, który umożliwiał użytkownikom dostęp do usług, takich jak katalogi, rezerwacje, zakupy i bankowość, za pomocą terminali podłączonych do linii telefonicznych. Był jednym z najwcześniejszych przykładów interaktywnej sieci komputerowej. Działał i był używany aż do 2012 roku (Francyk, 2022).

wskazany adres. Ostatni etap jest nazywany ostatnią milą. To najmniej efektywny, najdroższy oraz najbardziej wymagający odcinek łańcucha (Seghezzi i in., 2021), a jednak najistotniejszy, ponieważ bezpośrednio wpływa na satysfakcję klienta. Aby sprostać oczekiwaniom, e-commerce rozwija różne formy dostaw, dostosowując się do potrzeb i oczekiwań konsumentów. Wyróżnia się kilka form dostaw. Najbardziej popularne są dostawy do domu, do paczkomatów oraz do punktów odbioru. Do realizacji dostawy konieczny jest operator pocztowy (krajowy lub globalny), kurierzy i inne wyspecjalizowane podmioty (Morganti i in., 2014), którzy tworzą branżę usług kurierskich, ekspresowych i paczkowych (KEP).

Branża KEP koncentruje się na świadczeniu usług dostawy i obsługi przesyłek, gwarantując szybkie i efektywne przemieszczanie przesyłek od nadawcy do odbiorcy. Sektor ten rozwija się dynamicznie, zwłaszcza w kontekście wzrostu handlu elektronicznego, który generuje zwiększone zapotrzebowanie na usługi kurierskie i ekspresowe. W danej branży istotnym aspektem jest szybka dostawa, która pozwala klientom otrzymywać przesyłki w krótkim czasie, czasami nawet w ciągu jednego dnia. Wykorzystanie nowoczesnych technologii, takich jak aplikacje mobilne i systemy śledzenia, umożliwia klientom monitorowanie przesyłek. Wzrost handlu elektronicznego przekłada się na rosnące zapotrzebowanie na usługi KEP. Kluczowe jest także zapewnienie bezpieczeństwa przesyłek, dlatego firmy stosują środki zapobiegawcze, aby minimalizować ryzyko uszkodzenia lub utraty paczki. Branża KEP odgrywa ważną rolę w logistyce ostatniej mili, umożliwiając sprawną i szybką dostawę towarów na rynkach krajowych i międzynarodowych.

2.3. Rynek usług KEP w Polsce

Rynek pocztowy w Polsce dynamicznie się rozwija i adaptuje do nowoczesnych technologii cyfrowych oraz rosnących oczekiwań klienta. Przez długi czas rynek był zdominowany przez krajowego operatora – Poczta Polska – jednak coraz większą konkurencję stanowią firmy kurierskie, jak DHL, UPS czy InPost, które stale rozwijają swoje usługi.

Od 2020 roku InPost zajmuje pierwsze miejsce wśród operatorów pocztowych w segmencie przesyłek kurierskich w Polsce³, zarówno pod względem wolumenu, jak i przychodów. Jeszcze w 2019 roku na czele stała firma DPD (Poczta Francuska) (Urząd Komunikacji Elektronicznej, 2020), która aktualnie jest na drugim miejscu. Trzecie miejsce pod względem liczby przesyłek zajmuje nasz narodowy operator,

³ Według Raportu UKE (Urząd Komunikacji Elektronicznej) o stanie rynku pocztowego (w latach 2020, 2021, 2022, 2023).

Poczta Polska. Następnie w czołówce są GLS (Poczta Brytyjska) i trzy globalne firmy: DHL, UPS i FedEx (Urząd Komunikacji Elektronicznej, 2023).

W lutym 2023 roku chińska firma Cainiao oraz grupa DHL połączyły swoje siły, inwestując 60 mln euro w rozwój wspólnej sieci automatów pocztowych, co wskazuje na dalszy rozwój segmentu przesyłek kurierskich w kraju (DHL, 2023). Inwestycja ta może wpłynąć na wzrost konkurencyjności firmy w porównaniu z pozostałymi operatorami logistycznych brany KEP.

W tabeli 2.1 przedstawiono operatorów pocztowych oraz liczbę punktów odbioru w całej Polsce, z automatami paczkowymi włącznie.

Tabela 2.1. Liczba punktów odbioru przesyłek oraz automatów paczkowych

Firma	Punkty odbioru	Liczba automatów paczkowych
InPost	25385	>20000
DPD Pickup	25961	6362
Poczta Polska (Pocztex)	17000	436
DHL (DHL POP)	18000	1200
PKN Orlen + RUCH S.A. (ORLEN Paczka)	10737	4000
Allegro	5799	3514
GLS	6000	–
Fedex	4000	–
UPS	46	–

Źródło: na podstawie (<https://inpost.pl>, <https://www.dpd.com/pl/pl/>, <https://www.poczta-polska.pl>, <https://www.ornlenpaczka.pl>, <https://gls-group.com/PL/pl/home/>, <https://www.fedex.com/pl>, <https://www.ups.com/dropoff/>, <https://next.gazeta.pl/next/7,151243,29437228,dhl-i-cainiao-wydadza-60-mln-euro-na-automaty-paczkowe-w-polsce.html> Stan na 3 lutego 2024 r.

InPost pozostaje liderem, jeśli chodzi o sieć automatów paczkowych. Jednak DPD może się pochwalić największą liczbą punktów odbioru, takich jak placówki firmy, kioski czy sklepy, na przykład Żabka, ABC, Lewiatan. Poczta Polska oraz DHL także posiadają dużą sieć punktów odbioru, choć stosunkowo mało automatów. PKN Orlen zajmuje trzecie miejsce pod względem automatów paczkowych. Firmy GLS, Fedex oraz UPS oferują jedynie odbiór w punktach.

Udział firm w rynku automatów paczkowych w Polsce kształtuje się następująco: InPost 57%, DPD 16%, Orlen 11%, Allegro 9%, DHL 7% oraz Poczta Polska mniej niż 1% (Colliers, 2024).

Warto wspomnieć, że firma Allegro dysponuje swoją siecią automatów paczkowych (Allegro One Box), jednak jest tylko platformą e-commerce, więc jej dostawy są obsługiwane przez przewoźników (między innymi InPost, UPS, GLS). Ten sam przypadek dotyczy Orlen Paczki, którą obsługuje firma RUCH S.A.

2.4. Historia firmy InPost

Początki firmy InPost sięgają 2006 roku, kiedy Rafał Brzoska postanowił zrewolucjonizować polski sektor kurierski. Rozpoczęcie działalności zbiegło się w czasie ze strajkiem listonoszy, kiedy jedynie Poczta Polska mogła dostarczać listy o masie poniżej 50 g. Założyciel InPostu wpadł na pomysł dociążania kopert pięćdziesięciogramową blaszką, co pozwoliło ominąć monopol państwa (InPost, 2019). Początki InPostu charakteryzowały się innowacyjnym podejściem, czego przykładem było pomysłowe obejście ograniczeń prawnych. Firma szybko się rozwijała, zaskakując wielu obserwatorów (Kozłowska, 2013). Liczba miesięcznych dostarczanych przesyłek systematycznie rosła, a już pod koniec 2007 roku InPost wprowadził system śledzenia listów przez internet (InPost, 2019). Innowacyjność towarzyszyła założycielowi InPostu od samego początku, firma szybko odniosła sukces na rynku logistycznym.

W 2009 roku narodził się pomysł paczkomatów, czyli urządzeń przypominających skrytki pocztowe, umożliwiających samodzielne odbieranie i nadawanie przesyłek 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu. Rok później nastąpiła przełomowa chwila dla firmy – InPost wprowadził na rynek pierwsze urządzenia (InPost, 2019). To innowacyjne rozwiązanie stało się kluczowym elementem strategii firmy, skracać czas dostawy oraz ograniczając koszty operacyjne. Dzięki temu kurierzy nie musieli już dostarczać przesyłek bezpośrednio do każdego klienta, a jedynie zbiorczo – do paczkomatu, co znacznie zredukowało koszty obsługi. Spółka zgłosiła nazwę „paczkomat” w Urzędzie Patentowym i już w następnym roku uzyskała prawa do znaku towarowego. Oznaczało to, że konkurencja nie mogła nazywać swoich urządzeń do odbioru i nadawania przesyłek „paczkomatami”. Wtedy też rozpoczął się spór InPostu z Poczta Polską, która w 2019 roku także postanowiła wprowadzić swoje automaty pocztowe. Walka o znak towarowy oraz pozycję na rynku pozostaje otwarta.

Mimo innowacyjnych pomysłów w 2014 roku InPost stanął przed poważnymi trudnościami finansowymi. Dwa lata później firma znalazła się na skraju bankructwa oraz musiała wycofać się z rynku przesyłek listowych (Michalik, 2022). Brzoska jednak się nie poddał, firma przeszła rebranding i skupiła się na rozbudowie sieci paczkomatów. W 2014 roku rozpoczęła ekspansję zagraniczną, umacniając pozycję InPostu na globalnych rynkach. Kluczowe momenty obejmują także lata 2016–2017, kiedy firma odniosła sukces finansowy po trudnym okresie strat. W 2017 roku firma nawiązała strategiczne partnerstwo z amerykańskim funduszem Advent International, otwierając sobie drzwi do globalnych możliwości rozwoju (Advent International, 2017). Od tego czasu firma dynamicznie dostosowuje się do zmieniających się warunków rynkowych, stając się symbolem innowacyjności w branży logistycznej.

2.5. Innowacje oraz działania firmy InPost

Aby móc wymienić innowacje wprowadzone przez firmy, w pierwszej kolejności należy dokonać definicji pojęcia. W 1911 roku Joseph Schumpeter jako twórca innowacyjnej teorii przedsiębiorstwa wyróżnił pięć rodzajów innowacji:

- wprowadzenie na rynek nowego produktu o nowych cechach;
- wprowadzenie nowej lub usprawnionej metody produkcji;
- otwarcie oraz rozpoczęcie nowego rynku zbytu;
- pozyskanie nowego źródła surowców lub półfabrykatów;
- wprowadzenie nowej organizacji jakiegoś przemysłu.

W każdym powyższym określeniu występuje słowo „nowy”, ponieważ właśnie nowość stanowi istotę innowacji. Dana definicja jest uniwersalna i może odnosić się do organizacji, procesu produkcyjnego, wyrobu etc. Innowacją nie można nazwać czegoś, co już wcześniej istniało, a więc imitacji, która może się cechować przedsiębiorczością, jednak z pewnością nie należy do nowych rozwiązań (Dziekoński i Chwiećko, 2013, s. 178).

Według klasyfikacji podręcznika *Oslo Manual* innowacje dzieli się na procesowe (dotyczące wdrożenia lub udoskonalenia metod, sposobów) i organizacyjne (wdrażanie metod zarządzania), jednak zdarzają się też produktowe (powstanie nowego lub ulepszenie produktu) oraz marketingowe (wprowadzanie nowych form promowania produktów) (OECD, 2018). Przedsiębiorstwa branży KEP mają ogromne możliwości korzystania z innowacji, gdyż cechuje je dynamiczny rozwój, stały wzrost zapotrzebowania na usług, wzrost przychodów oraz zasięg obsługiwanych rynków. Celem wprowadzanych innowacji jest z jednej strony poprawa efektywności procesów, a z drugiej wyższy poziom obsługi klienta (Przybylska, 2016). Warto zwrócić uwagę na to, że nie zawsze istnieje ścisła klasyfikacja. Przykładowo niektóre innowacje będą wpływały na polepszenie procesu planowania oraz kontroli, a tymczasem stanowią zmianę organizacyjną, gdyż w strukturze firmy należy dostosować pracę do nowego rozwiązania. W rozdziale innowacje firmy InPost zostaną podzielone na innowacje technologiczne (wprowadzenie nowych technologii, narzędzi lub metod w celu poprawy produktów, usług lub procesów), procesowe (wprowadzania zmian w procesach biznesowych w celu zwiększenia efektywności, obniżenia kosztów lub poprawy jakości produktów), produktowe (jako nowe lub ulepszone produkty lub usługi, które oferują dodatkowe funkcje, lepszą wydajność lub większą wartość dla klienta) oraz organizacyjne (dotyczące zmian w strukturze organizacyjnej, kulturze korporacyjnej, zarządzaniu zasobami ludzkimi, czy też strategii biznesowej). W tabeli 2.2 zostały przedstawione usługi oferowane przez InPost według raportu z 2022 roku wraz z przyporządkowaniem do rodzaju innowacji. Pogrubione i duże oznaczenie **X** wskazuje, że jest to innowacja główna. Gdy

Tabela 2.2. Rozwiązania firmy InPost oraz ich podział według rodzaju innowacji

L.p.	Rozwiązanie	Opis rozwiązania	Technologiczna	Procesowa	Produkto- wa	Organizacyjna
1	Zautomatyzowana centralna sortownia	usprawnienie procesu sortowania przesyłek		X		
2	InPost Fullfilment	przeznaczone dla klientów biznesowych, firma udostępnia infrastrukturę oraz <i>know-how</i> i wspiera klientów na każdym etapie procesów e-commerce (magazynowania, wysyłki etc.)		X		
3	Zdalne i bezkontaktowe otwieranie skrytki za pomocą aplikacji mobilnej	możliwość zdalnego, bezkontaktowego otwierania skrytki i wysyłania paczek bez konieczności etykietowania			X	
4	Umieszczenie przesyłki w Strifie Ulatwionego Dostępu	umożliwia dostawę paczek do niżej położonych skrytek; skierowane do osób niewysokich oraz osób z niepełnosprawnościami			X	
5	Chatbot i system IVR (Interactive Voice Response)	optymalizacja obsługi zapytań klientów poprzez automatyzację oraz robotyzację procesów	X			X
6	Sztuczna inteligencja i data science	wykorzystanie technologii AI i analizy danych w celu optymalizacji operacji	X			
7	Multiskrytka	zapewnia większą elastyczność w zakresie dostaw i odbiorów; dla wielu zamówionych paczek wystarczy jeden kod odbioru i jedna skrytka			X	
8	Ekologiczne pojazdy elektryczne	wprowadzenie środowiskowo przyjaznych pojazdów dostawczych	X			X
9	Dynamic Courier Routing	zoptymalizowany system trasy dostaw dla kurierów	X	X		X
10	Chłodzące skrytki	rozwiązanie dostępne dla produktów wymagających schładzania			X	

L.p.	Rozwiązanie	Opis rozwiązania	Technologiczna	Procesowa	Produkcyjna	Organizacyjna
11	Paczkomat Urząd 24	pozwała mieszkańcom załatwiać sprawy urzędowe bez potrzeby wchodzenia do budynku i bezpośredniego kontaktu z urzędnikami			X	
12	Paczkomat InDoor	paczkomat dostępny wewnątrz budynków			X	
13	Paczkomat z czujnikiem jakości powietrza	monitorowanie jakości powietrza wokół paczkomatu	X		X	
14	Ładowniki dla pojazdów elektrycznych w okolicy paczkomatów	infrastruktura do ładowania pojazdów elektrycznych	X		X	
15	Paczkomat bez ekranu	alternatywna wersja paczkomatu bez wyświetlacza	X		X	
16	Paczkomat zasilany energią słoneczną	wykorzystanie energii słonecznej do zasilania paczkomatu	X			
17	InPost Fresh	usługa dostawy świeżych produktów spożywczych		X	X	
18	ECOReturns	zwrot zbędnych, ale funkcjonalnych przedmiotów, takich jak stary telefon czy niepotrzebny blender, jako nowe szanse dla środowiska poprzez usługę EKOzwroty InPostu i Fundacji Odzyskaj Środowisko			X	
19	EcoBox	ekologiczne opakowanie dostępne w procesie dostawy i zwrotów	X			
20	InPost Pay	połączenie płatności i dostawy w jednym miejscu, tj. aplikacji	X		X	
21	Cross Border	usługa B2B polegająca na przyjmowaniu przesyłek w Polsce, a następnie doręczaniu ich pod wskazany adres w innym kraju Unii Europejskiej		X		

Źródło: na podstawie (InPost, 2023).

przy rozwiązaniu występują innowacje współistniejące, są one oznaczone jako X mniejszą czcionką.

Najwięcej innowacji firma wprowadziła w zakresie rozwiązań produktowych oraz technologicznych, następnie procesowych i na ostatnim miejscu organizacyjnych. Innowacje produktowe, takie jak wprowadzenie skrytek o zróżnicowanych funkcjonalnościach, oraz technologiczne, na przykład zastosowanie czatu, który automatycznie odpowiada na pytania, zazwyczaj dotyczą ulepszeń w obszarze obsługi klienta i logistyki. Z kolei innowacje procesowe (automatyzacja magazynu, optymalizacja tras dostaw) skupiają się na efektywności operacyjnej. Innowacje organizacyjne są najmniej liczne, ale odgrywają kluczową rolę w poprawie struktury i kultury przedsiębiorstwa. Dodatkowo wiele innowacji produktowych, technologicznych i procesowych wywiera pośredni pozytywny wpływ na organizację, przynosząc korzyści nie tylko operacyjne, ale i osobiste dla pracowników. Na przykład kurierzy wykorzystujący pojazdy elektryczne mogą doświadczać zwiększonej satysfakcji z pracy, wiedząc, że ich codzienna praca ma ograniczony wpływ na środowisko. To z kolei może budować silniejszą tożsamość marki i przewagę konkurencyjną, ponieważ pracownicy czują, że ich praca ma głębszy cel. Angażowanie w zrównoważone praktyki może przyciągać klientów ceniących ekologiczne podejście, co także wzmacnia pozycję firmy na rynku.

2.6. Innowacje w czasie pandemii

Podczas pandemii firma InPost musiała szybko reagować na zmieniające się warunki i wymagania sanitarne, wprowadzając innowacje w obszarze paczkomatów. Pandemia wymusiła na firmie zastosowanie rozwiązań, które umożliwiły bezkontaktową obsługę i dostawy, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo pracowników i klientów. Konieczne było dostosowanie infrastruktury i procedur operacyjnych, by sprostać wzrostowi popytu na usługi e-commerce oraz ograniczeniom związanym z przemieszczaniem się, co podkreślało rolę paczkomatów jako kluczowego elementu w łańcuchu dostaw. Firma wprowadziła wiele innowacji poniżej podzielonych według celów strategicznych: zwiększonego wolumenu przesyłek, bezpieczeństwa oraz formy dostawy (tabela 2.3).

InPost rozwijał i ulepszał swoją aplikację mobilną, umożliwiając użytkownikom bardziej intuicyjne i elastyczne zarządzanie przesyłkami. Aplikacja stała się kluczowym narzędziem umożliwiającym bezpieczne oraz wygodne korzystanie z usług w okresie ograniczeń związanych z pandemią. W odpowiedzi na obawy związane z bezpieczeństwem podczas pandemii wprowadzono innowacyjne rozwiązania umożliwiające bezdotykowy odbiór przesyłek. To znacznie zwiększyło komfort korzystania z paczkomatów, w czasie gdy klienci starali się minimalizować kontakty

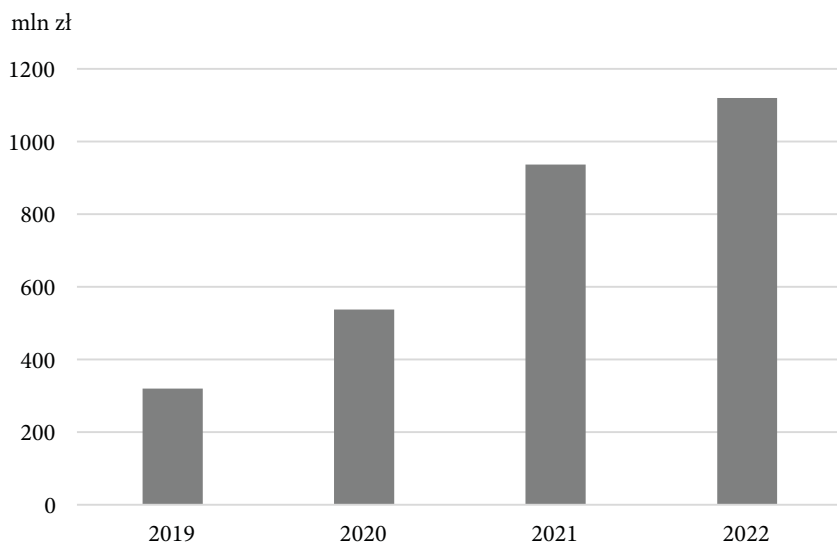
Tabela 2.3. Rozwiązania firmy InPost wprowadzone w czasie pandemii COVID-19

L.p.	Rozwiązanie	Wolumen przesyłek	Bezpieczeństwo	Opcje dostawy
1	Aplikacja mobilna	X	X	
2	Bezdotykowy odbiór przesyłek za pomocą kodu QR		X	X
3	Zwroty bez etykiet	X	X	X
4	Zwiększenie liczby paczkomatów	X		X

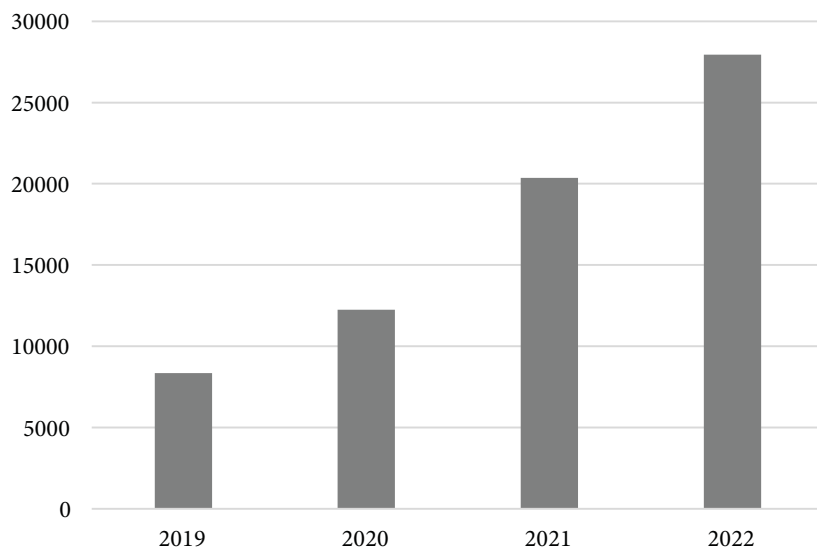
Źródło: na podstawie (InPost, 2022).

fizyczne. W celu ograniczenia formalności i ułatwienia procesu zwrotów w warunkach pandemicznych firma umożliwiła zwroty przesyłek bez konieczności przyklejania etykiet, co uprościło procedury zwrotne i było szczególnie ważne w okresie, gdy wielu konsumentów składało zamówienia online. Dane rozwiązanie sprawdza się w szczególności w branży odzieżowej i obuwniczej (na przykład Zalando). Firma zdecydowanie zwiększyła inwestycje w rozbudowę swojej sieci paczkomatów, co miało na celu dostosowanie się do wzrostu zapotrzebowania na usługi dostaw w warunkach ograniczeń handlowych i lockdownu. Zwiększona liczba paczkomatów umożliwiała bardziej elastyczną i efektywną obsługę większej liczby przesyłek oraz klientów dzięki rozmieszczeniu automatów w nowych lokalizacjach.

Można zauważyć, że firma InPost znacznie zwiększała nakłady finansowe przeznaczone na inwestycje (rysunek 2.1). Z roku 2019 na rok 2020 nastąpił wzrost o 68%, a z roku 2021 na 2022 o 74%. Świadczy to o zwiększonych inwestycjach

**Rysunek 2.1. Nakłady inwestycyjne firmy InPost w latach 2019–2022**

Źródło: na podstawie (InPost, 2022).



Rysunek 2.2. Liczba paczkomatów firmy InPost w latach 2019–2022

Źródło: na podstawie (InPost, 2022).

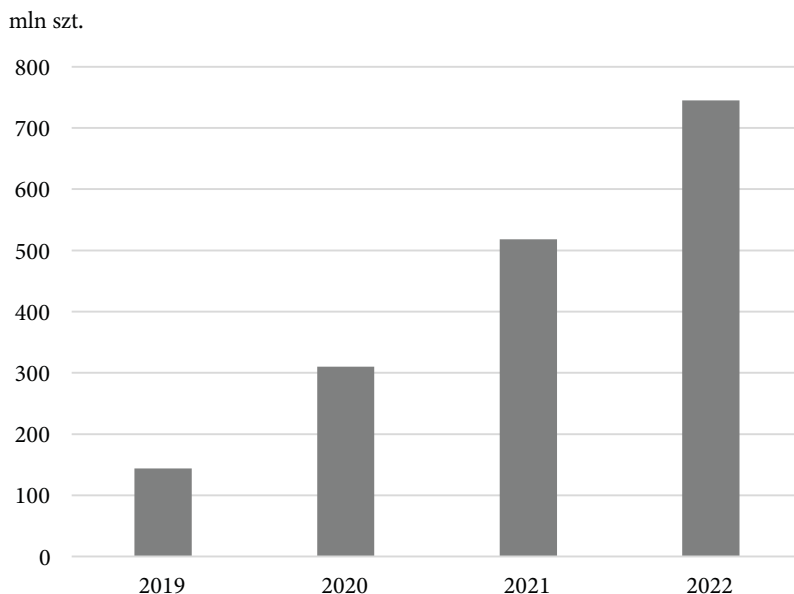
w okresie pandemii. W kolejnych latach widać stabilizację, między 2022 a 2023 rokiem odnotowano wzrost o 20%.

Inwestycje mają odzwierciedlenie przede wszystkim w liczbie paczkomatów (rysunek 2.2). W 2020 roku powstało o 47% więcej automatów niż w roku wcześniejszym. Z kolei w 2021 nastąpił wzrost o kolejne 66% w odniesieniu do roku poprzedniego. W 2022 roku, podobnie jak przy inwestycjach, zauważalna jest stabilizacja i wzrost o 37%. W latach 2021–2022 firma InPost znacznie rozwinęła swoją sieć paczkomatów w Wielkiej Brytanii oraz – w związku z przejęciem firmy Mondial Relay – we Francji.

Dodatkowo dzięki środkom inwestycyjnym InPost wypracował nowe rozwiązania przedstawione we wcześniejszych tabelach. Poprzez dane innowacje i dostosowania firma InPost skutecznie reagowała na wyzwania związane z pandemią, zapewniając klientom bezpieczne i efektywne rozwiązania w obszarze dostaw i zwrotów.

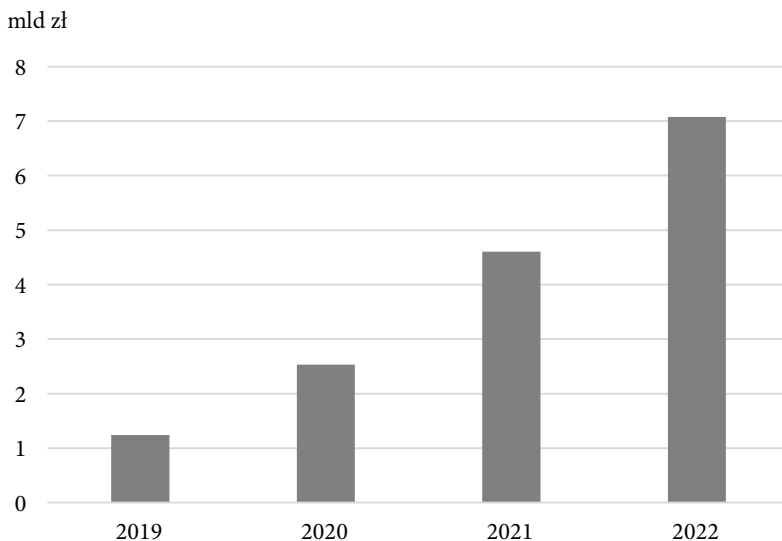
2.7. Skutki działań firmy InPost

W roku rozpoczęcia pandemii wolumen paczek dostarczanych przez InPost wzrósł aż o 115% wobec roku poprzedniego (rysunek 2.3), z kolei przychody o 104% (rysunek 2.4). W następnych latach także zauważalny jest wzrost 67% w 2021 oraz



Rysunek 2.3. Wolumen obsługiwanych przesyłek przez InPost łącznie w Polsce i za granicą w latach 2019–2022

Źródło: na podstawie (InPost, 2022).



Rysunek 2.4. Przychody firmy InPost w latach 2019–2022

Źródło: na podstawie (InPost, 2022).

44% w 2022 roku odnośnie do liczby przesyłek, natomiast odpowiednio 82% oraz 54% wobec przychodów.

Pandemia COVID-19 przyspieszyła strukturalne zmiany w kierunku gospodarki cyfrowej, skutkując podwojeniem przychodów oraz dwukrotnym wzrostem liczby przesyłek. Rafał Brzoska stwierdził, że paczkomaty są „najbezpieczniejszą, bo całkowicie bezkontaktową formą dostaw zakupów” (InPost, 2020), a także stanowią rozwiązanie ekologiczne. W 2021 roku dostawy za pomocą paczkomatu przyczyniły się do zmniejszenia emisji CO₂ o 180 tys. ton w porównaniu z tradycyjnymi formami (Pakulniewicz, 2022), co skutkowało redukcją ruchu ulicznego i poziomu hałasu. W 2021 roku firma odnotowała sukces na giełdzie Euronext Amsterdam oraz przejęła Mondial Relay, czołową firmę francuską dostarczającą przesyłki w formie OOH⁴ (InPost, 2021). Wspomniane punkty potwierdzają pozycję InPostu na europejskim rynku usług logistycznych.

Podsumowanie

Dynamiczna adaptacja firmy do warunków pandemii poprzez innowacje technologiczne, procesowe, produktowe i organizacyjne znacząco wpłynęła na poprawę efektywności i elastyczności w logistyce ostatniej mili. Skuteczne zarządzanie innowacjami umożliwiło organizacji nie tylko sprostanie rosnącemu popytowi na e-commerce, ale także podniesienie poziomu bezpieczeństwa i satysfakcji klientów oraz pracowników, co stanowi kluczowy czynnik w budowaniu przewagi konkurencyjnej na rynku usług logistycznych. Przykład firmy InPost wskazuje na znaczenie elastyczności organizacyjnej w adaptacji do nieprzewidzianych wyzwań, jakie przyniosła pandemia. Dodatkowo wprowadzenie paczkomatów przez firmę InPost zdecydowanie należy do innowacji przełomowych, które zrewolucjonizowały sektor KEP w Polsce oraz w Europie.

Dzięki odpowiedniej reakcji oraz umiejętności adaptacji firm kurierskich konsumenci nie odczuli w znacznym stopniu zmian związanych z wprowadzonymi obostrzeniami. Sektor usług kurierskich zyskał w dobie pandemii nie tylko z powodu dynamicznego wzrostu liczby przesyłek, ale także dzięki wprowadzeniu nowych udogodnień, które poprawiły standard oferowanych usług (Szpilko i in., 2021).

Po ustąpieniu pandemii firma InPost nadal wprowadza wiele innowacyjnych rozwiązań, które znacząco przyczyniają się do transformacji procesów biznesowych. Od 2023 roku powstają Paczkomaty Pro, które działają na zasadzie maszyny vendingowej. Współpraca z renomowaną firmą Capgemini umożliwi InPostowi efektywne

⁴ OOH, skrót od *Out of Home*, odnosi się do dostarczania przesyłek poza domem, na przykład do miejsc pracy, punktów odbioru pakietów lub innych lokalizacji zewnętrznych.

dostosowanie i optymalizację kluczowych procesów biznesowych. Innowacyjność firmy objawia się również w obszarze płatności, gdzie rozwiązanie InPost Pay integruje płatność z usługami dostawy w jednej aplikacji. InPost nieustannie rozwija się w kierunku zrównoważonego rozwoju, pracując nad wdrożeniem ogólnodostępnej sieci stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Firma rozpoczęła projekt budowania wiat solarnych na przystankach autobusowych. Wprowadzenie paczkomatów zlokalizowanych w strefie kontroli bezpieczeństwa na lotniskach umożliwia pasażerom wysyłanie przedmiotów, które nie mogą być zabrane na pokład samolotu. Dzięki temu pasażerowie nie muszą pozbywać się wartościowych rzeczy, które przypadkowo znalazły się w ich bagażu podręcznym. Dane rozwiązanie jest przeznaczone dla podróżnych i świadczy o elastyczności i zrozumieniu wymagań rynku. W obszarze sztucznej inteligencji InPost angażuje wykwalifikowanych specjalistów AI, nazywanych *prompt engineer*, odpowiedzialnych za obsługę systemu ChatGPT. Prezes InPostu podzielił się także wizją rewolucji w transporcie paczek w podziemnych systemach transportowych, sugerując, że przyszłość może przynieść przełomowe zmiany w sposobie dostarczania przesyłek.

Dynamiczne i często drastyczne zmiany w otoczeniu biznesowym nie tylko stanowią wyzwanie, lecz także otwierają nowe możliwości. Przykład InPostu pokazuje, że elastyczność i innowacyjność są kluczowe w adaptacji do nieprzewidzianych sytuacji i utrzymaniu konkurencyjności w dynamicznie zmieniającym się świecie. Niezwykłe tempo zmian podkreśla konieczność ciągłego dostosowywania się do nowych realiów, które mogą się pojawić w każdej chwili. Nagłe zakłócenia, takie jak pandemia, wymuszają na firmach szybką reakcję i adaptację, a te, które potrafią skutecznie zarządzać innowacjami, wychodzą z takich kryzysów silniejsze i lepiej przygotowane na przyszłe niespodziewane zmiany.

Bibliografia

- Advent International. (2017). *Advent International wraz ze wspólnym westorem ogłasza wezwania na 100% akcji Integer.pl S.A. i InPost S.A.* <https://www.adventinternational.com/pl/advent-international-wraz-ze-wspolnymwestorem-oglasza-wezwania-na-100-akcji-integer-pl-s-a-i-inpost-s-a/>
- Bauer, R., Hoster, B., Nadel, M., Rose, J., Rutledge, K. i Williams, H. (2020). *Differentiating with last-mile delivery*. Marsh & McLennan Companies.
- Chaudhary, H. (2020). Analyzing the paradigm shift of consumer behavior towards E-Commerce during pandemic lockdown. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3664668
- Cichosz, M. (2020). Drony w logistyce ostatniej mili – innowacja wspierająca zrównoważoną logistykę. W: P. Zagrajek (red.), *Sektor lotniczy w erze transformacji społecznej i technologicznej* (s. 415–430). Oficyna Wydawnicza SGH.

- Colliers. (2024). *Automaty paczkowe 2.0*. <https://www.colliers.com/pl-pl/research/automaty-paczkowe-2024>
- DHL. (2023). *DHL and Cainiao join forces in Poland: Initial investment of EUR 60 million to build the largest out-of-home delivery network*. <https://group.dhl.com/en/media-relations/press-releases/2023/dhl-and-cainiao-join-forces-in-poland.html>
- Dziekoński, K. i Chwiećko, J. (2013). Innowacyjność przedsiębiorstw z branży TSL. *Ekonomia i Zarządzanie*, 2, 176–193.
- Francyk, J. (2022). Minitel – prekursor internetu. *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, 74, 121–124.
- Gąsowska, M. K. (2020). Logistyka jako determinanta konkurencyjności przedsiębiorstwa usługowego – wyniki badań (cz. 1). *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (11), 23–33.
- Gołaszewska-Kaczan, U. (2001). Teleshopping w działalności firm handlowych. W: J. Sikorski (red.), *Strategie rozwoju firm handlowych* (s. 82–85). Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku.
- InPost. (2019). *Historia sukcesu InPost*. <https://inpost.pl/aktualnosci-historia-sukcesu-inpost>
- InPost. (2020). *Już 9000 paczkomatów InPost*. https://inpost.pl/sites/default/files/docs/dla-prasy/2020_10_28_JUZ_9000_PACZKOMATOW_INPOST.pdf
- InPost. (2021). *InPost sfinalizował przejęcie Mondial Relay*. <https://inpost.pl/aktualnosci-inpost-sfinalizowal-przejecie-mondial-relay>
- InPost. (2022). *Investors financial results*. <https://inpost.eu/investors/financial-results>
- InPost. (2023). *Annual report*. <https://inpost.eu/investors/integrated-annual-report>
- Kim, R. Y. (2020). The impact of COVID-19 on consumers: Preparing for digital sales. *IEEE Engineering Management Review*, 48(3), 212–218.
- Kozłowska, A. (2013). *O tym, jak blaszki obalily monopol*. <https://www.comarch.pl/erp/nowoczesne-zarzadzanie/numery-archiwalne/o-tym-jak-blaszki-obalily-monopol/>
- Lim, C. M. i Kim, Y. K. (2017). Older consumers' TV shopping: Emotions and satisfaction. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 45(3), 292–307.
- Michalik B. (2021, 1 czerwca). Rekordowe wzrosty na rynku przesyłek kurierskich. W pandemii wysłaliśmy setki milionów paczek. *Business Insider*. <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/rekordowe-wzrosty-na-ryнку-przesylek-kurierskich-raport-uke/mqrjbf1>
- Michalik, B. (2022). *Zaczynał od blaszki w kopercie, dziś wspiera Lewandowskiego. Wzloty i upadki „króla paczkomatów”*. <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/wzloty-i-upadki-krola-paczkomatow-duza-zasluga-blaszki-w-kopercie/3stf4yl>
- Molla, A. i Licker, P. S. (2001). E-commerce systems success: An attempt to extend and respecify the Delone and MacLean model of IS success. *Journal of Electronic Commerce Research*, 2(4), 131–141.
- Morganti, E., Seidel, S., Blanquart, C., Dablanc, L. i Lenz, B. (2014). The impact of e-commerce on final deliveries: alternative parcel delivery services in France and Germany. *Transportation Research Procedia*, 4, 178–190.
- OECD. (2018). *Oslo Manual 2018. Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. https://www.oecd.org/en/publications/oslo-manual-2018_9789264304604-en.html
- Przybylska, E. (2016). Innowacyjność branży TSL. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej*, 24, 235–245.

- Pakulniewicz, M. (2022). Elektryki i dostawy poza domem kluczem do zielonej logistyki ostatniej mili. Zobacz o ile mogą ograniczyć emisję. *Trans.info*. <https://trans.info/pl/ostatnia-mila-moze-pomoc-znacznie-ograniczyc-emisje-co2-284833>
- Riehm, U., Petermann, T., Orwart, C., Coenen, C., Revermann, C., Scherz, C. i Wingert, B. (2002). *E-Commerce in Deutschland: Eine kritische Bestandsaufnahme zum elektronischen Handel*. Sigma.
- Seghezzi, A., Mangiaracina, R., Tumino, A. i Perego, A. (2021). 'Pony express' crowdsourcing logistics for last-mile delivery in B2C e-commerce: An economic analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(5), 456–472. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1766428>
- Szpilko, D., Bazydło, D. i Bondar, E. (2021). Wpływ pandemii COVID-19 na zakres i jakość usług kurierskich. Wyniki badań wstępnych. *Marketing i Rynek*, (5), 11–22.
- Szymczak, M. (2015). Elastyczność, wrażliwość i odporność jako cechy adaptacyjnych łańcuchów dostaw. *Studia Oeconomica Posnaniensia*, 3(6), 39–54.
- Urząd Komunikacji Elektronicznej. (2020). *Raport o stanie rynku pocztowego w 2019 roku*. <https://www.uke.gov.pl/akt/raport-o-stanie-rynku-pocztowego-w-2019-roku,322.html>
- Urząd Komunikacji Elektronicznej. (2023). *Raport o stanie rynku pocztowego w 2022 r.* <https://www.uke.gov.pl/akt/raport-o-stanie-rynku-pocztowego-w-2022-r-,482.html>
- Viu-Roig, M. i Alvarez-Palau, E. J. (2020). The impact of e-commerce-related last-mile logistics on cities: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(16), 6492.
- Zimmermann, H. D. i Heilmann, H. (2010). *Vom eCommerce zum eCommerce 2.0: Die veränderte Rolle des Konsumenten*. Humane Nutzung der Informationstechnologie.

3

Projektowanie doświadczeń pacjenta ważnym elementem dentystycznej opieki zdrowotnej w czasach zakłóceń

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/3>

 Joanna Kwiatek

Klinika Kwiatek
joannakwiatek@klinikakwiatek.pl

Patient experience design as an important part of dental healthcare in times of disruption

Abstract: This article addresses a very important topic of patient experience design. The patient purchases and receives a service in a specific form and with specific features, supplemented by additional services and goods. At the same time he or she gains real experience related not only to the service itself, but also to the way it is offered, delivered and consumed. This experience is influenced by the seller—service provider—hence we can talk about designing this kind of experience. In this article, we consider dental services. This allows to shed new light on the issue of experience design, because it is not only the way the service (medical procedure) is performed, but also the physical evidence (clinic infrastructure, interior appearance, staff clothing, additional attributes), and above all, the patient's comfort, safety and the guarantee of proper medical performance. The latter translates into the lack of complications, patients health and the evaluation of service quality from patients' viewpoint. Experience design in the dental healthcare is multifaceted and is an important element of clinic management in times of disruption. The credibility of the considerations will be supported by the experience of the author, co-managing a dental clinic that, during the SARS-CoV-2 pandemic, continuously provided services ensuring patient safety, which was unique in the industry. The purpose of this article is to show how redesigning

Sugerowane cytowanie: Kwiatek, J. (2025). Projektowanie doświadczeń pacjenta ważnym elementem dentystycznej opieki zdrowotnej w czasach zakłóceń. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 50–71). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/3>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

the patient experience—triggered by the pandemic—influenced the management of a dental clinic and the healthcare services continuity.

Keywords: healthcare management, dental healthcare, patient experience, continuity management in healthcare, digital transformation in healthcare.

Wstęp

Projektowanie doświadczeń odbiorców towarów i usług to współcześnie bardzo nośny temat. Odbiorca – klient – nabywa towar lub usługę w konkretnej postaci i z określonymi cechami, ale jednocześnie zdobywa rzeczywiste doświadczenie związane nie tylko z samym produktem czy usługą, lecz także ze sposobem ich zaoferowania, dostarczenia czy konsumpcji. To sprzedawca ma największy wpływ na te doświadczenia. Może on zatem świadomie je projektować. W tym rozdziale będziemy mówić o usługach stomatologicznych. Dostawcą w tym przypadku jest klinika stomatologiczna, praktyka dentystyczna, lekarz stomatolog, a odbiorcą jest pacjent. Ten przypadek pokazuje, jak szerokim zagadnieniem może być projektowanie doświadczeń pacjenta. Nie stanowi o nim wyłącznie sposób wykonania usługi (zabiegu), lecz także wygląd gabinetu, zachowanie i ubiór personelu, a przede wszystkim komfort, bezpieczeństwo i zdrowie pacjenta.

Projektowanie doświadczeń w branży stomatologicznej stanowi istotny element zarządzania w czasach turbulencji i zakłóceń. Stwierdzenie to jest poparte doświadczeniem autorki współzarządzającej kliniką dentystyczną, która w czasie pandemii SARS-CoV-2 nieprzerwanie świadczyła usługi, zapewniając bezpieczeństwo pacjentom, co było wyróżniające w branży. Rozdział stanowi w zasadzie opis studium przypadku, którego wiarygodność potwierdza autorka jako członek zarządu. Celem rozdziału jest pokazanie, jak przeprojektowanie doświadczeń pacjenta na podstawie doświadczeń pandemii SARS-CoV-2 wpłynęło na funkcjonowanie kliniki dentystycznej i zapewnienie ciągłości działania.

3.1. Projektowanie doświadczeń w podmiotach leczniczych

W ujęciu najbardziej ogólnym podmioty lecznicze zajmują się dostarczaniem najważniejszego dobra, jakim jest zdrowie. Materializuje się to w postaci różnorodnych procedur medycznych zmierzających do przywrócenia prawidłowego funkcjonowania organizmu w poszczególnych jego obszarach. Po drugiej stronie pacjent, jako

finalny odbiorca – również w pewnym uproszczeniu – oczekuje, by żyć komfortowo, co ma mu zapewnić zdrowie i dobre samopoczucie.

W tym sensie podmioty lecznicze ukierunkowane na świadczenie usług stomatologicznych mają złożone zadanie. Z jednej strony powinny wdrażać najlepsze sposoby terapeutyczne zapewniające zdrowie w obrębie jamy ustnej i poza nią, na co wskazuje współczesna medycyna (Babu i Gomes, 2011), z drugiej – umożliwiać przy tym osiągnięcie upragnionej estetyki, gwaranta dobrego samopoczucia i samoakceptacji. Z kolei pod kątem ekonomicznym, dyktowanym przez mechanizm gospodarki rynkowej, podmioty lecznicze jako przedsiębiorstwa winny dążyć do maksymalizacji zysku, a konsumenci (tu: pacjenci) do maksymalizowania użyteczności wynikającej z konsumpcji (Gorynia, 2020b). Nawiązując do ram Porterowskiej koncepcji przewagi konkurencyjnej, według której dominację nad rywalami można budować poprzez przywództwo kosztowe, koncentrację na danym segmencie rynku lub różnicowanie (Gorynia, 2020d), warto przyjrzeć się wyzwaniom, przed jakimi stoją podmioty lecznicze bazujące na ostatniej z wymienionych strategii. Zdaniem autorki wdrażanie najlepszych możliwości terapeutycznych w stomatologii dopiero w połączeniu z nieustannym kreowaniem wyróżniających się praktyk wobec pacjenta stwarza szansę na budowanie przewagi konkurencyjnej. W realiach gospodarki wolnorynkowej samo dostarczanie usług bowiem nie wystarczy. Liczą się emocje konsumenta przy nabywaniu usługi, na które składa się szereg czynników przed- i posprzedażowych, ale przede wszystkim tych występujących na etapie jej realizacji. Dlatego tak istotne staje się świadome projektowanie doświadczeń pacjenta, stawiające na pierwszym miejscu cel, jakim jest zdrowie i bezpieczeństwo, przy jednoczesnym osiąganiu wzajemnego zrozumienia. Z perspektywy odbiorcy rozumienie jego potrzeb i oczekiwań, z perspektywy praktyki stomatologicznej budowanie u pacjenta poczucia osiągnięcia maksymalnej użyteczności z otrzymywanych usług.

Podmioty medyczne świadczące usługi stomatologiczne w sektorze prywatnym projektują doświadczenia odbiorców swoich usług, zanim jeszcze ci fizycznie pojawią się w placówce. Często pierwsze wrażenie jest budowane na podstawie opinii placówki w internecie. To właśnie ocena usług wystawiona przez innych użytkowników i ich opinie oraz – nierzadko – responsywność podmiotu kształtują w odbiorcy emocje, które zachęcą go lub nie do dalszego kontaktu. Zanim do niego dojdzie, statystyczny pacjent zapragnie ugruntować swoją decyzję na podstawie tego, jak sama placówka prezentuje się poprzez swoją stronę www. Nastawiona na edukowanie, oferująca zrozumiałe treści, zdywersyfikowana pod kątem formatu przekazu, tj. rysunków, zdjęć przed i po, filmów (oczywiście pod tym warunkiem, że multimedia są autorskie, a nie „stockowe”) – będzie stanowiła profesjonalną wizytówkę i skuteczne zaproszenie do skorzystania z usług. Dalej bardzo istotnym obszarem, od którego właściwego zagospodarowania zależą empiryczne doznania pacjenta, jest zaprojektowanie komunikacji: czy to przez standardowe kanały telefonii stacjonarnej lub komórkowej, czy bardziej wyrafinowane rozwiązania centrali

VoIP¹ z witającą pacjentów zapowiedzią rozmów i ich rejestracją (umożliwiającą ciągłą ewaluację i doskonalenie jakości obsługi), aż po zyskujące coraz szersze grono zwolenników kanały komunikacji internetowej (Messenger, Instagram). Nie ma jednak ważniejszego etapu projektowania doświadczeń pacjenta aniżeli ten dotyczący materializowania się jego wizyty w placówce stomatologicznej – począwszy od powitania przez zespół rejestracji i wprowadzenia w wypełnienie niezbędnej dla świadczenia usług medycznych dokumentacji pacjenta, przez zaproszenie do gabinetu, gdzie dokona się kluczowy proces przeprowadzenia procedury medycznej, aż po finalizację wizyty i pozabiegową opiekę, która wbrew pozorom nie kończy się wraz z zamknięciem drzwi placówki.

Zaprojektowanie doskonałych wrażeń na każdym z wyżej opisanych etapów jest wynikiową doświadczenia danej praktyki stomatologicznej, posiadanych przez nią zasobów ludzkich i finansowych (które wprost wpływają zarówno na infrastrukturę placówki, jak i wyposażenie, w tym sprzęt medyczny, prezencję personelu, oferowane udogodnienia). Podmioty sprawnie zarządzające zasobami ludzkimi zoptymalizują pracę zespołu nawet w przypadku wystąpienia zakłóceń, sprawiając, że personel nie tylko poprawi swoje wyniki, lecz także doceni zrównoważony rozwój pracodawcy (Ichsan i in., 2020).

Pochylając się nad istotą samego projektowania, warto popełnić w tym miejscu pewną dygresję i postawić hipotetyczne pytanie dotyczące materii powszechnie znanej: Co czyni pewne projekty architektoniczne lepszymi od pozostałych? Bez wątplenia, poza talentem samego architekta, za czynnik kluczowy wskazano by zasób czasu. Chodzi o ten niezbędny na zbudowanie własnego dorobku przez architekta (którego egemplifikacją jest jego zawodowe dossier), ale przede wszystkim o ten poświęcony tworzeniu, doskonaleniu, rewizji i ostatecznemu szlifowi finalnego dzieła. Jakie konsekwencje wywołałoby zatem radykalne skrócenie czasu dla wykonawcy projektu? Lub inaczej: Co by było, gdyby autorowi postawić wyzwanie całkowitego przeprojektowania dzieła w wyniku bezprecedensowej sytuacji, która zmieniła całkowicie dotychczasowe założenia projektu?

Można się domyślać, że z niniejszej sytuacji obronną ręką wyszliby twórcy najlepiej merytorycznie przygotowani, najbardziej pewni swoich działań i posiadający umiejętność dostosowywania się do zmiennych wymagań. Swoista determinacja w dążeniu do celu, a przy tym pewna zwinność i sprężystość w działaniu mogłyby zaowocować sprośowaniu tak niestandardowej sytuacji. Ta metafora płynnie przenosi nas w realia, których dotyczy niniejszy rozdział.

W przeciwieństwie do rozważań teoretycznych odpowiedzi na wyżej postawione pytania dostarczyło bowiem pojawienie się choroby zakaźnej COVID-19 wywołanej

¹ Voice over Internet Protocol (VoIP) – technika umożliwiająca przesyłanie dźwięków mowy za pomocą łączy internetowych lub oddzielnych sieci wykorzystujących protokół IP, popularnie nazywana telefonią internetową.

przez koronawirusa SARS-CoV-2, która rozpoczęła się jako epidemia 17 listopada 2019 roku w mieście Wuhan, w środkowych Chinach, a 11 marca 2020 roku została uznana przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) za pandemię. Dla gospodarki globalnej rozprzestrzenianie się COVID-19 i powodowane tym restrykcje oznaczały radykalne zmiany i konieczność przeprojektowania dotychczasowych procesów, a wraz z nimi sposobu oferowania dóbr i usług, ich dostarczania, konsumpcji oraz użytkowania. Nastąpiła stagnacja gospodarcza i zawieszenie znacznej części przedsięwzięć, które są niezbędne dla życia i zdrowia społeczeństwa. Wstrzymano planowe zabiegi operacyjne, przyjęcia do szpitali czy rehabilitację. Także stomatologia, w tradycyjnym ujęciu sprzed pandemii, przestała istnieć.

Autorka, współzarządzająca wówczas jedenastogabinetowym podmiotem świadczącym usługi z zakresu implantologii i stomatologii estetycznej, wskazuje, że pojawienie się koronawirusa SARS-CoV-2 wywołało przede wszystkim potrzebę nagłego i całkowitego przestawienia się z filozofii wąsko specjalistycznego leczenia na profil udzielania pomocy doraźnej i interwencyjnej, dla pacjentów własnych, a z czasem i z całego województwa. Wiele praktyk dentystycznych w obliczu niemożności zapewnienia dostatecznej ochrony tak pacjentom, jak i personelowi, zmuszonych było bowiem zawiesić swoją działalność. Aby w czasie pandemii być zdolnym do niesienia pomocy, współzarządzany przez autorkę podmiot musiał całkowicie przemodelować swoje funkcjonowanie, co – zważywszy na dotychczasowy filar jego działalności: stomatologię estetyczną i implantologię – stanowiło duże wyzwanie organizacyjne i finansowe. Przy początkowym braku wytycznych ze strony Ministerstwa Zdrowia jako podmiot prywatny, działający bez statutowej pomocy ze strony instytucji państwowych, fundacji czy innych przedsiębiorstw, samodzielnie przygotowywał infrastrukturę i procedury do nowej rzeczywistości na podstawie wstępnych doświadczeń innych ośrodków klinicznych i szpitali, także tych zagranicznych.

W tym celu wspólną decyzją właścicieli, w tym autorki, zawieszono działalność podmiotu na okres dwóch ostatnich tygodni marca 2020 roku, wykorzystując ten czas na przebudowę istniejącej infrastruktury: wyznaczenie stref bezpieczeństwa, budowę śluz, oddzielenie przestrzeni rejestracji, wprowadzenie procedury triażu², testów przesiewowych oraz szkolenie personelu do pracy w warunkach epidemii. Konieczne okazało się zaprojektowanie i wdrożenie zindywidualizowanych procedur, a dla zespołu medycznego – nauka pracy w kombinezonach i maskach filtrujących ffp3.

Nie ma wątpliwości, że jednym z najważniejszych wymiarów pandemii był wymiar medyczny, sanitarny i biologiczny, a w tym wymiarze najistotniejsze było ratowanie zdrowia i życia ludzkiego (Gorynia, 2020a). Odpowiedzialność za ten kluczowy aspekt spoczywała przede wszystkim na personelu medycznym. Jednak niewiele osób zdawało sobie sprawę, że jedna grupa zawodowa była w szczególności podatna na eks-

² Stosowana w medycynie procedura segregująca pacjentów pod kątem konieczności udzielania szybkiej pomocy.

pozycję wirusa. To stomatolodzy i osoby personelu asystującego, z uwagi na specyfikę czynności wykonywanych w warunkach unoszącego się podczas pracy narzędziami stomatologicznymi aerozolu, mogącego zawierać cząsteczki koronawirusa obecnego w drogach oddechowych pacjenta, stali się grupą najwyższego ryzyka zawodowego w kontekście ekspozycji na wirusa SARS-CoV-2. Ta świadomość powodowała stres ciążący nie tylko na pracownikach, lecz także na ich rodzinach i bliskim otoczeniu. Właściwe zrozumienie odpowiedzialności swojej roli w walce z pandemią pozwoliło wykwalifikowanej kadrze medycznej opisywanej praktyki stomatologicznej skupić uwagę na niesieniu pomocy jako wartości nadrzędnej. A ponieważ w obliczu niepewności kluczowe w zarządzaniu zasobami ludzkimi jest tworzenie praktyk przywódczych, utrzymujących koncentrację oraz ciągłość między liderami i członkami ich zespołów (Ichsan i in., 2020), właściciele opisywanej kliniki utrzymali wszystkie etaty pracownicze, dodatkowo tworząc miejsca pracy dla osób uwolnionych na rynek pracy przez inne gabinety stomatologiczne redukujące zatrudnienie.

Kolejnym poważnym wyzwaniem dla utrzymania ciągłości udzielanych świadczeń zdrowotnych było określenie infrastruktury i zasobów nieodzownych do świadczenia pracy w obliczu pandemii. W tym kontekście priorytetem dla zarządzających podmiotem leczniczym okazało się zaopatrzenie kliniki w niezbędne środki ochrony osobistej, takie jak maski filtrujące, rękawiczki, kombinezony, przyłbice czy środki dezynfekujące, które wówczas stały się towarami reglamentowanymi, a często nieosiągalnymi. Wynikało to wprost z szoku podażowego wywołanego zerwaniem globalnych łańcuchów dostaw i zakłóceń po stronie zaopatrzenia materiałowego, uniemożliwiającego utrzymanie ciągłości produkcji i w konsekwencji także dystrybucji i sprzedaży towarów na dotychczasowym poziomie (Banaszyk i Gorynia, 2020). Ceny opisanych produktów osiągały dwudziestokrotność stawek sprzed pandemii, natomiast ich ograniczona dostępność zmuszała do poszukiwania zupełnie nowych źródeł zakupu, w tym także do osobistego zaangażowania właścicieli w nabywanie pojedynczych opakowań środków ochronnych dzień po dniu.

Działania początkowo intuicyjnie podjęte przez zarząd przyniosły satysfakcjonujące rezultaty, wpisując się w dopiero później ogłoszone wytyczne Polskiego Towarzystwa Stomatologicznego (2024) oraz Ministerstwa Zdrowia dotyczące świadczeń stomatologicznych na terenie Rzeczypospolitej Polskiej w stanie epidemii wirusa SARS-CoV-2 (Krajowa Izba Lekarska i Dentystyczna, 2020).

Poniżej wymienione zostały rozwiązania, jakie zastosowano w opisywanej praktyce stomatologicznej w celu adaptacji do nowych, pandemicznych warunków działania.

a. Intensyfikacja dostępności komunikacji telefonicznej i internetowej

Niewątpliwie wybuch pandemii wywołał dojmujące poczucie lęku w całym społeczeństwie. Niepewność związana z kwestiami zdrowotnymi (przerwanym leczeniem, koniecznością poddania się nagłej interwencji zdrowotnej) potęgowała w pacjentach



Rysunek 3.1. Schemat postępowania w warunkach pandemii

[1] Indywidualny asystent pacjenta; [2, 3, 4] Ubranie pacjenta w pakiet ochronny;
 [5] Pomiar temperatury; [6] Testy na przeciwciała SARS-CoV-2; [7] Szczegółowy
 wywiad; [8] Wyjście ze służby; [9] Droga do określonego gabinetu; [10, 11]
 Wejście do gabinetu; [12] Rozpoczęcie procedury medycznej.

Źródło: opracowanie własne.

stres i poczucie skoślowania. Tym większą rolę odegrał wykwalifikowany zespół rejestracyjny, w pełnej gotowości reagujący na zgłaszane problemy, działający w ścisłej zdalnej współpracy z zespołem lekarskim. Dodatkowo dentyści odpowiedzialni za kierowanie wieloetapowymi planami leczenia udostępniali prowadzonym pacjentom swoje prywatne numery telefonów w celu zapewnienia im poczucia stałej opieki i komfortu psychicznego. W tym czasie ugruntowała się również strategiczna rola

opiekuna pacjenta, wysoko wykwalifikowanego pracownika administracyjnego, który koordynuje kontakt na linii lekarz–pacjent i – dopilnowując właściwego porządku wizyt oraz procedur – przeciwdziała zakłóceniom ciągłości i jakości opieki.

b. Przemodelowanie systemu czasu pracy

Aby możliwe było udzielanie pomocy pacjentom zgłaszającym się z całego województwa w warunkach obowiązujących restrykcji dotyczących przyjęć, zarządzający praktyką stomatologiczną podjęli decyzję o całkowitym przeprojektowaniu jej dotychczasowego systemu czasu pracy. Kluczowe dla celów bezpieczeństwa i minimalizowania ryzyka epidemicznego było rozłożenie ruchu pacjentów w gabinetach, umożliwiające maksymalizację liczby przyjęć przy zachowaniu reżimu sanitarnego³. Wdrożono siedmiodniowy tydzień pracy i opracowano szczegółowy schemat postępowania, uwzględniający wytyczne Ministerstwa Zdrowia (patrz załącznik). Stworzone instrukcje miały na celu w sposób możliwie bezpieczny przeprowadzić pacjenta od momentu jego rejestracji, przez realizację procedury medycznej, po opuszczenie placówki (rysunek 3.1).

c. Przemodelowanie organizacji pracy oraz zmiana niektórych funkcji i ról pracowniczych

Konsekwentnie realizowany postulat udzielania pomocy doraźnej, przy podjęciu maksymalnych zabezpieczeń w celu zapobieżenia krzyżowemu zakażeniu się koronawirusem, wymagał również przeprojektowania organizacji pracy. Dokonano podziału personelu na oddzielne zespoły medyczne, niemające ze sobą fizycznego kontaktu. Wszystko po to, by w przypadku wystąpienia ewentualnego zakażenia poszczególne grupy dyżurujące nie miały ze sobą styczności, co pozwoliło minimalizować ryzyko zakłócenia pracy całego ośrodka. Wdrożono także zmiany niektórych funkcji pracowniczych. Część kadry przeszkolono na profesjonalnych asystentów pacjenta, odpowiedzialnych za realizację procedur dopuszczających do wizyty na tzw. wejściu do placówki. Z kolei wśród zespołu rejestracyjnego wyłoniono wspomnianych już wcześniej opiekunów pacjenta, którzy stali się z czasem strategicznym filarem organizacji, tworząc podwaliny pod funkcjonujący obecnie Dział Planowania Leczenia.

d. Zwiększenie elastyczności działania w służbie bezpieczeństwu

W obliczu globalnych zakłóceń po stronie zaopatrzenia materiałowego wywołanych zerwaniem łańcuchów dostaw zarządzający opisywanym podmiotem leczniczym za priorytet postawili sobie zapewnienie środków ochrony osobistej każdemu

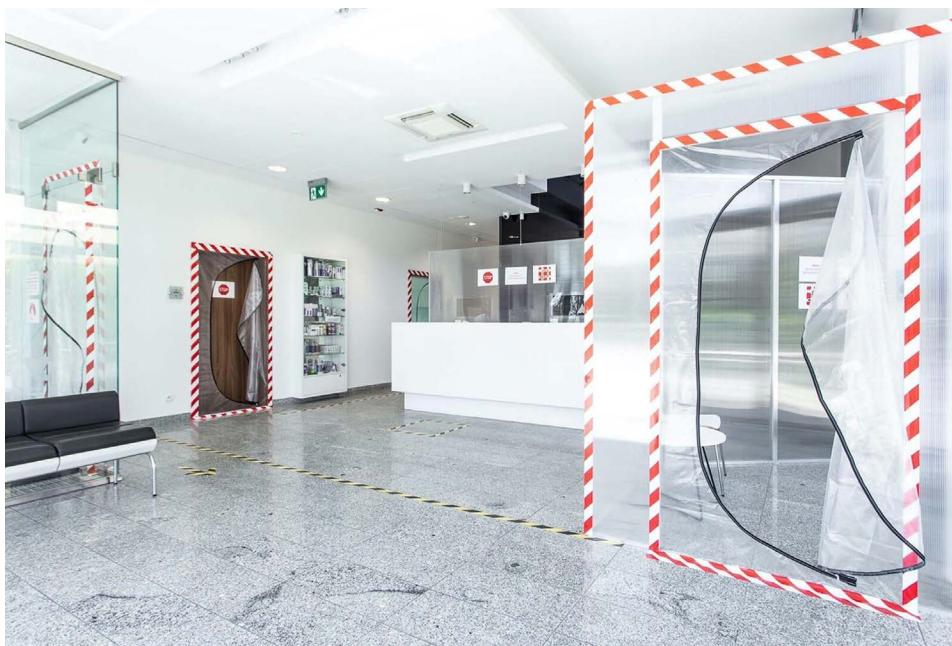
³ Zgodnie z początkowymi wytycznymi Ministerstwa Zdrowia w jednym gabinecie mógł być przyjmowany tylko jeden pacjent na godzinę. Decyzją zarządzających wprowadzono dodatkowo godzinne przerwy pomiędzy wizytami z powodu prowadzonych dezynfekcji pomieszczeń, co było możliwe ze względu na posiadaną dużą liczbę gabinetów.

pracownikowi i pacjentowi. Konwencjonalny model składania zamówień w hurtowniach medycznych zastąpiły metody polegające na codziennym poszukiwaniu, weryfikowaniu, a następnie nabywaniu przez właścicieli pojedynczych opakowań.

Determinacja w dążeniu do budowania swoistej odporności kliniki przełożyła się również na wdrożenie w pełnej skali certyfikowanych testów serologicznych na obecność przeciwciał przeciwko koronawirusowi SARS-CoV-2 jako elementu wewnętrznej weryfikacji epidemiologicznej poprzedzającego każdą wizytę interwencyjną. W przypadku dodatniego wyniku w teście przesiewowym następowało skierowanie pacjenta na dalsze badania na obecność wirusa. Opisywana praktyka stomatologiczna miała w tym czasie podpisane umowy ze specjalistycznymi jednostkami diagnostycznymi na wykonywanie testów PCR z wymazów. Jeżeli test PCR dawał wynik ujemny, pacjenta niezwłocznie umawiano na wizytę stomatologiczną. Dzięki zastosowaniu certyfikowanych środków ochronnych i testów przesiewowych, zarówno wobec personelu, jak i pacjentów, zredukowano do minimum ryzyko zakażenia.

e. Przeprojektowanie istniejącej infrastruktury podmiotu leczniczego

Wydzielenie w infrastrukturze placówki trzech oddzielnie funkcjonujących służ, tj. obszarów służących niezależnej obsłudze ruchu pacjentów przez wyznaczony do



Rysunek 3.2. Widok z poczekalni na przestrzeń rejestracji oraz prowadzące do niej służy

Źródło: opracowanie własne.

tego personel, umożliwiło autonomiczną opiekę nad nimi w czasie rzeczywistym (rysunek 3.2). Logistyczny aspekt zarządzania fizycznym przepływem ludzi (ale też materiałów) w podmiocie leczniczym zyskał na znaczeniu, stając się jednocześnie nowym elementem budowania doświadczeń pacjenta w czasie pandemii. Drogi komunikacyjne pacjentów zostały poglądowo przedstawione na rysunku 3.3.



Piętro - schemat organizacyjny

Rysunek 3.3. Mapa z drogami komunikacyjnymi pacjenta w czasie pandemii

Źródło: opracowanie własne.

f. Inwestycja w dodatkowe urządzenia prewencyjne

Zainwestowano w zakup urządzenia Nocospray (fumigator) przeznaczonego do profesjonalnej, zautomatyzowanej dezynfekcji pomieszczeń za pomocą suchej mgły. Proces zamgławiania przy użyciu specjalistycznego urządzenia wykorzystującego biodegradowalny, silnie stężony nadtlenek wodoru trwał kilka minut, natomiast przez godzinę dezynfekowane pomieszczenie było wyłączone z użytku. Zamgławianie wykonywano po każdym pacjencie w gabinetach oraz na koniec dnia w pracy w przestrzeni rejestracyjnej, aby wyeliminować zagrożenie bakteryjne i wirusowe.

Dodatkowo w każdym gabinecie zafunkcjonowała stała dezynfekcja z wykorzystaniem lamp przepływowych UVC, które dodatkowo filtrowały powietrze, eliminując wszystkie drobnoustroje. Tunelowy sterylizator powietrza, bazując na promieniowaniu UV-C, umożliwiał redukcję mikroorganizmów bez konieczności opuszczania pomieszczenia, zapewniając przy tym bezustanną poprawę bezpieczeństwa w gabinecie.

g. Prowadzenie dostosowanych kampanii edukacyjnych

Pandemia przyspieszyła transformację cyfrową, wprowadzając w publikacjach medycznych takie ulepszenia jak animowane ilustracje, e-plakaty oraz filmy autorskie (Furtner i in., 2022). Opisywana placówka również aktywnie edukowała pacjentów i dzieliła się z nimi materiałami przy wykorzystaniu szeroko dostępnych mediów społecznościowych (Facebook, Instagram), ukazując, jak w pandemicznych warunkach wygląda praca kliniki od wewnątrz. Filmy z udziałem kadry medycznej niosły nie tylko prozdrowotny przekaz, ale dostarczały wielu cennych wskazówek, jak przygotować się do wizyty. Paradoksalnie w dobie koronawirusa wzrosła potrzeba kontaktu pacjenta z placówkami medycznymi, szczególnej interakcji z osobami, które w warunkach zagrożenia epidemicznego stoją na straży zdrowia. Opisywane aktywności wpisywały się także w tę potrzebę.

Wdrożone we współzarządzanej przez autorkę praktyce stomatologicznej rozwiązania adaptacyjne umożliwiły jej dostosowanie się do funkcjonowania w czasie zakłóceń. W kontekście biznesu zakłócenia to nie tylko zmiany, lecz także swoje szanse na tworzenie nowych, bardziej efektywnych i innowacyjnych modeli biznesowych, zwłaszcza dla tych firm, które potrafią właściwie reagować na zmieniające się warunki rynkowe (Gans, 2016). Zgodnie z literaturą zarządzania kryzysowego istnieją dwie orientacje odpowiedzi firmy w zakresie praktyk zarządzania ryzykiem i zakłóceniami: elastyczna oraz proceduralna. W orientacji elastycznej nacisk jest kładziony na adaptacyjność i improwizację, podczas gdy orientacje proceduralne zorientowane są na niezawodność i efektywność (Azadegan i in., 2020). W opinii autorki tylko elastyczne podejście pozwoliło łączyć różne plany reakcji, aby szybko i nowatorsko zareagować na zakłócenia występujące w łańcuchu dostaw w sytuacji awaryjnej wywołanej COVID-19. Skuteczność elastycznej orientacji w reakcji po-

lega między innymi na wytworzeniu zaangażowanej kultury organizacyjnej, dzięki której członkowie organizacji są upoważnieni do podejmowania samodzielnych decyzji i proaktywnych działań, jednocześnie pozostając wierni szerszej wizji i wartości firmy (Azadegan i in., 2020). Opisywanej praktyce stomatologicznej udało się sprawnie przemodelować rutyny organizacyjne i przeorientować role wybranych pracowników. Podjęte działania nie miały precedensu i doczekały się opisu przez media w ramach ukazujących się odpowiednio w marcu i kwietniu 2020 roku publikacji w prasie (Kijek, 2020) i na portalach branżowych.

3.2. Wnioski z pandemii dla ciągłości działania kliniki stomatologicznej

W okresie gdy rząd zaczął sukcesywnie redukować obostrzenia w gospodarce, w tym na gruncie medycznym, we współzarządzanej przez autorkę praktyce stomatologicznej także powrócono do planowych terapii stomatologicznych. W stomatologii bowiem nie tylko pacjent interwencyjny (ból, urazy) kwalifikuje się do niezwłocznego leczenia. Współczesna wiedza medyczna nie pozostawia wątpliwości, że brak czy zaniechanie terapii stanów przewlekłych, chorób związanych z jamą ustną, stanowi niebagatelne zagrożenie (Górska i Konopka, 2013). Sama tylko próchnica zębów, najbardziej powszechna choroba zakaźna wśród Polaków (Ministerstwo Zdrowia, 2024), charakteryzuje się tym, że nieleczona w ciągu zaledwie kilku miesięcy potrafi ewoluować w kierunku konieczności leczenia endodontycznego (kanałowego). Podobnie pozornie niewymagający natychmiastowego uzupełniania brak zębów może w określonych przypadkach doprowadzić do patologicznych procesów w kości czy tkankach miękkich, które będą postępować z dnia na dzień (Khoury, 2011).

W opisywanym podmiocie leczniczym realizuje się długofalowe terapie⁴, i to właśnie utrzymanie nieprzerwanego ciągu wizyt, które są niezbędne dla procesu leczenia, stanowiło kluczowy aspekt dążeń zarządu. Zaniechanie ich na dłuższy czas skutkowałoby zniweczeniem osiągniętych rezultatów i koniecznością rozpoczęcia leczenia niemalże od początku. Każda dłuższa zwłoka czy odkładanie wizyt stomatologicznych to również konieczność późniejszego leczenia ewentualnych powikłań zdrowotnych i ponoszenia z tego tytułu wyższych kosztów przez pacjenta.

Autorka stara się przez to podkreślić, że liczba i skala powikłań zdrowotnych, na które narażeni byli pacjenci pozbawieni możliwości kontynuacji leczenia w obliczu pandemii, jest nie do oceny. Tym samym przeprojektowanie procesów oraz doświadczeń pacjentów umożliwiające wznowienie przyjęć było nie tylko kluczo-

⁴ Na przykład rehabilitacja stawu skroniowo-żuchwowego, złożone terapie ortodontyczne i protetyczne.

wym aspektem dla prowadzonej działalności gospodarczej, lecz także gwarantem klinicznego sukcesu setek terapii. Wielu pacjentów, wykazując się dużą świadomością zdrowotną, w okresie pandemii oczekiwało informacji na temat kontynuacji swojego leczenia. To z kolei wiązało się z wysokim zapotrzebowaniem na bezpośredni kontakt z lekarzem prowadzącym. Właśnie brak możliwości stacjonarnego realizowania wizyt planowych przełożył komunikację pacjent–lekarz na nowe tory, wykorzystujące SMS-y, MMS-y i popularne komunikatory typu Messenger czy WhatsApp. W odpowiedzi na oczekiwania pacjentów lekarze udostępnili swoje prywatne numery telefonów komórkowych, by w ten sposób umożliwić konsultowanie i omawianie poszczególnych przypadków medycznych. Ci sami lekarze, również intencjonalnie ograniczając kontakt z kolegami po fachu na rzecz minimalizowania ryzyka pandemicznego, przenieśli dotychczasowe konsylia do przestrzeni wirtualnej, by sprawnie i bezpiecznie podejmować decyzje o ścieżkach leczenia.

Wszystko to razem wpłynęło na zmianę optyki wobec dotychczas przyjętego podejścia do kierowania praktyką stomatologiczną. Podstawowym następstwem wyżej opisanych doświadczeń było ujawnienie się silnej potrzeby uniezależnienia procesu leczenia pacjentów od wymogu ich fizycznej obecności w klinice poprzez zastosowanie rozwiązań cyfrowych. Potrzeba ta spójnie wpisuje się zresztą w wyniki większości popandemicznych analiz, zgodnie z którymi skutkiem pandemii jest przyspieszona cyfryzacja większości form prowadzenia działalności gospodarczej (Gorynia, 2020c). Autorka, na podstawie własnych doświadczeń z okresu pandemii SARS-CoV-2, widzi celowość w przeprojektowaniu funkcjonującego w większości ośrodków medycznych modelu na taki, w którym pacjent realizuje tylko wizyty niezbędne dla osiągnięcia efektów planowanego leczenia w placówce, przenosząc część możliwych do przeprowadzenia zdalnie procedur w środowisko wirtualne, na przykład dystrybucję zaleceń przed- i pozabiegowych, kontrolę pozabiegową czy komunikację na linii pacjent–lekarz koordynowaną przez Dział Planowania Leczenia.

Najprostszym przykładem zastosowania takiej zdigitalizowanej procedury jest pełne wykorzystanie systemu e-recept, który w przypadku pandemii umożliwił wdrożenie lub kontynuowanie antybiotykoterapii bez wymogu pojawiania się pacjenta w podmiocie leczniczym, co wcześniej wiązałoby się z przejściem przez pełną procedurę wizyty lekarskiej w celu otrzymania recepty od lekarza.

Transformacja cyfrowa to nie tylko naturalny kierunek popandemicznej ewolucji, lecz także rzucenie pozytywnego światła na postcovidową rzeczywistość w kwestiach związanych z eksploatowaniem środowiska. Rezygnacja chociażby z części wizyt kontrolnych pacjenta na rzecz przeniesienia ich do środowiska wirtualnego to szansa na zredukowanie śladu węglowego, a także minimalizowanie ryzyka epidemicznego wynikającego wprost z ograniczenia fizycznego ruchu pacjentów w podmiocie leczniczym.

Co więcej, podejmowanie inicjatyw indukowanych kryzysem pokazuje, że zagrożenie może stać się szansą rozwoju i pozytywnie wpłynąć na aktywność badawczo-

-rozwojową oraz działania proinnowacyjne przedsiębiorstw (Gorynia i Jankowska, 2020). Nawet jeśli wspomniane inicjatywy stanowią działanie doraźne, mogą stanowić załączek dla przełomowych rozwiązań pozwalających czerpać długofalowe korzyści. Autorka potwierdza tym samym, że procedury wdrożone przez współzarządzaną przez nią praktykę stomatologiczną stały się naturalnym akceleratorem wdrożeń z zakresu telemedycyny jako standardu opieki stomatologicznej, a także impulsem do poszukiwań nowych rozwiązań umożliwiających zarządzanie ciągłością działania podmiotu leczniczego w czasach zakłóceń. Wynikiem tych ostatnich jest opracowane przez zarządzany przez autorkę zespół we współpracy z lekarzami i koordynatorami leczenia odpowiednie oprogramowanie wykorzystujące sztuczną inteligencję (AI) i uczenie maszynowe do systemów kontroli leczenia oraz maksymalizacji efektywności komunikacji na linii pacjent–zespół medyczny. Przedsięwzięcie to, poprzez gromadzenie wyników zgłaszanych przez pacjentów, umożliwi wsparcie analityczne dla diagnoz i leczenia w czasie rzeczywistym oraz pomoże generować cenne dane, których analiza w jednym scentralizowanym miejscu odegra kluczową rolę dla utrzymania spójności w prowadzonym leczeniu. Wskazując na zaledwie kilka zastosowań tego oprogramowania, należy wymienić: monitorowanie przyjmowania leków z funkcją potwierdzania kodami QR, analizę AI bieżąco przekazywanych przez aplikację zdjęć pod kątem rozwoju obrzęku i potencjalnego stanu zapalnego, alarmowanie zespołu medycznego w przypadku występowania odchyłań w tzw. skali bólu poprzez własny algorytm oparty na analizie powikłań (często niewykrywalnych przez samych pacjentów). Zaprojektowane rozwiązanie cyfrowe ma szansę wpłynąć nie tylko na wzrost bezpieczeństwa prowadzonej terapii, lecz także na redukcję liczby wizyt pacjenta w placówce i przyspieszenie procesu leczenia, co z kolei istotnie przełoży się na kreowanie doświadczeń pacjenta płynących ze zindywidualizowanej opieki medycznej.

Podsumowanie

Pandemia COVID-19 miała znaczący wpływ na sektor opieki zdrowotnej oraz usługi medyczne ogółem, stawiając przed nimi liczne ograniczenia i wyzwania związane z niepewnością co do czasu i zapotrzebowania pacjentów na usługi ze względu na braki zasobów (niedobór niektórych leków czy sprzętu medycznego), rzeczywistością wielokrotnych fal nawrotów, przerwami w kontakcie z pacjentami, przejściem na telekomunikację i telemedycynę, a także zakłóceniem całego kontinuum opieki (Furtner i in., 2022). Tylko dostosowanie się do nowych wymagań otoczenia umożliwiło przetrwanie podmiotu leczniczego w tym trudnym gospodarczo czasie. Właśnie ta umiejętność – dążenie do maksymalizacji odporności – jest najczęściej formułowanym kryterium wyborów decyzyjnych w biznesie

po pandemii (zastępującym dotychczasowy kanon centralnej roli zysku). Odporność jest rozpatrywana na dwóch płaszczyznach: osiągania korzyści finansowych z działalności gospodarczej, gwarantujących jej rentowność oraz bezpieczeństwo związane z ochroną sanitarną i zapewnieniem BHP, a także osiągania elastyczności działalności, na którą składają się zwinność i sprężystość (Banaszyk i Gorynia, 2020). W opisywanym przypadku zwinność działania współzarządzanej przez autorkę praktyki stomatologicznej zmaterializowała się w szybkiej adaptacji do nowych warunków wywołanych przez koronawirusa SARS-CoV-2 poprzez całkowitą reorganizację modelu pracy, środków ochrony i infrastruktury placówki. Sprawne poradzenie sobie w warunkach kryzysowych i powrót kliniki do stanu stabilnego po napotkaniu przeciwności udowodniły z kolei sprężystość jej działania. W rezultacie już po ustaniu pandemii COVID-19 prowadzona przez autorkę praktyka stomatologiczna odnotowała zwiększenie się liczby pacjentów i wykonywanych zabiegów, a co za tym idzie – także wzrost rentowności firmy, rodząc przy tym nowe szanse i perspektywy rozwoju dla kliniki.

Pandemia zmusiła do nowego spojrzenia na projektowanie doświadczeń pacjenta, które przyjmowało różne oblicza. Począwszy od działań podjętych doraźnie, takich jak projektowanie doświadczenia bezpieczeństwa (wdrożony schemat przyjmowania pacjentów, testy serologiczne i środki ochrony), przez zarządzanie przepływem zasobów i osób w placówce jako istotnym elemencie doświadczeń pacjenta; zapewnienie doświadczenia stałej opieki (udostępnienie numerów telefonów do lekarzy prowadzących leczenie), kreowanie doświadczenia lidera (placówka obsługująca pacjentów z całego województwa, tworząca treści edukacyjne), aż po dostarczenie doświadczenia zindywidualizowanej opieki medycznej (opiekunowie pacjenta).

Czas zakłóceń spowodowanych pandemią SARS-CoV-2 zmusił w końcu do przyjęcia rozwiązań cyfrowych w opiece zdrowotnej, takich jak telemedycyna, sztuczna inteligencja (AI), uczenie maszynowe, które prowadzą do cyfrowego systemu opieki zdrowotnej odpornego na przyszłe wyzwania (Furtner i in., 2022). Egzemplifikacją tego zjawiska we współzarządzanym przez autorkę podmiocie jest proinnowacyjna inicjatywa indukowana pandemią właśnie, a polegająca na zaprojektowaniu oprogramowania, które z dużym prawdopodobieństwem zrewolucjonizuje podejście do opieki medycznej pacjenta dzięki automatyzacji rozwiązań informacyjnych i wykorzystaniu sztucznej inteligencji (AI) do analizy dużych zbiorów danych, co umożliwi jeszcze lepsze zrozumienie doświadczeń pacjentów.

Bibliografia

- Azadegan, A., Mellat Parast, M., Lucianetti, L., Nishant, R. i Blackhurst, J. (2020). Supply chain disruptions and business continuity: An empirical assessment. *Decision Sciences*, 51(1), 40–43.

- Babu, N. C. i Gomes, A. J. (2011). Systemic manifestations of oral diseases. *Journal of Oral Maxillofacial Pathology*, 15(2), 144–147.
- Banaszyk, P. i Gorynia, M. (2020, 1 sierpnia). Pandemia COVID-19 a konkurencyjność przedsiębiorstwa. *ICAN Management Review*, 4, 69–73.
- Furtner, D., Shinde, S. P., Singh, M., Wong, C. H. i Setia, S. (2022). Digital transformation in medical affairs sparked by the pandemic: Insights and learnings from COVID-19 era and beyond. *Pharmaceutical Medicine*, 36(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s40290-021-00412-w>
- Gans, J. (2016). *The disruption dilemma*. MIT Press.
- Gorynia, M. (2020a, 2 kwietnia). Jak poradzić sobie z koronawirusem. *Rzeczpospolita*, A27.
- Gorynia, M. (2020b, 28 kwietnia). Globalizacja po pandemii. *Rzeczpospolita*. https://mariangorynia.pl/wp-content/uploads/Gorynia_globalizacja_po_pandemii_RZ_28.04.2020.pdf
- Gorynia, M. (2020c, 23 maja). Czy COVID-19 zmieni gospodarkę i nasze o niej myślenie. *Rzeczpospolita*. https://mariangorynia.pl/wp-content/uploads/20200623_www.rp_pl_MARIAN_GOR_1355894546_5ef437402e9507.08586605.pdf
- Gorynia, M. (2020d, 20 lipca). Czym zastąpić zysk. *Rzeczpospolita*, A19.
- Gorynia, M. i Jankowska, B. (2020, 17 sierpnia). Co lepsze: konkurencja czy kooperacja? *Rzeczpospolita*, A22.
- Górska, R. i Konopka, T. (2013). *Periodontologia współczesna*. Med Tour Press International.
- Ichsan, R. N., Khaeruman, Santosa, S., Shara, Y. i Liriwati, F. Y. (2020). Investigation of strategic human resource management practices in business after COVID-19 disruption. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology*, 17(7), 13098–13110. <https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/5059>
- Kijek, J. (2020, 30 kwietnia – 1 maja). Leczą pacjentów z całego województwa. *Gazeta Wyborcza*, 10–11.
- Khoury, F. (2011). *Zabiegi augmentacyjne w implantologii*. Wydawnictwo Kwintesencja.
- Krajowa Izba Lekarska i Dentystyczna. (2020). *Zalecenia postępowania przy udzielaniu świadczeń stomatologicznych w sytuacji ogłoszonego na terenie Rzeczypospolitej Polskiej stanu epidemii w związku z zakażeniami wirusem SARS-CoV-2*. https://nil.org.pl/uploaded_files/art_1585135060_zalecenia-postepowania-stomatologicznego-ostat-2403.pdf
- Ministerstwo Zdrowia. (2024). *Zdrowie jamy ustnej*. <https://www.gov.pl/web/zdrowie/zdrowie-jamy-ustnej>
- Polskie Towarzystwo Stomatologiczne. (2024). *COVID-19 a praca lekarza dentysty: Wytyczne PTS uaktualnione*. <https://pts.net.pl/covid-19-a-praca-lekarza-dentysty-wytyczne-pts-uaktualnione/>

Załącznik

Schemat przyjmowania pacjentów na podstawie wytycznych Ministerstwa Zdrowia z 24.03.2020 dot. świadczeń stomatologicznych w sytuacji ogłoszonego na terenie Rzeczypospolitej Polskiej stanu epidemii w związku z zakażeniami wirusem SARS-CoV-2.

Struktura pracy



Lekarz



Asysta I zabiegowa



Asysta II pomocnicza



Rejestratorka

Struktura poruszania się pacjenta

- Wejście I – **PRZÓD** – pacjent oczekuje w **przedsionku**, przyjęcie pacjenta: gabinet nr **7**, składowanie odpadów: gabinet nr **8**

- Wejście II – **TYŁ** – pacjent oczekuje w gabinecie nr **5**, przyjęcie pacjenta: gabinet nr **1**, składowanie odpadów: gabinet nr **2**

1. Kwalifikacja do przyjęcia

- a. Wyłącznie **interwencyjni** pacjenci.
- b. Telefoniczna weryfikacja problemu przez rejestrację, kontakt z lekarzem ustalenie czy nie jest możliwa **pomoc „zdalna”** (porada, e-recepta).
- c. Możliwość wykonywania tylko zabiegów **interwencyjnych**, wymagających wykonania procedury „na ostro”, w celu eliminacji bólu itp.
- d. Telefoniczny **poszerzony wywiad epidemiologiczny**¹.
- e. Telefoniczne uzyskanie informacji o objawach (**kaszel/gorączka/duszność**).
- f. Do przyjęcia zakwalifikowani mogą być **WYŁĄCZNIE pacjenci z ujemnym wywiadem epidemiologicznym, bez ŻADNYCH objawów klinicznych**.
- g. Informacja dla pacjenta przed wizytą: nie przyjmować leków przeciwbólowych, przeciwgorączkowych, przeciwpalnych **6h przed zabiegiem**.
- h. **Limit przyjęć: maksymalnie 1 pacjent na godzinę**.
- i. Sugeruje się dokonanie **płatności bezgotówkowej**.
- j. Na wizytę przychodzi tylko pacjent, **bez osób towarzyszących**; w przypadku dziecka – jeden opiekun prawny.
- k. Pacjent zjawia się na daną godzinę, **nie wcześniej i nie później**.

Dokonując weryfikacji, zakładamy, że przyjmujemy pacjenta ZDROWEGO

2. Pacjent w Klinice

- a. Telefonicznie kontaktuje się z Rejestracją po przybyciu na miejsce.
- b. Pacjent ma zakaz korzystania z toalety (rejestracja informuje o tym przed wizytą).
- c. Opiekę nad pacjentem przejmuje **asysta pomocnicza**.
- d. **Pacjent odkaża ręce** – podajnik płynu jest w przedsionku, wywieszona jest też informacja o technice mycia.
- e. **Otrzymuje pakiet**: w plastikowej koszulce:
 - i. wywiad medyczny,
 - ii. wywiad epidemiologiczny,
 - iii. zgoda na leczenie w warunkach epidemii,
 - iv. jednorazowy długopis,
 - v. maseczka,
 - vi. rękawiczki,
 - vii. ochraniacze na buty.

ubiera zabezpieczenia i wypełnia dokumenty

- f. Po wypełnieniu dokumentów asysta pomocnicza analizuje je i jeśli wywiad epidemiologiczny jest **ujemny**, mierzy temperaturę ciała (**dopuszcza się max 37st C**).
- g. Jeśli nie ma przeciwskażeń, asysta pomocnicza **informuje zespół zabiegowy, że można się przygotować i ubrać do zabiegu**.
- h. Gotowy zespół daje sygnał, a **asysta pomocnicza prowadzi pacjenta do gabinetu** (idąc, pacjent trzyma ręce przy ciele, niczego nie dotyka, drzwi otwiera asysta pomocnicza i zamyka za nim, przekazuje też zespołowi dokumentację).
- i. Asysta pomocnicza **dokładnie dezynfekuje** miejsce, w którym pacjent oczekiwał na wizytę.

3. Przyjmowanie pacjenta

- a. Po informacji od rejestracji, że można przyjąć pacjenta, lekarz i asysta myją i dezynfekują ręce i ubierają stroje ochronne (na kombinezon i maskę z filtrem FFP, które noszą cały dzień).
- fartuch jednorazowy z długim rękawem,
 - czepek,
 - ochraniacze na buty,
 - maska chirurgiczna (standardowa),
 - przyłbica (ew. dodatkowo gogle),
 - rękawiczki jednorazowe (powinny zakrywać mankiety fartucha).

Nie muszą to być stroje sterylne

- b. Pacjent 30 sekund plucze usta wodą utlenioną rozcieńczoną 1:9 w ciepłej wodzie.
- c. Do zabiegu przygotowuje się tylko to, co NIEZBEDNE, na blatach i asystorach nie ma nic ponadto.
- d. Klawiatura i wszystko, czego nie można schować, zostaje zabezpieczone folią ochronną.
- e. Narzędzia i materiały są przygotowane przed przyjęciem pacjenta, w trakcie zabiegu zespół nie opuszcza gabinetu.
- f. Pacjent zaopatrzony zostaje w dezynfekowalne okulary oraz czepek i okryty medyczną folią ochronną.
- g. Za każdym razem, gdy lekarz/asysta po coś sięgają, zobligowani są zmienić rękawiczki.
- h. Procedury wykonuje się z użyciem szerokiego ssaka i ogranicza do minimum użycie narzędzi wytwarzających aerozol (końcówki).
- i. Używa się końcówki przyspieszającej zamiast turbiny.
- j. Tam, gdzie jest to możliwe, zakłada się koferdam.
- k. Pacjent w gabinecie pozostaje w maseczce (osuniętej na brodę na czas zabiegu) oraz w rękawiczkach.
- l. Zgodę na zabieg pacjent podpisuje w gabinecie, podczas podpisywania używa jednorazowych rękawiczek (zgoda zostaje następnie wraz z innymi dokumentami odłożona na 24 h kwarantannę).
- m. Po zakończeniu zabiegu, pacjent ponownie plucze usta antyseptykiem.
- n. Zakłada maseczkę na czas rozmowy po zabiegu.
- o. Okna w gabinetach pozostają cały czas otwarte.
- p. Po zakończeniu zabiegu, zespół daje znać asyście pomocniczej, że można odebrać pacjenta.
- q. Przy wyjściu, pacjent zmienia maseczkę i rękawiczki na nowe.

4. Po zabiegu

- a. Asysta
 - i. dezynfekuje i ściąga rękawiczki, zakłada dodatkową, świeżą parę rękawiczek.
 - ii. Sprząta użyte narzędzia i materiały.
 - iii. **Dezynfekuje** blaty, powierzchnie robocze, klamki, unit, podłogę.
 - iv. Dezynfekuje wszystkie **elementy owinięte folią**.
- b. Lekarz i asysta
 - i. zdejmują stroje ochronne **bez dotykania stron zewnętrznych, w osobnym pomieszczeniu (gabinet obok)**, zużyte stroje zostają wyrzucone do odpadów medycznych.
 - ii. Zakładają rękawiczki, **dezynfekują okolicę, której dotykał skażony strój.**
 - iii. **Wracają do gabinetu.**
 - iv. W gabinecie **myją i dezynfekują ręce.**
- c. **Końcówki (wolno- i szybkoobrotową) oraz strzykawko-dmuchawkę (całą osłonę) sterylizuje się po każdym zabiegu.**

5. Rozliczenie pacjenta

- a. Maksymalizacja płatności **bezgotówkowych.**
- b. **Paragon wysła się na maila.**
- c. **Ograniczenie rozmowy przy kontuarze.**
- d. **Nie umawia się kolejnych wizyt** (chyba że procedura interwencyjna jej wymaga).

6. Dodatkowe informacje

- a. Ograniczyć należy do minimum korzystanie z toalety,
- b. Wszelkie drzwi otwiera się **łokciem.**
- c. Jeśli ktoś opuszcza gabinet, zakłada **maseczkę.**
- d. **Nie należy witać nikogo uściskiem dłoni.**
- e. Pacjent porusza się po **wyznaczonych ścieżkach** prowadzących do gabinetu, **prowadzony jest przez Asystę pomocniczą.**
- f. Na **zdjęcie panoramiczne** pacjent udaje się również z asystą pomocniczą, która po jego wykonaniu, dezynfekuje pomieszczenie.
- g. **Maksymalizujemy ilość zdjęć panoramicznych, kosztem zdjęć małoobrazkowych.**
- h. Asysta pomocnicza pozostaje w **stałym kontakcie** (telefonicznym)/SMS/Messenger z lekarzem i asystą - jej telefon zostaje owinięty folią, jest dezynfekowany).

Lekarz	Asysta I zabiegowa	Asysta II pomocnicza	Rejestratorka
Kombinezon + maseczka ffp3 – cały dzień	Kombinezon + maseczka ffp3 – cały dzień	Kombinezon + maseczka ffp3 – cały dzień, zmienia, jeśli któryś z pacjentów zostaje zdyskwalifikowany	Kombinezon + maseczka ffp3 – cały dzień
Czepek, fartuch, ochraniacze na buty, maseczka chirurgiczna, rękawiczki – zmienia po każdym pacjencie	Czepek, fartuch, ochraniacze na buty, maseczka chirurgiczna, rękawiczki – zmienia po każdym pacjencie	Czepek, fartuch, ochraniacze na buty, maseczka chirurgiczna, rękawiczki – zmienia po każdym pacjencie	maseczka chirurgiczna, rękawiczki – zmienia po każdym pacjencie
Przyłbica/gogle – obficie dezynfekowane po przyjęciu pacjenta	Przyłbica/gogle – obficie dezynfekowane po przyjęciu pacjenta	Przyłbica/gogle – obficie dezynfekowane po pacjencie	Fartuch chirurgiczny przez cały dzień, przyłbica

Kolejność zakładania środków ochrony indywidualnej:

1. dezynfekcja rąk,
2. fartuch jednorazowy,
3. maska chirurgiczna,
4. gogle ochronne/przyłbica (przyłbica zachodząca do linii brody),
5. rękawiczki (rękawice powinny zakrywać nadgarstki oraz mankiety fartucha).

Kolejność zdejmowania środków ochrony indywidualnej:

1. dezynfekcja rękawiczek założonych na rękach,
2. zdjęcie rękawiczek,
3. dezynfekcja rąk i założenie nowej pary rękawiczek,
4. zdjęcie fartucha,
5. dezynfekcja rękawiczek założonych na rękach,
6. zdjęcie przyłbicy,

7. dezynfekcja rękawiczek założonych na rękach,
8. zdjęcie maseczki,
9. dezynfekcja rękawiczek oraz zdjęcie rękawiczek,
10. mycie ostateczne oraz dezynfekcja rąk.

Nie dotykać powierzchni i przedmiotów rękami ubranymi w rękawice, które były używane w czasie wykonywania procedury stomatologicznej. Pamiętać o dekontaminacji dotykanych przedmiotów i powierzchni. W szczególności należy unikać dotykania rękami okolicy swojej twarzy.

ⁱ 1) w okresie 14 dni przed wystąpieniem objawów przebywała lub powróciła z obszaru, w którym występuje lokalna lub o małym stopniu rozpowszechnienia transmisja COVID-19

LUB

2) w okresie 14 dni przed wystąpieniem objawów miała bliski kontakt z osobą, u której stwierdzono zakażenie COVID-19.

Jako bliski kontakt należy rozumieć:

zamieszkiwanie z osobą zakażoną wirusem powodującym COVID-19

bezpośredni kontakt fizyczny z osobą zakażoną wirusem powodującym COVID-19 (np. podanie ręki)

bezpośredni kontakt z zakażenymi wydzielinami osoby z COVID-19 bez środków ochronnych (np.

dotykanie zużytej chusteczki higienicznej, narażenie na kaszel osoby chorej)

przebywanie w bezpośredniej bliskości (twarzą w twarz) z osobą chorą - przez dowolny czas przebywanie w

odległości 2 metrów od osoby chorej przez czas dłuższy niż 15 minut w sytuacji każdej innej ekspozycji

niewymienionej powyżej

kontakt personelu medycznego z chorym z COVID-19, sprawowanie bezpośredniej opieki nad chorym z

COVID-19 lub kontakt z osobą pracującą w laboratorium bezpośrednio z próbkami osób z COVID-19

bez odpowiedniego zabezpieczenia, uszkodzenie stosowanych

LUB

3) jest czynnym zawodowo przedstawicielem zawodów medycznych, mogącym mieć kontakt z osobą zakażoną, podczas wykonywania

obowiązków zawodowych, u których wystąpiły objawy infekcji układu oddechowego bez stwierdzenia innej etiologii w pełni wyjaśniającej

obraz kliniczny

W przypadku spełnienia któregoś z powyższych kryteriów, należy • niezwłocznie poinformować Państwowego Powiatowego Inspektora Sanitarnego - Przychodnia - wypis DRUKU ZLK- 1, Tel. Alarmowy 606-108-040 • do czasu podjęcia decyzji o dalszym postępowaniu w stosunku do pacjenta, pacjent powinien być umieszczony w oddzielnym pomieszczeniu z dostępem do toalety, jeśli nie jest możliwe, zamknąć gabinet, który po przekazaniu pacjenta zespołowi ratownictwa medycznego powinien być odkażony i wywietrzony • postępować zgodnie z otrzymanymi instrukcjami otrzymanymi od PSSE, w tym sporządzić listę osób mających kontakt z chorym (personelu medycznego oraz innych np. przebywających w poczekalni) na podstawie dokumentów tożsamości: imię nazwisko, adres zamieszkania, telefon kontaktowy (zgodnie z Załącznikiem nr 1) i przekazać ją do Państwowego Powiatowego Inspektora Sanitarnego w m. st. Warszawie. Osoby te zostaną objęte nadzorem epidemiologicznym w przypadku pacjenta z potrzebą wykonania procedury stomatologicznej – wyboru miejsca udzielenia pomocy dokonuje zespół ratownictwa medycznego w ambulansie przystosowanym do przewozu chorego zapewniających jego izolację – pomocy udzielić powinna wyznaczona w tym celu jednostka środków ochrony osobistej lub ryzyko ich nieprawidłowego zastosowania w bezpośrednim kontakcie z osobą z COVID-19

• kontakt na pokładzie samolotu lub innych zbiorowych środków transportu, obejmujący osoby zajmujące dwa miejsca (w każdym kierunku) od osoby z COVID-19, osoby towarzyszące w podróży lub sprawujące opiekę, członkowie załogi obsługujący sekcję, w której znajduje się chory (w przypadku ciężkich objawów u osoby z COVID-19 lub jej przemieszczania się za bliski kontakt należy uznać wszystkich pasażerów znajdujących się w sekcji lub na pokładzie środka transportu) uzyskanie informacji od odpowiednich służb, że miał miejsce kontakt z potwierdzonym przypadkiem.

4

Problem niedoboru kierowców zawodowych zakłócający przepływ towarów w łańcuchu dostaw

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/4>



Rafał Jabłoński

Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu

rafal.jablonski@poznan.merito.pl

Shortage of skilled truck drivers and its impact on flow of goods in the supply chain

Abstract: The persistent shortage of skilled truck drivers significantly disrupts the seamless flow of goods within supply chains. Recently, the global economy has undergone substantial shifts due to the growth of international trade, increasing demand for rapid delivery, and heightened focus on environmental sustainability. These shifts have introduced complex challenges, especially in the transportation sector, which is crucial for supply chain efficiency and timeliness. Despite the rising demand for road freight services, the supply of drivers has not kept pace, creating structural imbalances and inefficiencies. Over the past decade, this shortage has led to higher transportation costs, delivery delays, and a decline in supply chain efficiency. Demographic trends, such as an aging workforce and reduced interest in the profession among younger individuals, exacerbate the issue. The research identifies several factors contributing to the driver shortage: low job attractiveness, inadequate wages, poor working conditions, changing job requirements, and increasing regulatory burdens. The document includes also data from surveys conducted in 2022 and 2023, comparing the results to highlight trends and changes over time. Addressing this issue requires a comprehensive approach, including improving working conditions, enhancing the profession's image, developing effective recruitment strategies, and ensuring fair compensation. Structural adjustments in supply chain management and transportation planning are also necessary to mitigate the impact of driver shortages and maintain global supply chain stability and efficiency.

Keywords: supply chain disruptions, truck drivers shortage, transportation management.

Sugerowane cytowanie: Jabłoński, R. (2025), Problem niedoboru kierowców zawodowych zakłócający przepływ towarów w łańcuchu dostaw. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 72–90). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/4>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie nie-komercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

W ciągu ostatnich kilku dekad bardzo wyraziście uwidaczniają się intensywne zmiany, które niosą ze sobą szereg nowych wyzwań dla światowej gospodarki. Intensyfikacja handlu międzynarodowego, w połączeniu z rosnącymi oczekiwaniami dotyczącymi szybkości dostaw, w kontradycji do spektakularnego wzrostu świadomości problematyki środowiskowej, kreuje skomplikowany zestaw wyzwań dla przedsiębiorców w skali całego globu (Meidute-Kavaliauskiene i in., 2021). Ponadto aspekty ekologiczne, takie jak ograniczanie emisji zanieczyszczeń oraz promowanie zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialności społecznej, nabierają coraz większego znaczenia dla sektora transportu i w szerszym kontekście zarządzania łańcuchami dostaw (Brinkmann, 2023; Carter i Rogers, 2008; Rajeev i in., 2017).

Znaczenie transportu dla prawidłowego funkcjonowania łańcucha dostaw we współczesnej scenarii gospodarczej jest niepodważalne. Transport pełni funkcję kluczowego ogniwa łączącego producentów i konsumentów, umożliwiając efektywny przepływ towarów oraz ciągłość i terminowość dostaw (Coyle i in., 2015). Aby jednak ten wzorcowy obraz powiązań w łańcuchach dostaw mógł funkcjonować w sposób niezakłócony, konieczne jest zapewnienie właściwej podaży nie tylko środków transportu, lecz także kapitału ludzkiego. Praktyka obrotu gospodarczego wskazuje, że przywoływany dynamiczny wzrost globalnej i lokalnej wymiany towarowej oraz przede wszystkim konsumpcji nie znajdują swojego odbicia w analogicznym przyroście potencjału usługowego. Taka dysproporcja prowadzi do strukturalnego problemu nierównowagi, w którym sektor transportowy nie jest w stanie odpowiedzieć na zapotrzebowanie rynkowe (Button, 2010).

4.1. Problem niedoboru kierowców zawodowych

Obserwowany od ponad 40 lat, a urastający do rangi krytycznego problemu w ostatniej dekadzie problem globalnego niedoboru kierowców zawodowych budzi uzasadnione obawy dotyczące dalszej możliwości ekspansji gospodarczej oraz zabezpieczenia płynności dostaw i dystrybucji towarów. Skutkiem bezpośrednim tego procesu jest drastyczny wzrost kosztów transportu, narastające opóźnienia w dostawach oraz ogólny spadek efektywności funkcjonowania łańcuchów dostaw (Michael i in., 2021). Dalsze konsekwencje tych zakłóceń są znacznie poważniejsze, oddziałują bowiem na szeroko rozumianą wymianę handlową w postaci dostępności produktów, a co za tym idzie – zaburzają stabilność cen oraz drastycznie obniżają poziom satysfakcji konsumentów.

Już w końcu lat 80. XX wieku problem niedoboru kierowców był uznawany za niezwykle istotny, jego znaczenie rosło i mogło rodzić poważne implikacje dla zachowania ciągłości przepływu towarów w perspektywie dynamicznego rozwoju gospodarki (LeMay i Taylor, 1989)¹. Analizy prowadzone głównie na rynku amerykańskim były skupione zazwyczaj na czynnikach demograficznych (Casey, 1987) lub postulowanych zmianach strategii rekrutacyjnych przedsiębiorców (LeMay i Taylor, 1988).

W ostatniej dekadzie XX wieku problem stopniowo narastał i coraz częściej podnoszony był zarówno jako zjawisko mające istotny wpływ na funkcjonowanie branży, jak i efekt zmieniających się oczekiwań rynku pracy. Najpoważniejsze skutki zmian były odczuwalne na rynku amerykańskim, jakkolwiek stopniowo nabierały one znaczenia również na pozostałych obszarach intensywnych przewozów realizowanych transportem drogowym, w tym w Europie. Pomimo rosnącej świadomości zagadnienia było ono przedstawiane jako wewnętrzny problem branży i analizowane jako niedogodność dla przedsiębiorców (związana z wysoką retencją kadr) oraz przyczyna wzrostu kosztów funkcjonowania sektora wpływająca na jego rentowność (Min i Lambert, 2002; Richardson, 1994; Stephenson i Fox, 1996).

Przez ostatnie kilkanaście lat zagadnienie niedoboru kierowców, traktowane już jako problem o zasięgu globalnym, jest dyskutowane na forach pracodawców, organizacji transportowych, a także szerzej – między innymi Wspólnoty Europejskiej czy Banku Światowego. Temat eskalował szczególnie intensywnie w czasie pandemii COVID-19, kiedy światowa gospodarka zaczęła borykać się z kwestią już nie przewidywanych czy hipotetycznych, ale obserwowanych w praktyce problemów zabezpieczenia ciągłości funkcjonowania łańcuchów dostaw. W części przypadków zakłóceń krytycznych dochodziło do konieczności odtwarzania zerwanych lub wspomagania niewydolnych ogniw tychże łańcuchów. Na tę niewydolność systemu globalnego złożyła się duża liczba czynników o bardzo zróżnicowanym charakterze, a zatem nie jest uprawnione obarczanie winą wyłącznie deficytów kadrowych załóg pojazdów drogowych. Mimo to wysoki stopień niepewności w odniesieniu do gwarancji wymaganej liczby kierowców obniżał efektywność systemów dystrybucyjnych i wzmacniał poczucie braku stabilności.

¹ Wskazywano wówczas na konieczność zmian strategii rekrutacyjnych, które winny uwzględnić nowe grupy docelowe, w tym kobiety, co pozostaje aktywną strategią branży do czasów współczesnych, osoby starsze, co obecnie jest alarmującą, naturalną konsekwencją trendu, wreszcie mniejszości etniczne, co w rezultacie okazało się proroczą wizją przyszłości. Pewną osobliwością, odczytywaną z perspektywy niemal półwiecza od rozpoczęcia przedmiotowego dyskursu, jest to, że ówczesnie mówiono o „dopuszczaniu” do wykonywania zawodu, a nie aktywnej promocji zatrudnienia. Za kolejną osobliwość, z punktu widzenia współczesnych standardów odpowiedzialności społecznej, należy uznać rozpoczynanie postulatów zmian w obszarze socjalnym od wzmocnienia nadzoru, pozostawiając kwestie równoważenia wynagrodzeń i programów szkoleniowych na drugim planie.

Ostatnim wydarzeniem o charakterze czarnego łabędzia, który w sposób nagły spowodował zmiany w strukturze funkcjonowania rynku kierowców zawodowych w Europie, w szczególności w jej środkowej i wschodniej części, była agresja Rosji na Ukrainę w lutym 2022 roku. Spowodowała ona dotkliwe zakłócenie regionalnych rynków pracy, mające przełożenie przede wszystkim na funkcjonowanie łańcuchów dostaw bezpośredniego otoczenia konfliktu, czyli Ukrainy i jej krajów ościennych, w tym Polski jako głównego beneficjenta wspomagania rynku pracowników sektora. Zakłócenie to jednak niczym domino przekłada się w sposób bezpośredni i to przy jedynie nieznacznie zmniejszającej się skali zjawiska na międzynarodowe rynki dostaw europejskich.

Rozpatrywany w kategoriach zjawiska niedobór kierowców zawodowych powodowany jest szeregiem zdarzeń, czynników i złożonych zależności, częściowo wspólnych dla całego sektora w skali globalnej, częściowo natomiast specyficznych dla poszczególnych obszarów i rynków regionalnych oraz lokalnych. Złożoność w zakresie przyczyn bezpośrednich zjawiska oraz tych o charakterze ogólniejszym, mających korzenie w megatrendach gospodarki światowej oraz dynamice ewoluowania łańcuchów dostaw, implikuje konieczność zindywidualizowanego podejścia do poszukiwania rozwiązań dla sektora. Zasadne jest także dokonanie analizy kontekstu funkcjonowania łańcuchów dostaw w obecnym kształcie, z uwzględnieniem zarówno złożoności mechanizmów systemowych, jak i współczesnych trendów ekonomii zrównoważonego rozwoju i wielopłaszczyznowej odpowiedzialności.

Czynnikami wskazywanymi przez ekspertów Banku Światowego jako podstawowe przyczyny niedoboru kierowców są (McKinnon i in., 2017):

- wzrost popytu na drogowe przewozy towarowe,
- niska atrakcyjność zawodu kierowcy,
- nieadekwatny poziom wynagrodzeń,
- mało atrakcyjne warunki pracy,
- zmieniające się uwarunkowania wykonywania pracy kierowcy,
- wizerunek zawodu oraz subiektywne postrzeganie branży,
- wzrastający zakres uregulowań formalnych,
- czynniki demograficzne,
- wymagania w zakresie kompetencji i kwalifikacji,
- ogólna struktura sektora transportu drogowego.

Każdy z wymienionych obszarów stanowi pewien rodzaj uzasadnienia niewystarczającego potencjału kierowców przy obsłudze funkcjonujących łańcuchów dostaw. Na liście nie zostały ujęte natomiast zagadnienia związane z ogólną sprawnością funkcjonowania łańcuchów dostaw i możliwymi modyfikacjami w tym zakresie. Zostaną one omówione w dalszej części rozdziału.

4.2. Popyt na towarowe przewozy drogowe a rynek pracy kierowców

Wzrost popytu na drogowe przewozy towarowe jest ściśle skorelowany z globalnymi wzorcami konsumpcyjnymi. Głównymi przyczynami tego zjawiska są wzrost gospodarczy, postępująca urbanizacja, globalizacja handlu oraz dynamika rozwoju e-commerce. Transformacja wzorców konsumpcji, w tym zwiększone zainteresowanie zakupami online, wiąże się bezpośrednio ze zmianą oczekiwań odbiorców w zakresie elastyczności, dostępności i szybkości dostaw, co z kolei wywołuje presję w pierwszej kolejności na przewozy drogowe. Dodatkowym elementem napędzającym przyrost wymiany towarowej realizowanej transportem drogowym jest dynamicznie rosnący handel transgraniczny. W roku 2022 wartość globalnego rynku transportu drogowego towarów wyniosła 92,12 mld dolarów, natomiast w roku 2023 przewidywany jest dalszy wzrost jego wartości o około 7,4% (CAGR), zbliżający się do poziomu 100 mld dolarów (The Business Research Company, 2023). W Europie w 2022 roku całkowity transport drogowy towarów osiągnął ponad 13,6 mld ton i 1920 mld tonokilometrów (Eurostat, 2023).

Ogromne zapotrzebowanie na przewozy drogowe nie idzie w parze z analogicznym wzrostem zainteresowania pracą kierowcy zawodowego na rynku pracy. Ogólną atrakcyjność zawodu postrzeganą przez potencjalnych kandydatów można ocenić jako bardzo niską, w szczególności w grupie osób młodych. Problem poziomu zasilenia oraz bardziej ogólnego współczynnika zastąpienia, gwarantujący odpowiedni poziom kadr w sektorze, dotyczy w różnym stopniu poszczególnych grup kierowców zawodowych, w zależności od specyfiki obsługiwanych przez nich pojazdów, relacji przewozowych oraz systemów zatrudnienia. Stopień oceny atrakcyjności zawodu i proporcjonalności oferowanych warunków pracy zmienia się między innymi w zależności od poziomu niezbędnego zaangażowania oraz konieczności uwzględnienia przez pracownika konieczności stałego przebywania poza miejscem zamieszkania w okresie wykonywania obowiązków służbowych (Ji-Hyland i Allen, 2020). Mimo zatem wspólnego mianownika w postaci jednolicie rozumianego efektu rynkowego: niewystarczającej podaży kadr dla obsługi funkcjonującego popytu na usługi przewozowe, wskazane byłoby wyodrębnienie przy dokonywaniu omówienia co najmniej kilku podstawowych grup pracowników flotowych:

- a) kierowców pojazdów ciężkich (dla których obsługi wymagane są uprawnienia w postaci prawa jazdy kategorii C oraz C+E) w ruchu międzynarodowym i ponadregionalnym;
- b) kierowców pojazdów ciężkich (dla których obsługi wymagane są uprawnienia w postaci prawa jazdy kategorii C oraz C+E) przy obsłudze rynku wewnętrznego i w ruchu lokalnym;

- c) kierowców pojazdów specjalistycznych i połączeń złożonych, wymagających niestandardowych kompetencji wykraczających poza typowe oczekiwania wobec pracowników sektora;
- d) kierowców pojazdów dostawczych, ciężarowo-osobowych, zatrudnionych w firmach kurierskich i przy realizacji przewozów pojazdami, dla których obsługi wystarczającym poziomem kompetencji jest legitymowanie się prawem jazdy kategorii B, niepodlegających rejestrowaniu czasu pracy z wykorzystaniem urządzeń rejestrujących (tachografy) i niewykonujących pracy na podstawie świadectwa kwalifikacji zawodowej².

Najsilniejszy wpływ na oceny pracownicze oraz subiektywną atrakcyjność sektora w oczach zarówno obecnych, jak i potencjalnych pracowników notowany jest przy obsłudze przewozów międzynarodowych dalekiego zasięgu (miejsca dostaw oddalone od punktów załadunkowych o więcej niż 1000 kilometrów), przewozów wielogałęziowych (na przykład uwzględniających połączenia morskie lub kolejowe) oraz połączeń do krajów spoza europejskiego obszaru gospodarczego. Istotnym ograniczeniem, wpływającym w tym wypadku na liczbę aplikujących, są dwa aspekty nierozzerwalnie związane z wykonywaniem obowiązków kierowcy: ograniczone możliwości zachowania równowagi pomiędzy życiem zawodowym a prywatnym oraz znaczna liczba zadań niezwiązanych z obowiązkami podstawowymi, z uwagi na narzucony szeroki zakres autonomii i odpowiedzialności. Na obniżające się zainteresowanie sektorem we wszystkich grupach kierowców wpływ mają także czynniki zdrowotne. Cała grupa zawodowa jest w sposób ponadprzeciętny podatna na występowanie licznych chorób zawodowych oraz mniej lub bardziej poważnych dolegliwości. Powodowane są one z jednej strony przez długie okresy wykonywania zadań w wymuszonej, niezmienniej pozycji, natomiast z drugiej przez krótkie okresy pracy fizycznej o bardzo wysokim stopniu intensywności oraz znacznym obciążeniu, związanej z operacjami ładunkowymi. Dodatkowo długotrwała izolacja, w szczególności w przewozach długodystansowych, oraz praca w warunkach silnego stresu wywoływanego różnorodnymi czynnikami skutkują konsekwencjami dla kondycji psychicznej pracowników flotowych (Boyce, 2016; Kaneko, 2014).

Szczególnie alarmującym problemem podnoszonym przez organizacje pracodawców oraz zrzeszenia branżowe są zmiany i trendy demograficzne obserwowane w grupie kierowców zawodowych samochodów ciężarowych. Średni wiek w tej grupie zawodowej w Europie w roku 2023 to 47 lat, przy czym osoby powyżej 55 roku życia stanowią 33% wszystkich aktywnych pracowników flotowych. Dla porównania dla całej populacji odsetek aktywnych zawodowo osób w tej grupie wiekowej to 21%, co wskazuje na istotne starzenie się grupy i niewystarczający wskaźnik wymiany (IRU, 2023). Podobnie wygląda struktura zatrudnienia w grupie kierowców

² Por. (Gittleman i Monaco, 2019).

najmłodszych, poniżej 25 roku życia, gdzie w długim okresie popularność zawodu drastycznie spada. Młodzi kierowcy to obecnie zaledwie 5% wszystkich pracowników sektora. Należy jednak zauważyć, że w większości krajów Unii Europejskiej, w tym w Polsce, minimalny wiek dla uzyskania kwalifikacji do prowadzenia samochodów ciężarowych to 21 lat. Obecnie trwają prace nad ujednoliceniem przepisów w tym zakresie we wszystkich krajach członkowskich, przy jednoczesnym obniżeniu granicy wieku do 18 lat i rozpoczęcia nauki jazdy od 17 roku życia (Komisja Europejska, 2023). Dla porównania w Stanach Zjednoczonych minimalny wiek wymagany do kierowania pojazdami ciężarowymi to 21 lat dla kierowców realizujących przewozy międzystanowe, w Chinach zaś został on obniżony z 24 do 22 lat.

Prezentując wprowadzenie do zagadnienia niedoboru kierowców, intencjonalnie nie przywołano danych dotyczących raportowanej skali zjawiska, ich analiza bowiem pozwoli na zaprezentowanie pobudek realizowanego badania ankietowego.

4.3. Analiza problemu niedoboru kierowców

W prace nad problemem, który stał się jednym z kluczowych wątków dyskutowanych na forach branżowych, zaangażowało się wiele organizacji, instytucji o zróżnicowanym charakterze, zrzeszeń przedsiębiorców czy wreszcie podmiotów doradczych. Podawane przez nie wartości w zakresie szacowanych braków kadrowych nie są w pełni spójne i tym samym reprezentują dość zróżnicowaną skalę zjawiska. Za najbardziej miarodajną ocenę rynku można uznać prace i raporty publikowane przez Międzynarodową Unię Transportu Drogowego – IRU³. Najnowsza jego edycja (IRU, 2023) w sposób kompleksowy przedstawia zarówno przegląd inicjatyw oraz ograniczeń związanych z przeciwdziałaniem zjawisku, jak i szacowane dane dotyczące zasięgu i skali problemu.

Zgodnie z raportem, który objął swoim zasięgiem kraje reprezentujące 72% globalnego GDP (w tym wszystkie kraje Unii Europejskiej), łączna liczba nieobsadzonych etatów kierowców zawodowych samochodów ciężarowych w roku 2023 przekroczyła na świecie liczbę 3 mln. Dla krajów Unii Europejskiej⁴ oraz Wielkiej Brytanii i Norwegii wartość ta osiągnęła 233 tys. osób, co stanowi 7% całkowitej liczby kierowców samochodów ciężarowych, zgodnie z danymi Eurostatu. Dane na

³ IRU (International Road Transport Union) – założona w 1948 roku organizacja międzynarodowa, która zajmuje się reprezentowaniem interesów branży transportu drogowego na świecie. Członkami IRU są narodowe zrzeszenia transportowe poszczególnych krajów, a także znaczące podmioty komercyjne i organizacje non profit. Siedziba główna organizacji znajduje się w Genewie w Szwajcarii.

⁴ W ankiecie wzięło ogółem ponad 4700 podmiotów z 23 krajów, w tym 16 krajów europejskich (w tym Polska). Dla oszacowania uśrednionych wartości w ramach 27 krajów członkowskich UE dla krajów nieuczestniczących w badaniu przyjęto dane na podstawie raportowanej liczby kierowców oraz średniej wyznaczonej dla pozostałych krajów europejskich.

temat nieobsadzonych etatów uzyskane zostały na podstawie odpowiedzi ankietowanych na dwa pytania:

1. Ilu kierowców przedsiębiorstwo zatrudnia w chwili obecnej?
2. Ile etatów dla kierowców pozostaje obecnie w przedsiębiorstwie nieobsadzonych?

Pełne zestawienie zebranych przez IRU danych w podziale na kraje i obszary uwzględnione w badaniu przedstawia tabela 4.1.

Tabela 4.1. Liczba oraz odsetek nieobsadzonych kierowców samochodów ciężarowych w skali globalnej, na podstawie badań Międzynarodowej Unii Transportu Drogowego

Kraj / obszar	Odsetek nieobsadzonych etatów kierowców samochodów ciężarowych (%)	Liczba nieobsadzonych etatów kierowców samochodów ciężarowych (tys. osób)
Europa*	7	233
Rosja	14	302
Chiny	12	2 200
Turcja	16	84
Uzbekistan	15	3
Stany Zjednoczone	–	64
Meksyk	9	56
Argentyna	11	60

* EU-27 oraz Wielka Brytania i Norwegia.

Źródło: na podstawie (IRU, 2023).

Porównując zaprezentowane dane z raportem publikowanym przez IRU w roku poprzedzającym, można zaobserwować znacznie ostrożniejsze szacunki niedoborów dla obszaru europejskiego. Dokument wydany w lipcu 2022 roku wskazywał na brak 380–425 tys. kierowców zawodowych oraz potrzebę uzupełnienia w wysokości 10% (IRU, 2022). Mimo to poziom sygnalizowanego braku wydaje się niezwykle wysoki zarówno w wartościach bezwzględnych, jak i względnych, a skala zjawiska wskazuje na jego potencjalny wpływ na zdolność do realizacji zadań przewozowych w stosunku do zapotrzebowania rynkowego.

W roku 2022 drogowy transport ładunków 27 krajów Unii Europejskiej przewiózł łącznie 13 589 283 tys. ton ładunków i wykonał pracę przewozową w wysokości 1 920 249 tonokilometrów (tkm). Przewozy towarowe utrzymują się w równowadze w ciągu ostatnich kilkunastu lat, przykładowo w roku 2011 wyniosły one łącznie 13 510 896 ton. Gdyby ekstrapolować założenie o 7-procentowym braku potencjału w zakresie przewozów, można by dojść do konkluzji, że zapotrzebowanie na przewozy, które nie zostały zrealizowane, to aż 951 250 tys. ton (czyli niemal miliard

ton) w skali roku, a niewykonana praca przewozowa sięga 134 417 mln tkm⁵. W tej sytuacji można się spodziewać znaczącego wpływu niedoboru kierowców w pierwszej kolejności na skuteczność dostaw dóbr konsumpcyjnych produkowanych przez wytwórców, a w dalszej kolejności na uwzględnianie przez przedsiębiorców tego zjawiska w procesach planowania produkcji.

4.4. Próba oceny skali problemu. Metodyka badania

W pierwszych miesiącach 2022 roku przeprowadzono badanie ankietowe mające na celu uzyskanie odpowiedzi na pytanie o realną skalę zjawiska w wymiarze praktycznym. Badanie zostało przeprowadzone przez jednego z operatorów logistycznych i, wyjąwszy uporządkowaną treść formułowanych wobec ankietowanych podmiotów pytań, miało charakter stosunkowo spontaniczny oraz niepoddający się rygorom metodologicznym.

Grupę docelową badania stanowili klienci operatora obsługiwani w zakresie przewozów międzynarodowych ładunków należących do zróżnicowanych grup towarowych. Szerokie spektrum towarów oraz niejednolity charakter obsługiwanych łańcuchów dostaw pozwoliły na zweryfikowanie stopnia zbieżności ocen w opinii przedstawicieli producentów i wytwórców rozmaitych dóbr konsumpcyjnych. Badanie nie zostało oparte na sztywnych wytycznych w zakresie grupy docelowej ani – jak wspomniano uprzednio – wytycznych metodologicznych. Powodem takiego stanu rzeczy było to, że pierwotnie badanie miało stanowić jedynie uzupełnienie przeprowadzanej przez operatora symulacji w zakresie prawdopodobieństwa zgodności raportowanego niedoboru kierowców z faktycznym niewykonaniem w fizycznych sieciach dostaw.

W krótkiej ankiecie uczestnicy badania odpowiadali na trzy pytania zamknięte jednokrotnego wyboru, z odpowiedziami zawężonymi do opcji: „tak” lub „nie”. Nie została założona opcja innej odpowiedzi, w rodzaju „nie wiem”, „raczej tak” czy „raczej nie”.

Ankietowani byli proszeni o uwzględnienie w odpowiedziach wyłącznie zdarzeń dotyczących roku 2021. Dobór okresu nie został poparty bardziej szczegółowym uzasadnieniem merytorycznym i miał na celu ograniczenie odpowiedzi respondentów do okresu stosunkowo najlepiej zapamiętanego, bieżącego w zakresie konsekwencji dla działalności przedsiębiorstwa lub organizacji. Intencją wskazania było także zgromadzenie spójnego materiału analitycznego. Z drugiej strony rok 2021 stanowił dobrą reprezentację dla sprawdzenia konsekwencji, istotności i częstotliwości występowania postulowanego zjawiska. Rok ten był pełnym rokiem ograniczeń

⁵ Wszystkie dane statystyczne dotyczące przewozów europejskich pochodzą z serwisu Eurostat: (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>).

pandemicznych, w którym dodatkowo zarysowały się już silnie implikacje zmian w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw związane z aktywizacją kanałów dystrybucji e-commerce. Ponadto część ankietowanych podmiotów uwzględniła konsekwencje wejścia w życie w lutym 2022 znacznej części postanowień Pakietu Mobilności lub była ich świadoma. Pytania ankiety brzmiały:

1. Czy w ciągu ostatniego roku Państwa przedsiębiorstwo doświadczyło opóźnień w realizacji przewozów, których bezpośrednią przyczyną był niedobór kierowców?
2. Czy w ciągu ostatniego roku Państwa przedsiębiorstwo doświadczyło całkowitego braku realizacji transportu, powodowanego przez niedobór kierowców (towar nigdy nie został dostarczony)?
3. Czy w ciągu ostatniego roku Państwa przedsiębiorstwo doświadczyło konieczności ograniczenia lub całkowitego wstrzymania produkcji (lub świadczenia usług) z powodu zgłaszanego niedoboru kierowców i w konsekwencji niemożności zabezpieczenia potrzeb w zakresie transportu?

Opóźnienia będące przedmiotem zainteresowania ankiety dotyczą zasadniczo niemal wyłącznie przypadków opóźnionego odbioru towaru w miejscu załadunku. Można zakładać, że opóźnienia dostawy przy jednoczesnym zachowaniu terminu podjęcia towaru nie są związane – z wyjątkiem stosunkowo rzadkich, specyficznych przypadków – z problemem niedoborów kierowców, ale raczej z szerokim spektrum innych przyczyn o charakterze technicznym, operacyjnym lub losowym. Niezależnie jednak od konsekwencji przypadek pierwszy jest związany z niedogodnością (nierzadko implikującą także konsekwencje finansowe), która choć uciążliwa, nie determinuje możliwości realizacji usługi jako takiej. Nie stanowi zatem bariery decyzyjnej dla planowania procesu produkcyjnego, lecz wyzwanie i zadanie dla komórek odpowiedzialnych za realizację zadań logistycznych. Załadowcy przeciwdziałają potencjalnym i jednocześnie zakładanym opóźnieniom poprzez szereg działań obejmujących czynniki cenowe i pozacenowe, czyli zachęty frachtowe dla przewoźników, a także poszerzanie bazy dostawców, stosowanie wolumenów bezpieczeństwa oraz innych rozwiązań o charakterze operacyjnym.

Drugą, poważniejszą konsekwencją zjawiska niedoboru kierowców, o którą byli pytani załadowcy, był zupełny brak realizacji usługi. W pytaniu intencjonalnie nie doprecyzowano, według jakich kryteriów czasowych i ewentualnie także informacyjnych można klasyfikować zlecenie do kategorii niezrealizowanych w sposób trwały i ostateczny, w związku z czym przedsiębiorcy samodzielnie mogli dokonywać oceny, w jakich okolicznościach zdarzenie wyczerpuje znamiona całkowitego braku realizacji. Koncentrowało ono uwagę respondenta na konsekwencjach, czyli anulowaniu kontraktu handlowego, prawdopodobnych karach umownych, a także uszczerbku wizerunkowym, rynkowym i relacyjnym. Można zakładać, że o ile w przypadku opóźnień część zdarzeń podlegała subiektywnej ocenie osoby odpowiadającej na pytania ankiety, a tym samym automatycznie była obarczona

potencjalnym błędem, o tyle całkowite zaniechanie realizacji z dużą dozą prawdopodobieństwa byłoby zdarzeniem zapadającym w pamięć. Możliwe konsekwencje handlowe braku realizacji kontraktu za sprawą zakłóceń w realizacji usługi pomocniczej, jaką jest transport, są bardzo poważnym czynnikiem determinującym planowanie funkcjonowania całego łańcucha dostaw.

Wreszcie pytanie finalne związane było ze zdarzeniem nie o charakterze nagłym, jak w przypadku anulowania obsługi logistycznej towaru, jakkolwiek równie ważnym pod względem konsekwencji dla funkcjonowania przedsiębiorstwa. Dotyczyło ono planowego ograniczenia możliwości produkcyjnych załadowcy nie za sprawą ewaluacji szans sprzedażowych, ograniczonego rynku zbytu czy jakichkolwiek innych czynników o charakterze ściśle rynkowym, ale za przyczyną antycypowanej niemożności fizycznej realizacji dostawy wytworzonych dóbr do odbiorcy końcowego. Pytanie zakładało, że jednoznaczną przyczyną zakłócenia jest wyłącznie niemożność zabezpieczenia przez przedsiębiorstwo przewozowe pożądanego potencjału kadrowego w zakresie personelu pokładowego.

W sierpniu 2023 roku badanie zostało powtórzone, tym razem w ustrukturyzowanej formie. Do badania zaproszono 1193 podmioty według ściśle określonych kryteriów, którymi były między innymi struktura zatrudnienia, przeważający rodzaj działalności czy realizowanie przez przedsiębiorstwo eksportu lub importu z wykorzystaniem przewozów transportem drogowym. Uzyskano niemal dokładnie 10% odpowiedzi (119 wypełnionych ankiet), przy czym podobnie jak w pierwszym przypadku badanie było anonimowe. Ustalenie, czy te same przedsiębiorstwa udzielały odpowiedzi na stawiane pytania, zarówno w jednym, jak i drugim badaniu nie jest możliwe. Treść pytań pozostała niezmienną w stosunku do badania pierwotnego.

4.5. Analiza wyników badania

Wyniki obu badań ankietowych przedstawione zostały w tabelach 4.2 oraz 4.3. Dla większej przejrzystości prezentowanych danych pytania stawiane badanym zostały uproszczone do formy wskazującej na opóźnienie bądź problemy z pozyskaniem środka transportu do przewozu (pytanie 1), całkowity brak dostawy (pytanie 2) oraz wpływ na dalszą strategię przedsiębiorstwa w zakresie produkcji (pytanie 3).

W pierwszym badaniu 86,5% respondentów wskazywało na istotne ograniczenia w dostępności samochodów ciężarowych oraz opóźnienia w przewozach spowodowane niedoborem kierowców. Jednocześnie tylko zaledwie 3,4% przypadków zakończyło się brakiem realizacji zadania przewozowego. Jeszcze niższy odsetek (1,4%) wskazywał na dalsze konsekwencje obserwowanego zjawiska

Tabela 4.2. Wyniki badania ankietowego przeprowadzonego na początku 2022 roku

Nr	Pytanie	Tak	Nie
1	Opóźnienie dostawy lub problemy z organizacją przewozu	128	20
2	Całkowity brak dostawy	5	143
3	Wpływ ograniczeń na decyzję o planowaniu produkcji	2	146

Źródło: opracowanie własne.

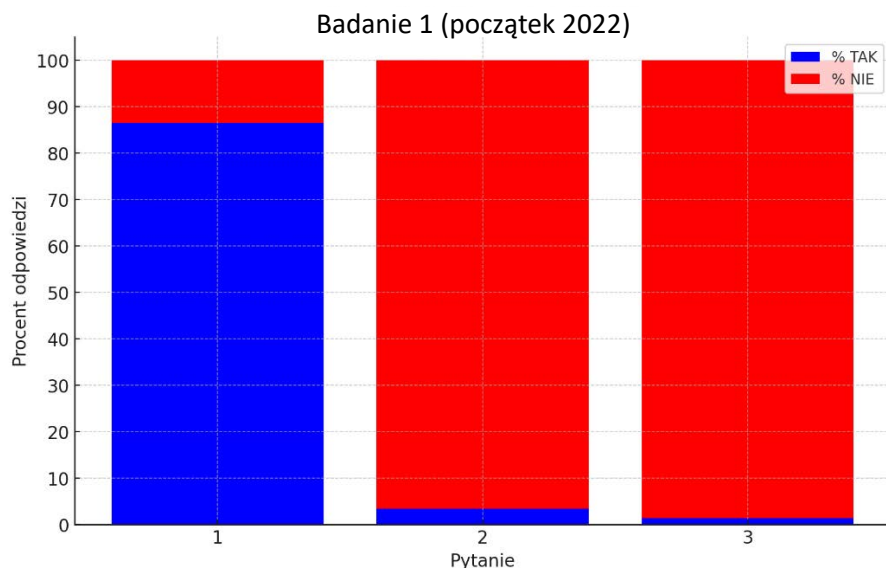
Tabela 4.3. Wyniki badania ankietowego przeprowadzonego w drugiej połowie 2023 roku

Nr	Pytanie	Tak	Nie
1	Opóźnienie dostawy lub problemy z organizacją przewozu	112	7
2	Całkowity brak dostawy	2	117
3	Wpływ ograniczeń na decyzję o planowaniu produkcji	9	110

Źródło: opracowanie własne.

w postaci uwzględniania możliwości dostawy w planowaniu produkcji przedsiębiorstwa (rysunek 4.1).

Na odpowiedzi ankietowanych mogły mieć wpływ także inne, nieuwzględnione w badaniu czynniki, takie jak ogólna kondycja gospodarki czy trendy konsumpcyjne w okresie pandemii COVID-19 i bezpośrednio po niej. Widać jednak, że skala



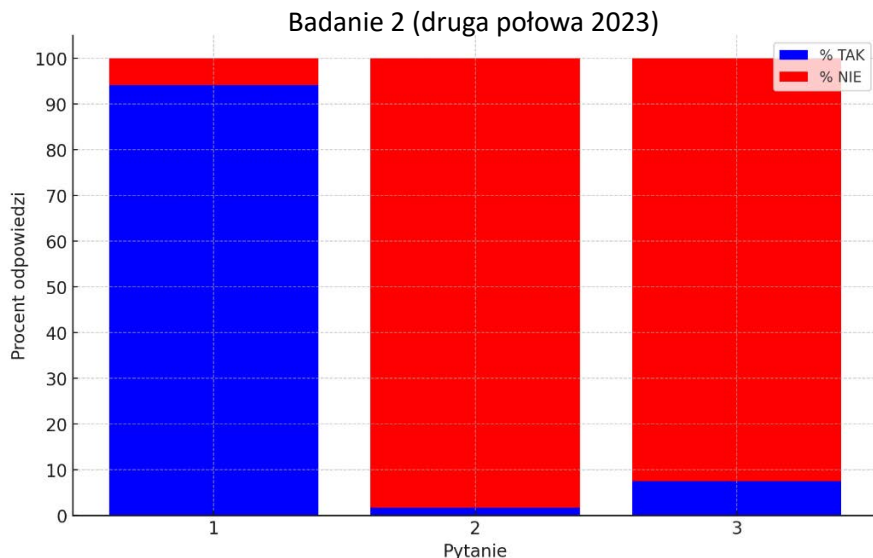
Rysunek 4.1. Procentowy udział odpowiedzi respondentów na pytania dotyczące problemu niedoboru kierowców w badaniu przeprowadzonym na początku 2022 roku

Źródło: opracowanie własne.

zjawiska została dostrzeżona, natomiast jej potencjalne konsekwencje nie były odczuwalne w sposób znaczący. Brak istotnego wpływu na decyzje produkcyjne może wynikać z tego, że problem był traktowany jako przejściowy, związany z wychodzeniem z okresu kryzysu i być może także łączył się z wybuchem konfliktu ukraińskiego (który przypadał w okresie gromadzenia danych).

W badaniu drugim odsetek podmiotów potwierdzających problemy z właściwym zabezpieczeniem podaży kierowców samochodów ciężarowych wzrósł znacząco, bo do 94,1%. Stał się zatem zjawiskiem powszechnym, z którym zetknęli się niemal wszyscy uczestnicy wymiany handlowej. Należy jednak podkreślić, że dobór uczestników badania przewidywał jedynie podmioty korzystające z outsourcingu usług przewozowych. Można zatem założyć (a przynajmniej nie można tego wykluczyć), że część dostawców usług mogła potraktować wytłumaczenie problemu organizacji przewozu niedoborami kadrowymi jako argumentację bezpieczną, pozwalającą na maskowanie innych deficytów organizacyjnych lub okoliczności zewnętrznych. W roku 2023 temat odpływu kadr z sektora stał się powszechny i był traktowany jako trudność obiektywna, przy której możliwości egzekucji roszczenia są ograniczone.

Pomimo wzrostu skali występowania zjawiska nadal niski odsetek badanych (1,7% – o połowę mniej niż w pierwszym badaniu) doświadczył całkowitego braku realizacji transportu. Wzrósł natomiast znacząco udział firm zgłaszających ko-



Rysunek 4.2. Procentowy udział odpowiedzi respondentów na pytania dotyczące problemu niedoboru kierowców w badaniu przeprowadzonym w drugiej połowie 2023 roku

Źródło: opracowanie własne.

nieczność ograniczenia lub wstrzymania produkcji (albo świadczenia usługi). Taką możliwość przewidywało 7,6% podmiotów (rysunek 4.2).

Aby zweryfikować statystyczną istotność obserwowanych zmian w odpowiedziach, między dwoma badaniami przeprowadzono test chi-kwadrat, z założonym poziomem istotności $p = 0,05$. Wyniki testu zestawione zostały w tabeli 4.4.

Tabela 4.4. Wyniki testu chi-kwadrat analizującego różnice w odpowiedziach między dwoma badaniami

Nr	Pytanie	chi-kwadrat	p-wartość
1	Opóźnienie dostawy lub problemy z organizacją przewozu	3,43	0,064
2	Całkowity brak dostawy	0,23	0,633
3	Wpływ ograniczeń na decyzję o planowaniu produkcji	4,97	0,026

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku pytania pierwszego oraz w szczególności drugiego różnice w odpowiedziach między dwoma badaniami nie są statystycznie istotne, co wskazuje na stabilność problemu niedoboru kierowców w tych obszarach. Dla pytania trzeciego obserwuje się statystycznie istotną różnicę (p -value mniejsza niż 0,05), co wskazuje na wzrost problemów związanych z brakami kadrowymi wśród kierowców samochodów ciężarowych, wpływających na poziom produkcji i jej planowanie w drugiej połowie 2023 roku w porównaniu z początkiem 2022 roku. Istotne jest uwzględnienie sytuacji, w której wyższy odsetek twierdzących odpowiedzi na trzecie pytanie, dotyczące wpływu niedoboru kierowców na produkcję lub dostawę usług przy jednoczesnym nieistotnym statystycznie braku dostaw (pytanie numer 2), może prowadzić do błędnej interpretacji wyników, znanej jako błąd typu I lub odpowiedź fałszywie pozytywna. To sytuacja, w której omyłkowo można wyciągnąć wniosek, na przykład o wpływie niedoboru kierowców na produkcję, gdy w rzeczywistości taki efekt nie występuje. Możliwą przyczyną tego błędu interpretacyjnego jest heurystyka dostępności⁶.

Warto jednak postawić pytanie, czy umiejscowienie zasadniczego ciężaru zagadnienia w niedoborze kierowców w sposób prawidłowy obrazuje zakłócenia (o ile mamy z nimi do czynienia), do jakich dochodzi w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw. Badania w zakresie możliwości substytucji popytowej transportu samochodowego wskazują, że żaden z rodzajów transportu kolejowego, a co za tym idzie – żadna gałąź alternatywna transportu lądowego nie stanowi bliskiego substytutu dla przewozów drogowych (UOKiK, 2012). Pełna substytucyjność transportu drogowego przez

⁶ Koncepcja, zgodnie z którą ludzie mają naturalną tendencję do opierania swoich ocen na informacjach łatwo dostępnych w pamięci. Szerzej na temat heurystyki dostępności oraz dynamiki grupowej interakcji społecznej w: (Aronson, 2002; Kahneman i Tversky, 2012).

inne gałęzie transportu jest niemożliwa z przyczyn zarówno techniczno-technologicznych, jak i ekonomicznych. Dotyczy to w szczególności tzw. transportów *last-mile*, czyli dostaw i odbiorów konsumenckich, realizowanych z lub do ostatecznego punktu przeznaczenia fizycznego. Podobnie wzorce zachowań konkurencyjnych na rynku przewozów transportem samochodowym ograniczone są w dominującej mierze do konkurencji wewnątrzgałęziowej, typowej dla rynków rozproszonych (Rosa, 2016). A zatem można założyć, że przy obecnym stanie zaawansowania technologicznego i organizacyjnego transport drogowy nie może być zastąpiony ani nawet istotnie ograniczony alternatywną formą przewozów bez powodowania znaczących zmian dla funkcjonowania łańcuchów dostaw. Naturalną konsekwencją tego stanu rzeczy wydaje się konieczność zagwarantowania właściwej, minimalnej liczby kierowców dla zabezpieczenia ciągłości ruchu zgodnie z zapotrzebowaniem zgłoszonym przez stronę popytową. Ta zatem potrzeba podstawowa zdaje się uzasadniać oraz legitymizować ogromną liczbę opracowań i raportów dotyczących poważnych zakłóceń podażyowych w zakresie deficytu siły roboczej, mających sprostać oczekiwaniom rynku.

Listę przyczyn można byłoby jednak uprościć do dwóch elementów fundamentalnych, które mogą rzucić nieco inne światło na kwestię niedoboru pracowników flotowych. Wzmiankowane przyczyny to:

- brak zrównoważonych wzorców rozwoju, skutkujący nieracjonalnym ilościowo, jakościowo, czasowo i przestrzennie modelem konsumpcji, a tym samym nieproporcjonalnym w stosunku do realnego zapotrzebowania wzrostem popytu na usługi przewozowe (w najwyższym stopniu dotyczące właśnie przewozów drogowych);
- niezrównoważone zarówno z punktu widzenia społecznego, jak i ekonomicznego oczekiwania wobec pracowników sektora, nieuwzględniające godziwej rekompensaty płacowej i socjalnej za narzucone warunki wykonywania zawodu;
- niskoefektywne funkcjonowanie łańcuchów dostaw w obszarach planowania przewozów, wykorzystywania dostępnych przestrzeni ładunkowych oraz organizacji procesów załadunku i wyładunku towarów.

Temat niezrównoważonych wzorców rozwoju, między innymi w zakresie konsumpcji, był omawiany przez zajmujących się tą problematyką badaczy od ponad 50 lat. W roku 1972 ukazał się raport *The limits of growth (Granice wzrostu)*⁷ przygotowany na zlecenie tzw. Klubu Rzymskiego, międzynarodowego think tanku zajmującego się analizą i upublicznianiem globalnych problemów gospodarczych w kontekście zagrożeń środowiskowych i społecznych. Raport ten wskazuje na prawdopodobieństwo zakłóceń systemów społecznych, tak lokalnych i regionalnych jak globalnych, w przypadku niewdrożenia kontroli wzorców odnośnie do założeń nieskrępowanego i nieograniczanego wzrostu.

⁷ Wyd. pol. (Meadows, 1973).

4.6. Działania zapobiegawcze

Jeżeli potraktujemy zapotrzebowanie na usługi transportu drogowego w łańcuchach dostaw jako system fizyczny rosnący wykładniczo, niedobory kierowców można w nich potraktować jako pętlę równoważącą, ograniczającą dominację napędzającej wzrost pętli wzmacniającej konsumpcji poprzez osłabienie dopływu czynników produkcji. Przedstawienie kierowców samochodów ciężarowych czy szerzej producentów usługi przewozowej jako zasobu odnawialnego nakłada ograniczenie w postaci przepływu z szybkością nie większą niż wskaźnik regeneracji (Meadows, 2020). Przeciążenie tego systemu wykraczające poza punkt krytyczny, jakim jest przekroczenie wskaźnika regeneracji, może skutkować oscylacją wokół stabilnego poziomu uzupełnień kadrowych.

Uwzględnić także należy globalne zmiany demograficzne, zogniskowane w szczególności w krajach wysoko rozwiniętych. Obserwowane starzenie się społeczeństw skutkuje generalnym obniżeniem podaży pracy, co wpływa na ogólną sytuację gospodarczą i powoduje znaczące problemy przedsiębiorców. W tym kontekście troska o zapewnienie ciągłości funkcjonowania łańcuchów dostaw jest racjonalna, liczba konsumentów bowiem staje się ujemnie skorelowana z możliwościami zaspokajania ich potrzeb.

Przykładem proaktywnych działań w zakresie poprawy efektywności funkcjonowania łańcuchów dostaw w tych obszarach, w których dominującą formę dostaw stanowią przewozy drogowe, są inicjatywy podejmowane przez organizacje związane z przemysłem chemicznym i transportem produktów chemicznych Cefic (European Chemical Industry Council – Europejska Rada Przemysłu Chemicznego) i ECTA (European Chemical Transport Association). W roku 2017 obie organizacje, pracując wspólnie w ramach międzynarodowej inicjatywy przemysłu chemicznego *Responsible Care*, której celem jest ciągle dążenie do poprawy w obszarze zdrowia, bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska, wydały poradnik dotyczący ograniczenia czasu spędzanego przez kierowców w punktach załadunku i rozładunku oraz poprawy ich traktowania (ECTA i CEFIC, 2009). Dokument ten stanowił wczesną odpowiedź środowiska na narastający problem ograniczeń kadrowych w przewozach produktów chemicznych jako wyniku wydłużenia czasu oczekiwania na operacje ładunkowe i tym samym obniżenia komfortu pracy kierowców. Doświadczenia obu organizacji związane z antycypowaniem negatywnych konsekwencji braków personalnych i przeciwdziałaniem tego rodzaju ograniczeniom wydatnie przyczyniły się do wydania w roku 2020 rekomendacji dla zablokowania wpływu niedoborów kierowców na europejskie przewozy chemikaliów (ECTA i CEFIC, 2020). Dokument podkreśla strukturalne podstawy zjawiska niedoboru kierowców i rekomenduje cztery obszary działań dla minimalizowania negatywnych skutków trendu. Warte szczególnego podkreślenia jest przyjęcie perspektywy kierowców przy

próbach rekonfiguracji pracy w łańcuchach dostaw przy jednoczesnym założeniu, że stan ograniczonego dostępu do czynników wytwórczych w postaci pracy kierowców ma charakter stały.

Podsumowanie

Pomimo że stawiane w ankiecie pytania prowadziły do dość przewrotnych i zaskakujących wniosków, kontekst globalnego niedoboru kierowców nie może być ani podważany, ani bagatelizowany. Niedobory kadrowe w gałęzi transportu odpowiadającej za większość realizowanych dostaw mogą powodować znaczący wzrost zakłóceń funkcjonowania łańcuchów dostaw, w szczególności za sprawą integralnego związania z dostawami konsumenckimi. Należy jednak się zastanowić, czy proponowane drogi do eliminowania zjawiska są właściwe. Co najmniej część proponowanych przez organizacje przedsiębiorców i stowarzyszenia branżowe inicjatyw można uznać za dyskusyjne, a nawet kontrowersyjne. Przykładem może być presja na obniżenie minimalnego wieku kierowców samochodów ciężarowych w Europie. W Stanach Zjednoczonych, gdzie zgłoszono podobną propozycję, podjęto ożywioną debatę, której rezultat nie jest jednoznaczny. Niektóre środowiska stanowczo sprzeciwiają się tak radykalnemu obniżeniu granicy wieku dopuszczenia do wykonywania zawodu. Także w Chinach, gdzie co prawda obniżono minimalny wiek kierowców samochodów ciężarowych, jednak w dalszym ciągu jest on wyższy niż obecnie uważany za wysoki poziom europejski.

Dyskusyjna jest z pewnością również kwestia aktywnego przyciągania do zawodu kierowcy samochodów ciężarowych kobiet. Czym innym jest likwidowanie barier i ułatwianie dostępu do zawodu dla osób chętnych i zdecydowanych go wykonywać, a czym innym stosunkowo nachalna narracja próbująca skłonić większe grono kobiet do zasiadania za kierownicą samochodów. Działania podejmowane na rzecz zwiększania liczby kierowców zawodowych za wszelką cenę przy bezkrytycznym akceptowaniu nieefektywnej struktury przewozów wpłynąć będzie na ograniczenie możliwości zatrudnienia pozyskanych zasobów ludzkich w innych sektorach. Nie należy wreszcie zapominać, że ewentualny sukces działań zmierzających ku silnemu zwiększeniu liczby aktywnych kierowców zawodowych idzie w parze z konsekwencjami społecznymi i środowiskowymi. Zwiększona liczba kierowców oznacza zwiększoną liczbę samochodów, a ta z kolei jest silnie dodatnio skorelowana z przyrostem kongestii i w konsekwencji obniżeniem poziomu bezpieczeństwa na drogach. Trudno się także spodziewać, aby wygenerowany nowy potencjał zasobów ludzkich obsadzał wyłącznie pojazdy nisko i zeroemisyjne.

Niedobór kierowców winien być postrzegany w szerszym kontekście jako manifestacja większej grupy problemów. Zasadniczy ciężar zainteresowania środowiska

powinien być skupiony na zabezpieczeniu ogólnej sprawności funkcjonowania łańcuchów dostaw oraz na efektywnym wykorzystaniu istniejących zasobów i poprawie warunków pracy kierowców zawodowych. Rozwiązanie problemu niedoborów kadrowych uznano za remedium dla niskiej sprawności funkcjonowania łańcuchów dostaw. Efektywność łańcuchów dostaw zasługuje na ciągłą, wszechstronną i kompleksową analizę oraz działania korygujące zmierzające ku usprawnianiu sytuacji całego sektora, gwarantując tym samym możliwość osiągnięcia dalszego rozwoju gospodarczego.

Bibliografia

- Aronson, E. (2002). *Człowiek – istota społeczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Boyce, W. S. (2016). Does truck driver health and wellness deserve more attention? *Journal of Transport & Health*, 3(1), 124–128. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.02.001>
- Brinkmann, R. (red.). (2023). *The Palgrave handbook of global sustainability*. Palgrave Macmillan.
- Button, K. (2010). *Transport economics*. Edward Elgar Publishing.
- Carter, C. R. i Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360–387. <https://doi.org/10.1108/09600030810882816>
- Casey, J. F. (1987). An assessment of the truck driver shortage. *Transportation Executive Update*, 1(1), 20–23.
- Coyle, J. J., Novack, R. A., Gibson, B. i Bardi, E. J. (2015). *Transportation: A global supply chain perspective*. Cengage Learning.
- ECTA i CEFIC. (2009). *How to reduce time spent by drivers on site and improve their treatment*. <https://ecta.com/wp-content/uploads/2021/03/HOW-TO-REDUCE-TIME-SPENT-BY-DRIVERS-ON-SITE-AND-IMPROVE-THEIR-TREATMENT-ISSUE-1.pdf>
- ECTA i CEFIC. (2020). *Recommendations to tackle the impact of driver shortage in the European chemical transport*. <https://ecta.com/wp-content/uploads/2021/03/Recommendations-driver-shortage.pdf>
- Eurostat. (2023). *Road freight transport statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road_freight_transport_statistics
- Gittleman, M. i Monaco, K. (2019). Truck-driving jobs: Are they headed for rapid elimination? *ILR Review*, 73(1), 3–24. <https://doi.org/10.1177/0019793919858079>
- IRU. (2022). *European driver shortage report 2022*. <https://www.iru.org/resources/iru-library/driver-shortage-european-report-2022>
- IRU. (2023). *Driver shortage report 2023 – freight – global executive summary*. <https://www.iru.org/resources/iru-library/driver-shortage-report-2023-freight-global-executive-summary>
- Ji-Hyland, C. i Allen, D. (2020). What do professional drivers think about their profession? An examination of factors contributing to the driver shortage. *International Journal of*

- Logistics Research and Applications*, 25(3), 231–246. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1821623>
- Kahneman, D. i Tversky, A. (2012). *Pułapki myślenia: o myśleniu szybkim i wolnym*. Media Rodzina.
- Kaneko, S. (2014). Mental health survey of truck drivers. *Nippon Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene)*, 69(3), 199–204. <https://doi.org/10.1265/jjh.69.199>
- Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Mobilności i Transportu. (2023). *Komisja Europejska proponuje zaktualizowane wymogi dotyczące praw jazdy i lepsze transgraniczne egzekwowanie przepisów ruchu drogowego*. Pobrano 12 listopada 2023 roku z <https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/european-commission-proposes-updated-requirements-driving-licences-and-better-cross-border>
- LeMay, S. A. i Taylor, G. S. (1988). Truck driver recruitment: Some workable strategies. *Transportation Journal*, 28(1), 15–22.
- LeMay, S. A. i Taylor, G. S. (1989). The truck driver shortage: An overview and some recommendations. *Journal of Transportation Management*, 1(1), 47–55. <https://doi.org/10.22237/jotm/607392240>
- McKinnon, A., Flöthmann, C., Hoberg, K. i Busch, C. (2017). *Logistics competencies, skills, and training: A global overview*. World Bank.
- Meadows, D. H. (1973). *Granice wzrostu*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Meadows, D. H. (2020). *Myślenie systemowe. Wprowadzenie*. Helion.
- Meidute-Kavaliauskiene, I., Čiğdem, Ş., Vasiliauskas, A. V. i Yıldız, B. (2021). Green innovation in environmental complexity: The implication of open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 107. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020107>
- Michael, W., Wood, L. i Wang, B. (2021). Transportation capacity shortage influence on logistics performance: Evidence from the Australian logistics service providers' driver shortage. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3957222>
- Min, H. i Lambert, T. (2002). Truck driver shortage revisited. *Transportation Journal*, 42(2), 5–16.
- Rajeev, A., Pati, R. K., Padhi, S. S. i Govindan, K. (2017). Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 162, 299–314. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.026>
- Richardson, H. L. (1994). Can we afford the driver shortage? *Transportation & Distribution*, 35(8), 30–34.
- The Business Research Company. (2023). *Road freight transport Global Market Report 2023*. <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/road-freight-transport-global-market-report>
- Rosa, G. (2016). Rozwój konkurencji na rynku usług transportowych – uwarunkowania i kierunki. *Marketing i Zarządzanie*, 42, 173–187. <https://doi.org/10.18276/miz.2016.42-12>
- Stephenson, F. J. i Fox, R. J. (1996). Driver retention solutions: Strategies for for-hire truckload (TL) employee drivers. *Transportation Journal*, 35(4), 12–25.
- UOKiK. (2012). *Raport z badania krajowego rynku transportu towarów (ze szczególnym uwzględnieniem transportu towarów kolejją)*. <https://uokik.gov.pl/download/12502>

5

Zdarzenia niepożądane w procesie świadczenia usług medycznych – perspektywa łańcucha dostaw

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/5>

 Anna Gawrońska

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie
anna.gawronska@sgh.waw.pl

Adverse events in the process of providing medical services: A supply chain perspective

Abstract: One of the adverse events in the process of providing medical services is the untimely delivery of care and the lack of continuity of care. This phenomenon may relate to difficulties in accessing doctors or difficulties related to the purchase of medicines. Most often, they result from specific disruptions in the supply chain of medical services, and one of such factors is the effects of the pandemic related to the suspended supply of active substances (e.g., from India) or the lack of access to primary care physicians. As a result, these disruptions also lead to financial losses, increasing health debt, and the need to remodel the pharmaceutical supply chain in Poland to become independent of foreign suppliers. In addition, adverse reactions require more resources that need to be secured and delivered to the right place. This requires the organisation of additional supply chains, and often at a fast pace, which multiplies costs, as well as affects patient safety, which is strongly endangered. One of the solutions supporting the elimination of selected disruptions in the process of providing medical services from the perspective of the supply chain are solutions in the field of telemedicine and digitisation of processes in healthcare.

Keywords: adverse events, service quality, delays in healthcare services, telemedicine.

Sugerowane cytowanie: Gawrońska, A. (2025), Zdarzenia niepożądane w procesie świadczenia usług medycznych – perspektywa łańcucha dostaw. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 91–105). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/5>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie nie-komercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

Proces świadczenia usług medycznych jest procesem złożonym i obejmującym wiele obszarów funkcjonowania ochrony zdrowia. Zakres usług medycznych różni się w zależności od rodzaju świadczeń, miejsca realizacji tych usług, jak również od sposobu ich finansowania. Świadczone usługi pochłaniają wiele zasobów – materialnych oraz niematerialnych. Obszar świadczenia usług zdrowotnych jest obszarem, w którym główną rolę odgrywa jakość podejmowanych działań ukierunkowanych na ich odbiorcę, czyli pacjenta. Pojęcie jakości łączy w sobie zarówno poprawność świadczenia usług z punktu widzenia wiedzy medycznej i istniejących standardów, jak również wartości, które są ważne dla pacjenta (Guzak i Rybka, 2024; Radević i in., 2023).

Szczególne miejsce w rozwoju koncepcji zarządzania jakością w ochronie zdrowia zajmują dokonania Stanów Zjednoczonych, gdzie w 1951 roku powołano Zespoloną Komisję ds. Akredytacji Szpitali (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations – JCAHO). Komisja ta zajmuje się między innymi definiowaniem celów, jakie powinny być realizowane na rzecz wzrostu jakości świadczonych usług medycznych (Catalano, 2006). Ważną rolę na gruncie pomiaru i oceny jakości usług zdrowotnych odgrywa również Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization – WHO), która opracowała poświęcony temu zagadnieniu model w zakresie oceny jakości świadczonych usług przez szpitale (*Performance Assessment Tool for Quality Improvement in Hospitals – PATH*) (WHO, 2007). W Polsce natomiast jednostką rządową odpowiedzialną za jakość świadczonych usług medycznych jest Centrum Monitorowania Jakości w Ochronie Zdrowia, podległe Ministerstwu Zdrowia.

Celem implementacji technik i narzędzi ukierunkowanych na jakość w ochronie zdrowia jest dbałość o bezpieczeństwo pacjenta. Z kolei w pomiarze tego bezpieczeństwa można kierować się trzema wymiarami pomiaru jakości opieki opracowanymi przez Avedisa Donabediana, uwzględniającymi:

- jakość struktury (w jaki sposób zorganizowana jest opieka zdrowotna),
- jakość procesu (co pracownicy ochrony zdrowia robią w celu utrzymania lub poprawy zdrowia pacjenta i opieki nad nim),
- jakość wyniku (co ostatecznie dzieje się z pacjentem w procesach diagnostyczno-terapeutycznych) (Donabedian, 1988).

Jednak mimo ogromnego postępu, który obserwujemy obecnie w obszarze wdrażania koncepcji zarządzania ukierunkowanych na jakość świadczonych usług medycznych, czas reakcji na potrzeby pacjenta jest niezadowolający, a jego bezpieczeństwo – zarówno w szpitalu, jak i poza nim – bywa bardzo często zagrożone (Auraan i in., 2018; Puch i in., 2020; Witczak i Rypicz, 2020). Zagrożenia te, a w szczególności zdarzenia niepożądane, będą przedmiotem analizy niniejszego

rozdziału. Zostaną one w pierwszej kolejności dookreślone, a następnie przedstawione z perspektywy łańcucha dostaw w kontekście jednego ze zjawisk epidemiologicznych, jakich doświadczyliśmy w ciągu kilku ostatnich lat, a mianowicie pandemii COVID-19 wywołanej wirusem SARS-CoV-2. W dalszej części rozdziału zostaną zaprezentowane przykładowe rozwiązania z obszaru telemedycyny i cyfryzacji procesów w ochronie zdrowia, które wdrożone skutecznie i efektywnie mogą w istotny sposób przyczynić się do zniwelowania skutków zagrożeń, w tym zdarzeń niepożądanych w procesie świadczenia usług medycznych.

5.1. Zdarzenia niepożądane w procesie świadczenia usług medycznych ze szczególnym zwróceniem uwagi na nieterminowe dostarczenie opieki i brak ciągłości działań

Zakłada się, że w Polsce występuje rocznie około 20–30 tys. przypadków zdarzeń niepożądanych w szpitalach, choć szczegółowe dane są często niedostępne (Dobska, 2015). Według Światowej Organizacji Zdrowia 10% hospitalizowanych pacjentów doświadcza zdarzenia niepożądanego (WHO, 2024), a według Komisji Europejskiej to 8%–12% hospitalizowanych (Nocuń, 2023). W Stanach Zjednoczonych udokumentowano aż 6,3 mln przypadków zdarzeń niepożądanych (Sullivan, 2023).

Definicja zdarzenia niepożądanego w Polsce wynika wprost z przepisów prawa. Ustawa o jakości w opiece zdrowotnej i bezpieczeństwie pacjenta definiuje w art. 2 pkt 8, co należy rozumieć przez zdarzenie niepożądane. W świetle wspomnianego przepisu należy zaznaczyć, że jest to zdarzenie zaistniałe:

- w trakcie udzielania lub w efekcie udzielenia bądź zaniechania udzielenia świadczenia opieki zdrowotnej,
- powodujące lub mogące spowodować negatywny skutek dla zdrowia lub życia pacjenta (w ustawie wskazano przykłady, takie jak zgon, uszczerbek na zdrowiu lub rozstrój zdrowia, chorobę, zagrożenie życia, konieczność hospitalizacji albo jej przedłużenia, a także uszkodzenie ciała lub rozstrój zdrowia płodu).

Warto również podkreślić, że w świetle wspomnianych przepisów prawa zdarzeniem niepożądanym nie jest zdarzenie, którego skutek jest przewidywanym skutkiem prawidłowo udzielonego świadczenia opieki zdrowotnej (Ustawa, 2023).

Zdarzenia niepożądane podlegają kategoryzacji w zależności od różnorodnych czynników. Po pierwsze takie zdarzenia dzieli się w zależności od stopnia prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia, co przedstawia tabela 5.1.

Kolejnym kryterium podziału jest ciężkość zdarzenia niepożądanego. W tym wypadku zdarzenie niepożądane jest definiowane jako:

Tabela 5.1. Podział zdarzeń niepożądanych w zależności od stopnia prawdopodobieństwa wystąpienia

Rodzaj zdarzenia	Prawdopodobieństwo wystąpienia
Bardzo rzadkie	Rzadziej niż raz na dwa lata
Rzadkie	Raz na dwa lata
Sporadyczne	Raz lub dwa razy w roku
Częste	Kilka razy w ciągu roku

Źródło: (Lisik-Habib i Gołaś-Olszak, 2024).

- zdarzenia bardzo ciężkie (te zdarzenia obejmują zgon lub znaczne i trwałe uszkodzenie ciała, lub rozstrój zdrowia, skutkujące utratą lub upośledzeniem funkcji czuciowej, ruchowej, fizjologicznej lub intelektualnej, niezwiązane ze schorzeniami stanowiącymi podstawę udzielania świadczeń opieki zdrowotnej lub stanem zdrowia pacjenta),
- zdarzenia ciężkie (te zdarzenia obejmują znaczne uszkodzenie ciała lub rozstrój zdrowia, skutkujące czasowym ograniczeniem funkcji czuciowej, ruchowej, fizjologicznej lub intelektualnej, niezwiązane z podstawowym schorzeniem, lub stanem zdrowia pacjenta, lub przeniesienie na oddział intensywnej terapii, stacji dializ lub oddział albo salę intensywnego nadzoru, lub konieczność zastosowania interwencji chirurgicznej),
- zdarzenia umiarkowane (dotyczą zdarzeń, które skutkują przedłużonym czasem pobytu w podmiocie leczniczym lub pogorszeniem stanu zdrowia pacjenta skutkujące koniecznością przeniesienia na wyższy poziom opieki),
- zdarzenia lekkie (obejmują zdarzenia inne niż określone powyżej, niepowodujące uszczerbku na zdrowiu) (Lisik-Habib i Gołaś-Olszak, 2024).

Błąd medyczny jest jednym z przykładów zdarzenia niepożądanego. W polskim piśmiennictwie można spotkać się z następującym podziałem na rodzaje błędów medycznych występujących w ramach działalności diagnostyczno-leczniczej i profilaktycznej z punktu widzenia uwarunkowań prawnych, obowiązujących w Polsce:

- błąd diagnostyczny, związany z niewłaściwym rozpoznaniem, będący rezultatem braku wiedzy lub naruszenia dobrej praktyki medycznej,
- błąd terapeutyczny, związany z niewłaściwymi działaniami na etapie podejmowania czynności ukierunkowanych na przywrócenie zdrowia pacjenta lub zmniejszenia cierpienia pacjenta, będący również rezultatem braku wiedzy lub naruszenia dobrej praktyki medycznej,
- błąd profilaktyczny, związany z niewłaściwymi działaniami profilaktycznymi w wyniku braku wiedzy lub naruszenia dobrej praktyki lekarskiej,
- błąd informacyjny, związany z zaniechaniem przez lekarza przekazania pacjentowi informacji na temat zdrowia pacjenta,

- błąd organizacyjny, związany z niewłaściwą organizacją opieki medycznej, co ma wpływ na zdrowie i życie pacjenta,
- błąd techniczny, związany z niewłaściwym z punktu widzenia technicznego wykonaniem czynności diagnostyczno-leczniczych, na przykład podanie innego leku, niż zostało to zaordynowane przez lekarza (Nesterowicz, 2016; Podciechowski i in., 2009).

W Polsce jednostką rządową odpowiedzialną za jakość świadczonych usług medycznych, a tym samym monitorowanie poziomu tych usług, jest Centrum Monitorowania Jakości w Ochronie Zdrowia, podległe Ministerstwu Zdrowia. Aktualnie trwają prace nad nowymi standardami akredytacyjnymi w zakresie udzielania świadczeń zdrowotnych i funkcjonowania szpitali. Te obowiązujące do 31 grudnia 2023 roku oprócz szeregu różnorodnych aspektów związanych opieką nad pacjentem obejmowały zagadnienie ciągłości opieki. Zgodnie z wcześniej obowiązującymi przepisami prawa „świadczenia udzielane pacjentowi w trakcie hospitalizacji powinny być postrzegane jako element kompleksowej opieki medycznej”. Kolejne fazy opieki medycznej wymagają zachowania ciągłości, a pacjenci rozpoczynający i kończący pobyt w szpitalu (jak również przekazywani między oddziałami tego samego szpitala lub do zewnętrznych placówek), powinni mieć zagwarantowaną kontynuację opieki. Celem takich działań jest między innymi minimalizowanie ewentualnego ryzyka niekorzystnych skutków opieki, jak również ryzyko wystąpienia zdarzeń niepożądanych (Obwieszczenie, 2010).

Brak ciągłości opieki może być spowodowany wieloma czynnikami. Badania wykazały, że jest to najpowszechniejszy problem poszczególnych systemów opieki zdrowotnej, w których podjęto działania integracyjne (niezależnie od typu obowiązującego modelu systemu ochrony zdrowia). Jego konsekwencją są między innymi gorsze wyniki leczenia. Mogą one być skutkiem błędów medycznych wynikających z zaburzeń w obszarze komunikacji czy interakcji między stosowanymi lekami (Rudawska, 2014). W dzisiejszych organizacjach systemów opieki zdrowotnej (w szczególności europejskich) pacjenci doświadczają coraz większych zmian form tej opieki (na przykład od zindywidualizowanej do skoordynowanej). Powoduje to istotne problemy związane z jakością i bezpieczeństwem pacjenta, zwłaszcza gdy pacjenci są przenoszeni z jednego miejsca opieki do innego, z jednego poziomu lub oddziału do innego lub od jednego dostawcy opieki do drugiego. Jest to uważane za przerwanie ciągłości opieki nad pacjentami. Działanie takie jest oceniane jako proces wysokiego ryzyka (Carayon i Wood, 2010).

Raport Naczelnej Izby Kontroli (NIK) z 2019 roku wykazał z kolei, że jednym z kluczowych wyzwań w polskim systemie opieki zdrowotnej jest brak koordynacji opieki nad pacjentem. Przyczyn tego zjawiska NIK upatruje między innymi:

- w nieefektywnym i nieskutecznym przepływie informacji o procesie leczenia i jego efektach (na przykład w związku z niedostatecznym rozwojem nowoczes-

- nych, elektronicznych systemów obiegu informacji), co generuje także nieuzasadnione koszty dla systemu;
- w niejednoznacznie sformułowanych kompetencjach i zakresach zadań poszczególnych podmiotów, a także niewskazaniu, jakie procedury medyczne powinny być wykonywane na poszczególnych poziomach referencyjnych systemu;
 - we fragmentaryczności i braku kompleksowości udzielania świadczeń zdrowotnych, a także w odsyłaniu pacjenta do różnych podmiotów leczniczych, co z kolei negatywnie wpływa na jakość usług medycznych (NIK, 2019).

5.2. Pandemia jako przykład czynnika przyczyniającego się do opóźnień w świadczeniu usług medycznych i zakłóceń w łańcuchach dostaw

Jednym z czynników, który w istotny sposób przyczynia się do opóźnień i braku ciągłości w procesie świadczenia usług medycznych, jest pandemia. W ciągu ostatnich kilku lat byliśmy świadkami tego, w jaki sposób nagle i niespodziewane pojawienie się koronawirusa SARS-CoV-2 obnażyło niedoskonałości zarówno polskiego systemu opieki zdrowotnej, jak i systemów zagranicznych. Niedoskonałości dotyczyły wielu obszarów funkcjonowania systemu ochrony zdrowia w Polsce i w wielu przypadkach skutkowały właśnie zdarzeniami niepożądanymi, związanymi z opóźnieniami lub brakiem ciągłości świadczonych usług medycznych. Co istotne – skutki negatywne pandemii były odczuwalne w całym szeroko rozumianym ekosystemie ochrony zdrowia i objęły swoim zakresem zarówno farmaceutyczny łańcuch dostaw, jak i zarządzanie przepływem pacjentów (Niżnik, 2021; Robakowski i Synowec, 2020).

Problem z dostępem do lekarzy znalazł odzwierciedlenie w postawach pacjentów, którzy zgłaszali skargi związane z opóźnieniem leczenia z powodu COVID-19. W 2020 roku najwięcej zgłoszeń dotyczyło podstawowej opieki zdrowotnej: brak możliwości rejestracji, trudności w umówieniu wizyty czy odmowa wydania zaświadczenia. Od 1 stycznia do 15 czerwca 2021 roku do Rzecznika Praw Pacjenta (RPP) wpłynęło ponad 71 tys. zgłoszeń, z czego ponad 20 tys. dotyczyło podstawowej opieki zdrowotnej. Pacjenci zwracali uwagę przede wszystkim na brak możliwości rejestracji czy problemy z umówieniem wizyty. W 2020 roku najwięcej zgłoszeń (31 958) w Telefonicznej Informacji Pacjenta dotyczyło podstawowej opieki zdrowotnej (POZ). Skarg na świadczenia w ambulatoryjnej opiece specjalistycznej (AOS) było 27 tys., a w leczeniu szpitalnym – ponad 20 tys. Co ciekawe, we wcześniejszych latach to leczenie szpitalne charakteryzowało się większą liczbą skarg, podczas gdy z usług w ramach POZ pacjenci byli najbardziej zadowole-

ni. Spośród wszystkich skarg zgłaszanych przez pacjentów należy wymienić również: długie oczekiwanie na wystawienie recepty lub skierowania do specjalisty, odwoływanie wizyt bez wskazania nowego terminu, brak dostępu do wybranych usług specjalistycznych (na przykład leczenia stomatologicznego czy opieki psychiatrycznej) (RPP, 2020). Z badania przeprowadzonego w maju 2020 roku przez Fundację MY PACJENCI, w którym wzięło udział tysiąc respondentów (z czego 47,3% stanowili mężczyźni, a 52,7% kobiety), wynika, że dla 70,1% jego uczestników największym problemem była niemożność skorzystania z zaplanowanych wizyt lekarskich i/lub badań/zabiegów wysokospecjalistycznych (Fundacja MY PACJENCI, 2020).

W pierwszej fazie pandemii, gdy lekarze zostali zasypani pierwszą falą ciężkich przypadków COVID-19, a naukowcy pracowali nad zmianą przeznaczenia terapii, które mogą być korzystne dla pacjentów cierpiących na poważne objawy, zakłócenia w dostawach wydawały się nieuniknione. Popyt na leki generyczne, stanowiące zdecydowaną większość leków najczęściej stosowanych w systemach opieki zdrowotnej, zwłaszcza na oddziałach intensywnej terapii, gwałtownie wzrósł. Pandemia ukazała luki strategiczne w unijnych i globalnych łańcuchach dostaw. Luki te dotyczyły w szczególności dostaw krytycznych surowców i podstawowych towarów medycznych, takich jak środki ochrony indywidualnej i farmaceutyczne substancje czynne. Jednym z zakłóceń, jakie wystąpiło w tym obszarze, były nagłe zamknięcia zakładów produkcyjnych i dystrybucyjnych, co wpłynęło na dostępność leków. Sytuację dodatkowo zaostrzyły wyzwania logistyczne oraz ograniczenia eksportowe wprowadzone przez Indie i Chiny, dwóch największych na świecie producentów leków generycznych i aktywnych składników farmaceutycznych (API) (Balfour, 2021; Kochakkashani i in., 2023). W okresie pandemii bardzo często występującym zjawiskiem były również opóźnienia w transporcie. Ograniczenia w przemieszczaniu się oraz problemy z logistyką spowodowały opóźnienia w dostawach leków i wyrobów medycznych. Ponadto zachowanie konsumentów zaopatrujących się w sposób nadmierny w wybrane produkty lecznicze i wyroby medyczne wpłynęło na nieregularny popyt, co doprowadziło do braków dostępności niektórych produktów ochrony zdrowia (Ayati i in., 2020). Przykładowo według danych IQVIA w Polsce w marcu 2020 roku sprzedaż produktów farmaceutycznych była ponadprzeciętnie wysoka, natomiast w kwietniu i maju wystąpiła korekta. Wynikała ona między innymi z izolacji oraz konsumpcji poczynionych wcześniej zapasów. Istotne zmniejszenie sprzedaży nastąpiło w kwietniu i maju, natomiast w ujęciu narastającej sprzedaży od początku roku z uwzględnieniem ponadnormatywnej sprzedaży przed wprowadzeniem izolacji rynek wciąż wykazywał stabilny wzrost (Czech i Różalska, 2020).

Doświadczenia związane z pandemią były również swoistym egzaminem ze skutecznego i efektywnego zarządzania przepływem pacjentów. Dotyczyły wielu rodzajów świadczeń, które w tamtym okresie były realizowane: począwszy od

testowania pacjentów w kierunku koronawirusa, poprzez monitorowanie stosowania się pacjentów do zasad obowiązujących w ramach izolacji czy kwarantanny, kończąc na organizacji opieki w ramach tzw. szpitali covidowych, w których opiekowano się wyłącznie chorymi na COVID-19. Analizując wyniki kontroli NIK, zauważa się, że w tym ostatnim zakresie Polska nie zdała egzaminu. Szpitale tymczasowe, które kosztowały budżet państwa w sumie 941,6 mln zł, zaczęły powstawać w październiku 2020 roku. Pierwsze były tworzone w miejscach wcześniej przeznaczonych do udzielania świadczeń leczniczych, jednak minister zdrowia, bez analizy potrzeb dotyczących uruchomienia dodatkowych łóżek covidowych i związanych z tym kosztów, zdecydował o ulokowaniu kolejnych takich placówek w obiektach wielkopowierzchniowych – na stadionach, w centrach wystawienniczych czy w halach widowiskowo-sportowych. Nakłady na 14 tego rodzaju szpitali wyniosły ponad 612,6 mln zł. Stanowiło to dwie trzecie kwoty, która została przeznaczona na utworzenie, funkcjonowanie i likwidację wszystkich szpitali tymczasowych w Polsce. Według NIK decyzje o utworzeniu wielu z 33 szpitali tymczasowych wydawane były bez związku z bieżącym i prognozowanym stanem epidemii w poszczególnych województwach i w całym kraju. Na trzy placówki, które utworzono, ale które nie zostały uruchomione, wydano niemal 31,5 mln zł. Ponad 29 mln zł z tej kwoty wydatkowano na utworzenie i utrzymanie szpitala tymczasowego w hali Netto Arena w Szczecinie, w którym nie przyjęto ani jednego pacjenta (NIK, 12 września 2023).

Prawdziwym wyzwaniem było również zarządzanie przepływem szczepionek, które obnażyło wiele mankamentów polskiego systemu opieki zdrowotnej. Ramy prawne w przedmiotowym zakresie zostały opublikowane w postaci dokumentu pod tytułem *Narodowy Program Szczepień przeciwko COVID-19*. Przepisy prawa dookreślały wiele kwestii (na przykład miejsce podawania szczepionek), ale wiele pytań pozostawiały bez odpowiedzi (na przykład kto ma pierwszeństwo w zaszczepieniu się). Pierwsze tygodnie od momentu pojawienia się szczepionek charakteryzowały się brakiem ciągłości dostaw, zmiennością harmonogramu szczepień, problemami z umawianiem wizyt, różnymi metodami potwierdzenia podania szczepionki, a nawet brakiem potwierdzenia na Internetowym Koncie Pacjenta. Początkowe gigantyczne zainteresowanie szczepionkami doprowadziło nawet do nielegalnego procederu polegającego na wprowadzenia do obrotu szczepionek sfalszowanych, których stosowanie nie przynosiło pożądanego efektu, a było wręcz niebezpieczne dla zdrowia pacjenta (Interia, 2021). Z kolei rosnąca liczba sceptyków podważających sens stosowania szczepionek w połączeniu z brakiem analizy malejącego tempa zainteresowania szczepieniami doprowadziła do zakontraktowania przez Polskę nadmiernej liczby szczepionek. Według danych NIK konsekwencją tych działań było doprowadzenie do przeterminowania, a następnie utylizacji ponad 13 mln 100 tys. dawek (stan na koniec 2022 roku). Łączna wartość zutylizowanych szczepionek wyniosła prawie 1 mld zł (NIK, 28 września 2023).

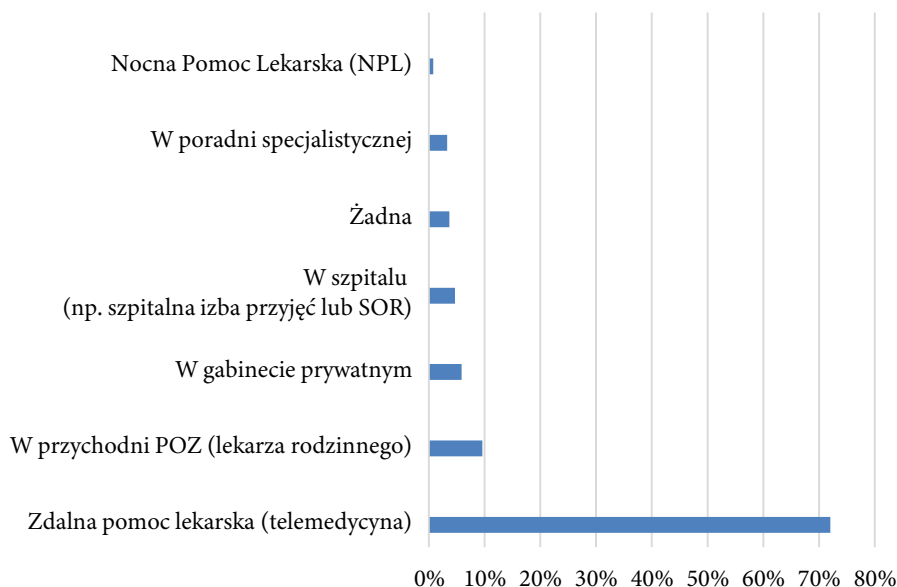
5.3. Racjonalizacja łańcuchów dostaw w ochronie zdrowia jako narzędzia niwelującego negatywne skutki zakłóceń

Wielu zdarzeń niepożądanych oraz zakłóceń w łańcuchach dostaw w ochronie zdrowia można by uniknąć dzięki technikom, narzędziom i rozwiązaniom, które przyczyniają się do racjonalizacji wybranych procesów i sposobu świadczenia usług medycznych. Jednym z takich rozwiązań jest telemedycyna, która w okresie pandemii odegrała kluczową rolę w zniwelowaniu problemów z dostępnością do świadczeń medycznych. Według WHO telemedycyna to dostarczanie usług opieki zdrowotnej (w przypadku którego istotnym czynnikiem jest dystans) świadczone przez osoby wykonujące zawód medyczny, przy użyciu technologii informacyjno-komunikacyjnych (WHO, 2022). Do najważniejszych zalet, wynikających ze stosowania telemedycyny możemy zaliczyć:

- większą dostępność do świadczeń medycznych: telemedycyna umożliwia realizowanie świadczeń medycznych tam, gdzie tradycyjna opieka jest trudno dostępna, na przykład w obszarach wiejskich lub odległych regionach. Dzięki telemedycynie pacjenci nie muszą pokonywać długich dystansów, aby spotkać się z lekarzem;
- szybszą diagnozę i leczenie: czas postawienia diagnozy, a tym samym rozpoczęcia leczenia pacjenta jest co do zasady szybszy, co jest kluczowe w przypadku jednostek chorobowych wymagających natychmiastowej interwencji;
- niższe koszty świadczenia usług medycznych: zdalna opieka zdrowotna może być często tańsza niż tradycyjna opieka, zarówno dla pacjentów, jak i systemów opieki zdrowotnej. Wynika to między innymi z mniejszej liczby hospitalizacji czy mniejszej liczby wizyt w gabinetach lekarskich, co przekłada się choćby na redukcję kosztów poprzez mniejsze zużycie zasobów materialnych i niematerialnych;
- ograniczenie liczby infekcji: możliwość świadczenia usługi medycznej pacjentowi bez konieczności fizycznej obecności pacjenta w gabinecie lekarskim przyczynia się również do ograniczenia liczby infekcji. Jest to szczególnie istotne w przypadku wielu jednostek chorobowych (na przykład choroby układu oddechowego) (Moulaei i in., 2023; Shokri, i in., 2023).

Jednym z rozwiązań telemedycznych są teleporady, które zapewniły ciągłość opieki zdrowotnej w czasie pandemii. Placówki POZ-u miały obowiązek zapewnienia od 1 stycznia 2020 roku udzielania świadczeń w formie teleporady. Realizacja tego obowiązku nie miała bezpośredniego związku z przeciwdziałaniem epidemii. Na kilka miesięcy bowiem przed ogłoszeniem przez WHO pandemii, 5 listopada 2019 roku, w życie weszło rozporządzenie z 31 października 2019 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie świadczeń gwarantowanych z zakresu podstawowej opieki zdrowotnej. Rozporządzenie to uregulowało kwestie udzielania świadczeń

telemedycznych w polskim prawie. Co ciekawe, z badań przeprowadzonych przez Centrum Badawczo-Rozwojowe Biostat w marcu 2020 roku wynika, że 72% badanych uważa taką formę kontaktu z lekarzem za najbezpieczniejszą podczas pandemii (Biostat, 2020). Rysunek 5.1 prezentuje wszystkie preferencje Polaków w zakresie otrzymywania świadczeń medycznych w okresie pandemii.



Rysunek 5.1. Preferencje Polaków w zakresie otrzymywania świadczeń medycznych w okresie pandemii

Źródło: (Biostat, 2020).

Istotnym elementem telemedycyny jest możliwość wystawiania zwolnień, recept oraz skierowań w postaci elektronicznej. Kwestie te również zostały uregulowane w odpowiednich przepisach. W przypadku e-zwolnień przedmiotowe kwestie reguluje art. 55 ust. 4 Ustawy z dnia 25 czerwca 1999 r. o świadczeniach pieniężnych z ubezpieczenia społecznego w razie choroby i macierzyństwa oraz art. 42 ust. 1 Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty. Zgodnie z przepisami prawa, aby móc wystawić e-zwolnienie, lekarz prowadzący postępowanie diagnostyczno-lecznicze musi najpierw ocenić, czy ocena danego schorzenia jest w ogóle możliwa do przeprowadzenia telefonicznie lub online. E-recepty zostały uregulowane na mocy art. 42 ust. 1 Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty. W ustawie wskazano, że lekarz może orzec o stanie zdrowia również na podstawie badania przeprowadzonego telefonicznie lub online. E-skierowanie to kolejne po e-zwolnieniu i e-receptie rozwiązanie, które umożli-

wia załatwianie spraw zdrowotnych w postaci elektronicznej. Podstawą prawną dla wystawiania skierowań w tej postaci jest art. 59aa Ustawy z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych.

Technologie ICT odgrywają bardzo ważną rolę we wspieraniu procesów i czynności w wielu obszarach większości gałęzi gospodarki. Z punktu widzenia ochrony zdrowia technologie te mają decydujący wpływ na wzrost jakości świadczonych usług zdrowotnych i w kontekście ochrony zdrowia wykorzystanie technologii ICT jest cechą charakterystyczną tzw. e-zdrowia. E-zdrowie jest określeniem stosowanym jako odpowiednik angielskiego sformułowania eHealth i oznacza „efektywne, oszczędne i bezpieczne wykorzystanie technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych do wspomagania wszelkich działań związanych z ochroną zdrowia, obejmujących świadczenie usług zdrowotnych, systemy obserwacji dziedzin powiązanych ze zdrowiem, edukację zdrowia, rozwój fachowej literatury i wiedzy, badania naukowe” (GUS, 2024).

Automatyzacja i cyfryzacja wybranych procesów w ochronie zdrowia może istotnie przyczynić się do ograniczenia zdarzeń niepożądanych w postaci braku ciągłości opieki w tym również braku dostępu do leków, wyrobów medycznych oraz szczepionek. Warunkiem wstępnym są jednak analizy pozwalające na ocenę realnego zapotrzebowania na dane produkty medyczne w kontekście liczby ludności, liczby punktów wydania takich produktów czy w kontekście liczby personelu medycznego. Wnioski z analiz pozwalają na zaprojektowanie na przykład procesu dystrybucji i rozdziału szczepionek na poszczególne punkty szczepień w celu minimalizacji nadmiaru lub niedoboru szczepionek. Z kolei wdrażanie sprawdzonych w innych branżach technik automatycznego gromadzenia danych, na przykład skanowania kodów kreskowych oraz standardów interoperacyjności pozwala na budowanie mechanizmów uniemożliwiających dopływ do legalnego łańcucha dystrybucji produktów sfalszowanych lub pochodzących z nieznanego źródła. Dodatkowo takie rozwiązanie pozwala na automatyczne przypisanie podanego produktu pacjentowi (Deloitte, 2022; Gawrońska, 2018; Kasoju i in., 2023).

Eksperti branżowi podkreślają również, że istnieje pilna potrzeba zabezpieczenia odpornych łańcuchów dostaw leków o krytycznym znaczeniu. Będzie to wymagało kilku uzupełniających się strategii, w tym w niektórych przypadkach podwójnego zaopatrzenia lub dodatkowych zdolności produkcyjnych w zakresie kluczowych części i inteligentnych zapasów strategicznych leków o krytycznym znaczeniu, nie tylko na poziomie pojedynczego przedsiębiorstwa. Wszystko to będzie jednak wiązało się z kosztami, które należy uwzględnić w polityce zamówień publicznych w całej Europie. Przywrócenie równowagi w globalnych łańcuchach dostaw będzie wymagało równych warunków działania obejmujących inteligentniejsze zamówienia i nagrody dla podmiotów inwestujących w bardziej ekologiczną i bardziej odporną produkcję i dostawy. Konkretnie strategie obejmują podwójne zaopatrzenie i strategiczne gromadzenie kluczowych leków poza poziomem przedsiębiorstwa,

a także utworzenie zrównoważonych ram rynkowych dla sektora niepatentowego i odpowiednią alokację unijnych funduszy na zapewnianie lepszego dostępu do leków (Mullin, 2020; Schleifenheimer i Ivanov, 2024).

Podsumowanie

Zdarzenia niepożądane w procesie świadczenia usług medycznych mogą mieć różnorodne przyczyny i wielowymiarowe konsekwencje z punktu widzenia jakości usług dostępnych dla pacjentów. Zapewnienie ciągłości opieki zdrowotnej odgrywa kluczową rolę pod względem skuteczności i efektywności całego procesu terapeutycznego. Pandemia COVID-19 pokazała, jak wiele obszarów funkcjonowania systemów opieki zdrowotnej zostało zakłóconych w wyniku nagłego i w początkowej fazie słabo kontrolowanego rozprzestrzeniania się nowego wirusa. Z uwagi na złożoność systemów opieki zdrowotnej konsekwencjami pandemii zostali dotknięci praktycznie wszyscy interesariusze ochrony zdrowia: pacjenci, personel medyczny, placówki medyczne, wytwórcy farmaceutyczni, producenci wyrobów medycznych, dystrybutorzy oraz agendy rządowe. Analizując przytoczone w rozdziale dane, nie sposób nie sformułować wniosku, że w wielu przypadkach problemem w ochronie zdrowia w czasie pandemii nie były fizyczne braki konkretnych produktów czy usług, ale niekiedy nieskuteczne metody komunikacji lub wręcz brak danych, na podstawie których możliwe byłoby podejmowanie bardziej trafnych i z ekonomicznego punktu widzenia zasadnych decyzji. Z drugiej strony doświadczenia, którym jako społeczeństwo zostaliśmy poddani, klarownie wykazały, jak nowoczesne technologie, ale też takie znane nam od kilkadziesiąt lat, mogą w błyskawicznym tempie zmienić otaczającą nas rzeczywistość i sposób świadczenia usług medycznych. Zdarzenia niepożądane, a w szczególności brak ciągłości opieki oraz nieterminowe świadczenie usług medycznych, przyczyniły się do pogłębienia się długu zdrowotnego, które przyjdzie nam spłacać jeszcze przez wiele lat.

Bibliografia

- Auraaen, A., Sławomirski, L. i Klazinga, N. (2018). *The economics of patient safety: Strengthening a value-based approach to reducing patient harm at national level*. OECD Health Work.
- Ayati, N., Saiyarsarai, P. i Nikfar, S. (2020). Short and long term impacts of COVID-19 on the pharmaceutical sector. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 28, 799–805. <https://doi.org/10.1007/s40199-020-00358-5>

- Balfour, H. (2021, 29 grudnia). Nearly two years on, how are European pharma supply chains coping with COVID-19? *European Pharmaceutical Review*. <https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/article/166689/nearly-two-years-on-how-are-european-pharma-supply-chains-coping-with-covid-19/>
- Biostat. (2020). *Pacjenci w czasie koronawirusa*. <https://www.biostat.com.pl/pacjenci-w-czasie-koronawirusa.php>
- Carayon, P. i Wood, K. E. (2010). Patient safety – the role of human factors and systems engineering. *Studies in Health Technology and Informatics*, 153, 23–46.
- Catalano, K. (2006). JCAHO'S national patient safety goals 2006. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 21(1), 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2005.11.00>
- Czech, M. i Różalska, A. (2020). Jak COVID-19 wpłynął na politykę lekową? *Termedia*. <https://www.termedia.pl/mz/Jak-COVID-19-wplynal-na-polityke-lekowa-,39059.html>
- Deloitte. (2022). *Securing trust in the global supply chain of COVID-19 vaccines. Moving from development success to vaccination*. <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/legacy/docs/perspectives/2022/gx-lshc-securing-trust-in-the-global-supply-chain-of-covid-19-vaccines.pdf>
- Dobska, M. (2015). Jakość usług medycznych a medical malpractice, jako niepowodzenie we wdrażaniu jakości do podmiotów leczniczych. *Praca i Zabezpieczenie Społeczne*, 8, 60–73.
- Donabedian, A. (1988). The quality of care: How can it be assessed? *JAMA*, 260, 1743–1748. <https://doi.org/10.1001/jama.1988.03410120089033>
- Fundacja MY PACJENCI. (2020). Pacjenci w pandemii – wyniki ogólnopolskiego badania opinii publicznej. <https://mypacjenci.org/wp-content/uploads/2020/08/INFOGRAFIKA-pacjenci-w-pandemii.pdf>
- Gawrońska, A. (2018). The role of process-based approach in shaping the logistics of e-services in hospitals. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie*, 128, 99–107.
- GUS (Główny Urząd Statystyczny). (2024). *Pojęcia stosowane w statystyce publicznej*. <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/1787,pojecie.html?pdf=1>
- Guzak, B. i Rybka, M. (2024). Mierniki jakości w opiece długoterminowej w kontekście oceny jakości usług medycznych. *Innowacje w Pielęgniarstwie i Naukach o Zdrowiu*, 9(1), 128–140.
- Interia. (2021, 15 stycznia). *Nielegalny handel szczepionkami? Dziennikarskie śledztwo „Raportu”*. <https://wydarzenia.interia.pl/raport-koronawirus-chiny/news-nielegalny-handel-szczepionkami-dziennikarskie-sledztwo-rapo,nId,4989214>
- Kasoju, N., Remya, N. S., Sasi, R., Sujesh, S., Soman, B., Kesavadas, C., Muraleedharan, C. V., Varma, H. i Behari, S. (2023). Digital health: Trends, opportunities and challenges in medical devices, pharma and bio-technology. *CSI Transactions on ICT*, 11(1), 11–30. <https://doi.org/10.1007/s40012-023-00380-3>
- Kochakkashani, F., Kayvanfar, V. i Haji, A. (2023). Supply chain planning of vaccine and pharmaceutical clusters under uncertainty: The case of COVID-19. *Socio-Economic Planning Sciences*, 87, 101602. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101602>
- Lisik-Habib, M. i Gołaś-Olszak, S. (2024, 4 czerwca). *Monitorowanie zdarzeń niepożądanych w placówce medycznej*. <https://www.wolterskluwer.com/pl-pl/expert-insights/monitorowanie-zdarzen-niepozadanych>

- Moulaei, K., Sheikhtaheri, A., Fatehi, F., Shanbehzadeh, M. i Bahaadinbeigy, K. (2023). Patients' perspectives and preferences toward telemedicine versus in-person visits: A mixed-methods study on 1226 patients. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1), 261. <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02348-4>
- Mullin, R. (2020). COVID-19 is reshaping the pharmaceutical supply chain. *Chemical & Engineering News*, 98(16). <https://cen.acs.org/business/outsourcing/COVID-19-reshaping-pharmaceutical-supply/98/i16>
- Nesterowicz, M. (2016). *Prawo medyczne* (wyd. 11). TNOiK „Dom Organizatora”
- NIK (Najwyższa Izba Kontroli). (2019, 3 czerwca). *Quo vadis służba zdrowia?* <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/quo-vadis-sluzbo-zdrowia.html>
- NIK (Najwyższa Izba Kontroli). (2023, 28 września). *Zmarnowane szczepionki*. <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/zmarnowane-szczepionki-covid-19.html>
- NIK (Najwyższa Izba Kontroli). (2023, 12 września). *14 zbędnych szpitali tymczasowych za ponad 600 mln zł*. <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/14-zbednych-szpitali-tymczasowych.html>
- Niżnik, J. (2021, 28 lipca). Wpływ COVID-19 na systemy ochrony zdrowia w Czechach i Polsce. *Horyzonty Polityki*, 12(40). <https://doi.org/10.35765/hp.2132>
- Nocuń, K. (2023). Raportowanie zdarzeń niepożądanych nie musi oznaczać ścigania lekarzy. *Prawo.pl*. <https://www.prawo.pl/zdrowie/raportowanie-zdarzen-niepozadanych-zalecenia-i-rekomendacje,519706.html>
- Obwieszczenie. (2010). Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 18 stycznia 2010 r. w sprawie standardów akredytacyjnych w zakresie udzielania świadczeń zdrowotnych oraz funkcjonowania szpitali (Dz.Urz. MZ 2010 nr 2 poz. 24).
- Podciechowski, L., Królikowska, A., Hincz, P. i Wilczyński, J. (2009). Organizacyjny błąd medyczny. *Perinatologia, Neonatologia i Ginekologia*, 2(4), 288–292.
- Puch, E. A., Nowak-Jaroszyk, M. i Swora-Cwynar, E. (2020). Błąd medyczny w teorii i praktyce – przegląd najważniejszych zagadnień. *Medycyna Pracy*, 71(5), 613–630. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00988>
- Radević, I., Dimovski, V., Lojpur, A. i Colnar, S. (2023). Quality of healthcare services in focus: The role of knowledge transfer, hierarchical organizational structure and trust. *Knowledge Management Research & Practice*, 21(3), 525–536.
- Robakowski, P. i Synowec, J. (2020). Polityka zdrowotna RP – co zmieniło się w dobie COVID-19. *Studia Polityczne*, 48(3), 85–106.
- RPP (Rzecznik Praw Pacjenta). (2020). *Problemy pacjentów w obliczu epidemii COVID-19. Raport opracowany na podstawie sygnałów kierowanych do Rzecznika Praw Pacjenta za okres od stycznia do września 2020 roku*. Biuro Rzecznika Praw Pacjenta. <https://www.gov.pl/attachment/94b4e6ee-7cf0-4e47-932c-22a90b26d06a>
- Rudawska, I. (2014). *Zintegrowana opieka zdrowotna – podejście relacyjne do obsługi pacjenta jako klienta*. Wolters Kluwer.
- Schleifenheimer, M. i Ivanov, D. (2024). Pharmaceutical retail supply chain responses to the COVID-19 pandemic. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-05866-0>
- Shokri, F., Bahrainian, S., Tajik, F., Rezvani, E., Shariati, A., Nourigheimasi, S., Shahrebabaki, E. S., Ebrahimi, M., Shamooun, F. i Heidary, M. (2023). The potential role of teleme-

- dicine in the infectious disease pandemic with an emphasis on COVID-19: A narrative review. *Health Science Reports*, 6(1), e1024. <https://doi.org/10.1002/hsr2.1024>
- Sullivan, K., (2023). Nearly 1 in 4 U.S. hospitalized patients experience harmful events, study finds. *NBC News*. <https://www.nbcnews.com/health/health-news/nearly-1-4-us-hospital-patients-experience-harmful-event-study-finds-rcna65119>
- Ustawa. (1996). Ustawa z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (Dz.U. 1997 Nr 28 poz. 152).
- Ustawa. (1999). Ustawa z dnia 25 czerwca 1999 r. o świadczeniach pieniężnych z ubezpieczenia społecznego w razie choroby i macierzyństwa (Dz.U. 1999 Nr 60 poz. 636).
- Ustawa. (2004). Ustawa z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych (Dz.U. 2004 Nr 210 poz. 2135).
- Ustawa. (2023). Ustawa z dnia 16 czerwca 2023 r. o jakości w opiece zdrowotnej i bezpieczeństwie pacjenta (Dz.U. 2023 poz. 1692).
- WHO (World Health Organization). (2007). Performance Assessment Tool for Quality Improvement in Hospitals. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/107808/E89742.pdf?sequence=1>
- WHO (World Health Organization). (2022). *Consolidated telemedicine implementation guide*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/364221/9789240059184-eng.pdf?sequence=1>
- WHO (World Health Organization). (2024). *Global burden of preventable medication-related harm in health care: A systematic review*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376203/9789240088887-eng.pdf?sequence=1>
- Witczak, I. i Rypicz, L. (2020). *Bezpieczeństwo pacjentów i personelu medycznego. Uwarunkowania ergonomiczne*. Uniwersytet Medyczny im Piastów Śląskich we Wrocławiu.

6

Strategiczne bariery logistyczne na przykładzie Mostu Krymskiego

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/6>

 Zbigniew Bentyn

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
zbigniew.bentyn@ue.poznan.pl

Strategic logistic barriers on the example of the Crimean Bridge

Abstract: The article addresses the problem of logistics barriers of various natures encountered by flows implemented in logistics systems. They will be discussed in the case of the Crimean Bridge, which, to put it simply, divides instead of uniting. The tense political situation in this region led to the creation of a political and then military logistic barrier. The history of the bridge's construction and examples of impeding flows in logistics systems will be presented. The entanglement of states' political and military goals sometimes leads to logistical consequences. In the case of the Crimean Bridge, Russia's goals were achieved at the expense of Ukraine's goals. In the case of the described bridge Russia was forced to establish a land connection with Crimea after its annexation. In this context, such action is understandable, but due to the adopted bridge design, maritime navigation for merchant ships entering Ukrainian ports was significantly hampered.

Keywords: international logistics, logistics barriers, transport.

Sugerowane cytowanie: Bentyn, Z. (2025), Strategiczne bariery logistyczne na przykładzie Mostu Krymskiego. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 106–120). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/6>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie nie-komercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

Most Krymski¹ składa się w rzeczywistości z dwóch przepraw ułożonych równolegle. Jedna służy transportowi drogowemu i zawiera czteropasmową drogę, a druga obsługuje dwuliniowe połączenie kolejowe. Most Krymski przekracza Cieśninę Kerczeńską pomiędzy Półwyspem Kerczeńskim na Krymie oraz Półwyspem Tamańskim Kraju Krasnodarskiego w Rosji. Budowa mostu została rozpoczęta w 2016 roku, a zakończyła się 15 maja 2018 roku. Wcześniejsza aneksja Krymu była jedną z przyczyn powstania tego mostu. Budowa połączenia transportowego Krymu z Rosją stała się ważnym celem strategicznym i politycznym dla Rosji. Jest to najdłuższy most w Europie. Ma 19 kilometrów długości, jest jedynym bezpośrednim połączeniem drogowym i kolejowym prowadzącym z Rosji na półwysep. Budowa kosztowała 2,7 mld funtów i była postrzegana jako osobisty projekt prezydenta Putina. Powstanie mostu wykreowało ważne ogniwo zaopatrzeniowe dla rosyjskich wysiłków wojennych na Ukrainie i symbolizowało nowe powiązanie polityczne z Krymem. Most ten ma kluczowe znaczenie dla dostarczania towarów, takich jak paliwo i żywność, zarówno dla ludności cywilnej, jak i bazy morskiej w Sewastopolu, w której stacjonuje rosyjska flota czarnomorska. Od czasu inwazji Rosji na Ukrainę w lutym 2022 roku most stał się również główną trasą zaopatrzenia sił rosyjskich na południu Ukrainy. Uniezależnienie przepływu towarów na półwysep od Ukrainy miało także służyć zmniejszeniu kosztów transportu dla towarów dotychczas przewożonych drogą morską. Rząd Ukrainy potępił budowę Mostu Krymskiego a USA i UE wprowadziły sankcje dla firm związanych z tą budową. Po wybuchu konfliktu militarnego pomiędzy Rosją a Ukrainą most stał się obiektem strategicznym i nabrał szczególnego znaczenia militarnego. Próby zniszczenia mostu wywoływały potrzebę jego stałej ochrony, co wiązało się z zaangażowaniem istotnych sił militarnych. 8 października 2022 roku zaobserwowano eksplozję, która doprowadziła do znaczącego uszkodzenia mostu. Nikt nie przyjął odpowiedzialności za jej wywołanie. W wyniku powstałych uszkodzeń zdolności do zaopatrzenia sił rosyjskich znajdujących się na Krymie zostały znacznie zmniejszone. Ogłoszono wówczas plan szybkiej naprawy uszkodzeń, co miało przywrócić zdolności transportowe w czerwcu 2023 roku (Rivault, 2022). Plan ten był bardzo ryzykowny, gdyż obserwowano powtarzające się próby zniszczenia mostu, jak 17 lipca 2023, kiedy w wyniku eksplozji morskich dronów skutecznie uszkodzono przeprawę drogową (Walsh i in., 2023).

Wymiary mostu, w tym jego wysokość, wpływają na wielkość jednostek mogących pod nim przepłynąć. W rezultacie budowy o określonej konstrukcji statki wyższe niż 33 metry i dłuższe niż 160 metrów nie mogą pod nim przepłynąć. Takie konstrukcyjne ograniczenie stanowi barierę logistyczną i ma wpływ na koszty trans-

¹ Zwany także Mostem Kerczeńskim.

portu. Większe statki umożliwiają zmniejszenie kosztów jednostkowych transportu. W 2016 roku, czyli jeszcze przed ukończeniem budowy mostu, dwa główne porty ukraińskie nad Morzem Azowskim, Berdiańsk i Mariupol, przyjmowały dzięki swoim możliwościom technicznym, w tym szczególnie istotnej głębokości zanurzenia, statki typu Panamax. Udział tych statków w całej flocie zawijającej do wymienionych portów szacuje się na 23%. W tym samym roku, jeśli wziąć pod uwagę ilość towarów wysyłanych z tych portów, statki tego typu odpowiadały za transport 43% ogólnej masy towarowej. Konieczna zmiana profilu jednostek morskich przyniosła wzrost kosztów transportu. Operatorzy logistyczni zmuszeni do pokonania tak opisanej bariery logistycznej poszukiwali alternatywnych połączeń transportowych. Jedną z możliwości było przesyłanie towarów koleją do portów w Mikołajowie i Odessie nad Morzem Czarnym. Jest to jednak rozwiązanie znacznie wydłużające czas realizacji operacji transportu. Wzrost kosztów związanych z transportem i innymi pochodnymi kosztami powstałej bariery logistycznej przekracza według Ministerstwa Infrastruktury Ukrainy 20 mln USD rocznie (Nieczypor, 2018).

Analiza tego przypadku pozwala dostrzec istotę pogłębionej współpracy politycznej w celu wspierania globalnych łańcuchów logistycznych. Od ich sprawności zależy bowiem rozwój gospodarki światowej oraz poszczególnych jej uczestników. Przepływy logistyczne mogą napotykać różnorodne przeszkody w wyniku realizacji bieżącej i długofalowej polityki gospodarczej danego kraju. Poziom otwarcia na inwestycje zagraniczne oraz stopień ingerencji w przepływy logistyczne zależy więc także od decyzji politycznych. Dlatego też obserwacja klimatu politycznego należy do sposobów zabezpieczania operacji transportu. Od początku ery globalizacji kluczowe dla tego procesu były skłonność lokalnych gospodarek do otwierania się na współpracę międzynarodową i gotowość przedsiębiorstw do współpracy w międzynarodowych łańcuchach dostaw. Postęp globalizacji doprowadził do powstania łańcuchów dostaw umożliwiających sprawne przepływy logistyczne w wymiarze globalnym. Warto dodać, że tak imponujące zasięgiem łańcuchy dostaw zwiększały ryzyko prowadzenia operacji logistycznych, co pozostawało prawie niezauważone do momentu wystąpienia światowej pandemii w 2020 roku. Wówczas ilość nagle powstających barier logistycznych doprowadziła do efektu „zerwanych łańcuchów dostaw” przynoszących wymierne i negatywne konsekwencje dla gospodarki światowej. Przesłanki zmieniającego się klimatu politycznego można było obserwować od początków pierwszej prezydentury Donalda Trumpa w Stanach Zjednoczonych. Zmiany relacji w stosunku do ważnych dla USA partnerów gospodarczych, czyli Chin, Meksyku, Unii Europejskiej, zapowiadały odwracanie procesu globalizacji i w rezultacie integracji w ramach łańcuchów dostaw. Wprowadzane jednostronnie taryfy i administracyjne utrudnienia przynosiły symetryczne zachowania państw, co w efekcie zmniejszało opłacalność wymiany towarowej. Działania innych krajów, jak na przykład Chin, w zakresie manipulowania kursami walut, także oznaczały dodatkowe zakłócenia. Istotnym w tej perspektywie wydarzeniem politycznym jest

ogłoszenie przez Rosję operacji militarnej oznaczającej podjęcie działań zbrojnych wobec Ukrainy. Przerwanie operacji transportu pomiędzy współpracującymi przedsiębiorstwami z Ukrainy, Polski i Rosji dowodzą niszczących efektów oddziaływania powstałej w ten sposób bariery militarnej. Zablokowane porty morskie Ukrainy i uniemożliwienie swobodnego przepływu zbóż wywołało problemy z zaopatrzeniem w krajach skrajnie zależnych od eksportu żywności.

6.1. Bariery logistyczne

Aby w pełni zrozumieć znaczenie przytoczonych barier logistycznych, należy odpowiedzieć na wiele pytań. Przede wszystkim: Jakie są przyczyny powstawania barier? Kiedy one występują i czego dotyczą? Ponadto czym są bariery? I jakie przynoszą konsekwencje dla łańcuchów dostaw? Te pytania i wiele innych tworzą specyficzną lukę wiedzy, którą autor opracowania stara się wypełnić w przygotowywanej monografii w całości temu poświęconej. Pojawiające się informacje w literaturze fachowej wskazują na istotne konsekwencje ekonomiczne zakłóceń w działaniu łańcuchów dostaw, a w szczególności ich akumulację w ostatnich latach. Biorąc pod uwagę zakłócenia związane kolejno z: wystąpieniem światowej pandemii, blokadą Kanału Sueskiego i w końcu konflikt militarny Rosja–Ukraina, należy ponownie ocenić ryzyko związane z globalnymi łańcuchami dostaw i poszukiwać metod jego redukcji (Subhash, 2022). Doświadczenia takie budują potrzebę przewidywania i badania problematyki zakłóceń i innych przeszkód w realizacji procesów logistycznych. Prezentowane badania dotyczą oceny, w jaki sposób na przykład analiza dużych zbiorów danych może pomóc przewidywać możliwe zdarzenia zakłócające w łańcuchach dostaw. Łańcuch dostaw można w tym przypadku uznać za złożony system o szerokim zakresie spektrum możliwych źródeł zakłóceń wewnętrznych i zewnętrznych (Nagy i in., 2022). Ponadto powstają systemy oceny ryzyka związane z występowaniem zagrożeń dla działania globalnych łańcuchów dostaw. Taka kwantyfikacja ocen ryzyka zakłóceń elementów łańcucha dostaw ma pomóc menedżerom w zrozumieniu zadań dostawców i znaleźć kluczowe elementy sieci dostaw (Hashemi i in., 2023).

Na potrzeby niniejszej pracy można posłużyć się przykładem obrazującym występowanie barier natury logistycznej. Jedną z powszechnych operacji logistyki, a konkretnie transportu, jest przewóz towaru przez statek handlowy. Nawigacja statkiem handlowym wymaga znajomości geografii i służy wyznaczeniu trasy umożliwiającej ominięcie wielu barier oraz dotarcie na czas do określonego miejsca. Okazuje się jednak, że w trakcie realizacji tej operacji pojawiają się różne przeszkody, nie tylko geograficzne. Są to problemy związane z operacjami fizycznego przeładunku, obsługi prawnej procesów eksportu, a także procesy podejmowania decyzji na

podstawie niezbędnych informacji. Problemy te mogą wydłużyć lub wręcz uniemożliwić przewóz. Te przeszkody, których w rzeczywistości może być o wiele więcej, są także determinowane przez czas ich wystąpienia oraz trwania. Czasami ich występowanie zmusza do podjęcia dodatkowego ryzyka i zwiększenia kosztów operacji transportu. Niektóre z nich da się wcześniej przewidzieć, a niektóre zaskakują kapitana statku. Autorska definicja bariery logistycznej opracowana na podstawie wcześniejszej analizy literatury brzmi następująco: „bariera logistyczna jest to przeszkoda utrudniająca albo uniemożliwiająca przepływ lub proces logistyczny w łańcuchu dostaw w taki sposób, że pośrednio albo bezpośrednio zmniejsza przepływ towarów, redukując przekrój kanału logistycznego lub prędkość przepływających w nim towarów” (Bentyn, 2024, s. 46). Uporządkowanie różnych barier logistycznych wymaga także określenia kryteriów ich podziału. We wspomnianym już opracowaniu monograficznym znajduje się szczegółowa klasyfikacja i typologia barier logistycznych. Na potrzeby niniejszej pracy warto pokrótce zaznajomić się z typologią barier logistycznych. Typologia taka umożliwia podział według określonych cech. Cechy te to zatem przyjęte kryteria podziału:

1. Kryterium wystąpienia i trwania bariery.
2. Kryterium funkcji łańcucha dostaw.
3. Kryterium strumienia przepływu w łańcuchu dostaw.
4. Kryterium tła polityczno- kulturowego.
5. Kryterium zasięgu oddziaływania łańcucha dostaw.

Tak sformułowane kryteria tworzą dwie grupy. Pierwsza gromadzi kryteria związane z istotnymi cechami przepływów i procesów logistycznych. Druga to grupa kryteriów dotyczących środowiska funkcjonowania łańcucha dostaw. W pierwszej grupie znajdziemy trzy kryteria. W kryterium wystąpienia i długości trwania bariery kluczowe znaczenie ma czas. Z tego względu umożliwia ono podział barier logistycznych na nagłe, przewidywane, tymczasowe i stałe. Taki podział z kolei umożliwia podjęcie odpowiednich działań zaradczych w przypadku wystąpienia określonej bariery. Kryterium funkcji łańcucha dostaw zawiera przestrzeń dla barier związanych z kompetencjami ogniw łańcucha, dostępnej techniki i technologii, możliwości administracji, a także dostępnego potencjału logistycznego. Kolejne kryterium dotyczy natomiast podziału dokonanego według klasycznych strumieni przepływów w łańcuchach dostaw: przepływu informacji, towarów i wartości pieniężnych. Druga grupa kryteriów dotycząca środowiska funkcjonowania łańcucha dostaw gromadzi dwa kryteria. Na zgrupowane tutaj bariery wpływa złożoność środowiska, w którym funkcjonują łańcuchy dostaw. W przypadku kryterium tła polityczno-kulturowego wyróżnia się bariery: językową, kulturową, religijną, polityczną i militarną. Taki podział, umożliwiający identyfikowanie przyczyny powstania bariery logistycznej, umożliwia jej pokonanie i wprowadzenie działań zapobiegawczych w przyszłości. Ostatnie kryterium dotyczy zasięgu oddziaływania

łańcucha dostaw. Dystans logistyczny dzielący różne podmioty w łańcuchu dostaw ma istotne znaczenie dla ich funkcjonowania. Dlatego też opisuje się bariery logistyczne: lokalne, międzynarodowe i globalne.

6.2. Strategiczne bariery logistyczne: polityczna i militarna

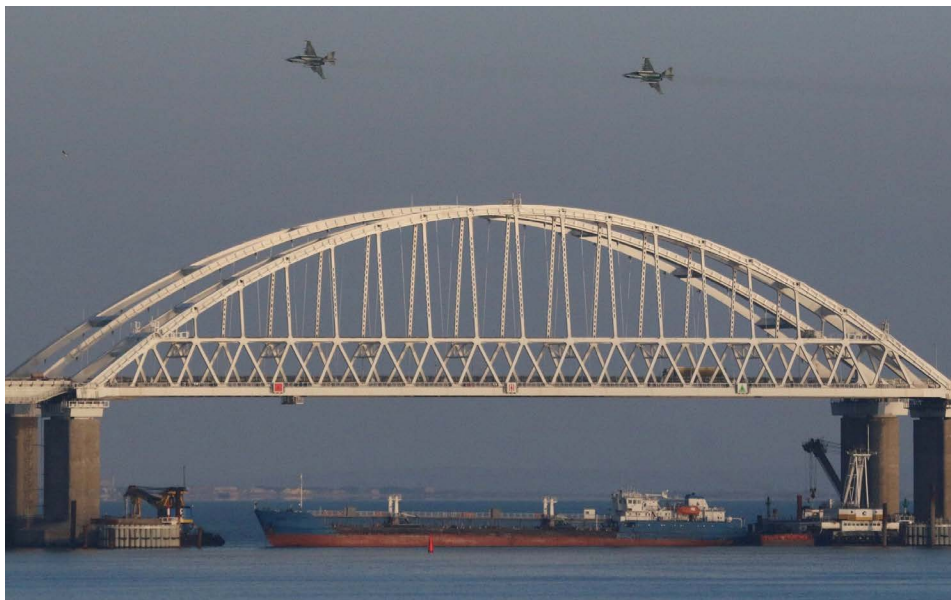
Do analizy przypadku Mostu Krymskiego ze względu na przeszkodę, jaką stanowi dla transportu w kierunku portów ukraińskich, można wykorzystać kryteria typologii barier logistycznych. Most Krymski jest zatem przewidywaną i stałą barierą logistyczną dotyczącą potencjału logistycznego w strumieniu przepływu towarów. Gdy uwzględnia się aspekt środowiska łańcucha dostaw, to jest to aktualnie bariera militarna o charakterze międzynarodowym.

Takie opisanie bariery logistycznej, jaką w rzeczywistości jest Most Krymski, nie wystarcza. Dla jej analizy potrzebne jest uwzględnienie wpływającego czasu i zmieniającej się sytuacji geopolitycznej. Most był budowany z powodów politycznych i kreował tym samym polityczną barierę logistyczną. Po radykalizacji konfliktu i działaniach militarnych stał się militarną barierą logistyczną. Fakt ogłoszenia „specjalnej operacji wojskowej” 24 lutego 2022 i w rezultacie zaistnienia konfliktu militarnego ze wszystkimi jego konsekwencjami zmienił charakter mostu i bariery logistycznej, którą tworzy. Szczególnym zaś efektem oddziaływania i militarnego znaczenia tego mostu dla obu stron konfliktu jest próba jego zniszczenia w eksplozji 8 października 2022 roku.

Te dwie bariery logistyczne, czyli polityczna i militarna, przedstawiają w kryterium typologii podziału barier szczególny przypadek tła polityczno-kulturowego. Dokonywanie wymiany handlowej, a także pośrednio operacji logistycznych je umożliwiających odbywa się przecież zawsze na tle pewnej sytuacji politycznej związanej z siłami politycznymi oddziałującymi na danym obszarze świata. Zanim sytuacja polityczna doprowadzi do konfliktu militarnego, można zauważyć jasno wytyczone cele poszczególnych działań. W 2014 roku Federacja Rosyjska proklamowała powstanie na terytoriach wschodniej Ukrainy następujące samostanowcze republiki ludowe: Charkowską, Doniecką oraz Ługańską. Stało się to dwa lata przed rozpoczęciem budowy mostu. Można więc założyć, że takim celem była redukcja potencjału portów Berdiańsk i Mariupol jako istotnych portów dla gospodarki Ukrainy i ważnych logistycznie hubów przeładunkowych dla operacji logistycznych o międzynarodowym zasięgu. Wyłonienie się takiego celu jest zbieżne z aktami politycznymi dotyczącymi uniezależnienia tego regionu od politycznego wpływu Ukrainy. Istotny incydent, który wydarzył się 25 listopada 2018 roku, dowodzi prawdziwych intencji budowy Mostu Krymskiego. Tego dnia okręty Marynarki Wojennej Ukrainy zamierzały przepłynąć pod mostem, aby wpłynąć na

Morze Azowskie. Operacja ta jednak się nie powiodła, ponieważ w świetle przeszła mostu ustawiono tankowiec blokujący przepływ jakichkolwiek jednostek (rysunek 6.1). Siły zbrojne Federacji Rosyjskiej zaatakowały jednostki ukraińskie i przejęły nad nimi kontrolę. Wynikiem tego incydentu było wprowadzenie tymczasowego stanu wojennego w Ukrainie. Międzynarodowy Trybunał Prawa Morza w Hamburgu po rozpatrzeniu skargi podjął decyzję zmuszającą Rosję do uwolnienia 24 aresztowanych marynarzy z Ukrainy i oddania zajętych jednostek marynarki. Zmiana sytuacji geopolitycznej związana z zajęciem Krymu pogłębiła zamiar Federacji Rosyjskiej traktowania Morza Azowskiego jako obszaru wód wewnętrznych (Makowski, 2021). W wyniku przytoczonego incydentu, a także innych działań Morze Azowskie stało się obszarem trudno dostępnym. Konsekwencjami natury logistycznej stały się spadające przepływy logistyczne przez Cieśninę Kerczeńską. Od 2014 do 2019 roku zanotowano spadek ilości ładunków wysyłanych z portu w Mariupolu o 70%. Podobnie sąsiedni port Berdiańsk zanotował spadek eksportu w wysokości 50%. Straty z tego wynikające dla całego regionu wyniosły około 400 mln dolarów (Legucka, 2019).

Oba rodzaje barier logistycznych, a więc polityczna i militarna, mają zatem cechę wspólną. Jest nią strategiczny cel oddziaływania. W omawianym przypadku obie bariery mają polegać na zwiększeniu bezpieczeństwa kraju aktywnie takie bariery tworzącego.



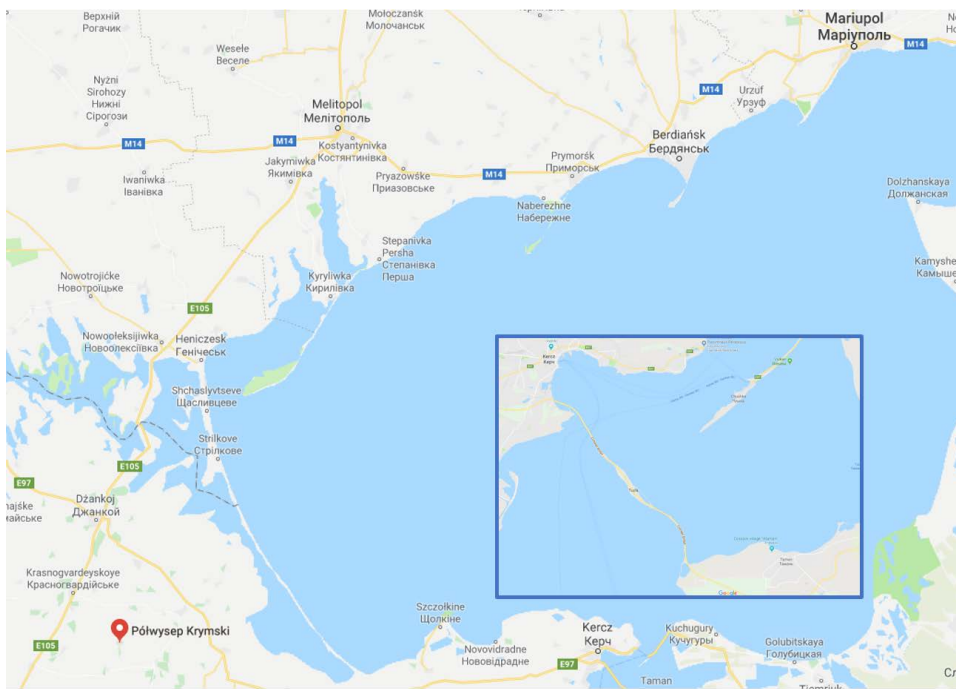
Rysunek 6.1. Tankowiec pod mostem zablokował całą żeglugę z i do Morza Azowskiego

Źródło: (BBC, 2018).

W celu przedstawienia różnic i efektów oddziaływania barier politycznej i militarnej należy przytoczyć także inne przykłady ich wystąpienia. Logistyczne bariery polityczne powstają na podstawie decyzji władz danego kraju. Mogą powstać także na skutek demokratycznego referendum, jak się to zdarzyło w przypadku brexitu. Utrudnienia z dostępem do wspólnego europejskiego rynku liczącego około 200 mln potencjalnych klientów stanowią prawdziwe wyzwania dla przedsiębiorstw ze Zjednoczonego Królestwa. Sytuacja kryzysowa w obszarze europejskich łańcuchów dostaw związana z wprowadzaniem brexitu przyczynia się do kwestionowania opłacalności współpracy zagranicznej UE–UK, w tym wspierania przepływów logistycznych w międzynarodowych łańcuchach dostaw. Powstająca polityczna bariera logistyczna zmusza przedsiębiorców do rozważenia przenoszenia operacji wytwarzania i zmian strategii rozwoju.

Bariery logistyczne powstające na skutek decyzji politycznych mogą rodzić się nagle, co zaostrza konsekwencje dla łańcuchów dostaw. Decyzja Rosji o aneksji Krymu spowodowała szereg zakłóceń dla handlu międzynarodowego. Wprowadzenie sankcji przez państwa Zachodu dla Krymu i Rosji pozwoliło Ukrainie na uniemożliwienie dostępu zagranicznych statków handlowych do portów Krymu. Zanotowano przypadki zmieniania bander, jak się to zdarzyło w przypadku tureckiego operatora Palmali realizującego operacje dla rosyjskiego Łukoilu i azerskiego Socara. Operacje polegające na dostawie paliwa na Krym przebiegały dzięki temu, że statki zmieniały banderę z tureckiej na rosyjską lub neutralną, uniemożliwiając w ten sposób potwierdzenie, że Turcja prowadzi wymianę handlową z Krymem, czemu oficjalnie zaprzeczała (Trusewicz, 2016). Konsekwencjami aneksji były obustronne akcje obliczone na utrudnienie lub uniemożliwienie przepływów towarów i energii. Wstrzymanie eksportu węgla na Krym z Rosji na 30 dni po wcześniejszym zniszczeniu linii energetycznych zasilających półwysep to akcja, na którą ukraińskie władze odpowiedziały wstrzymaniem transportu wszelkich towarów na Krym. Między innymi z tego powodu konieczne dla interesów Rosji okazało się stworzenie niezależnej przeprawy w postaci mostu łączącego Półwysep Krymski z Półwyspem Tamańskim poprzez Cieśninę Kerczeńską (rysunek 6.2). Po upływie ponad czterech lat od 2014 roku powstał Most Krymski otwierający drogę zaopatrzenia z Rosji na Krym.

Ostatni przykład wskazuje, jak bariera polityczna tworzy podstawy do powstania bariery militarnej. To zwykle pogłębienie kryzysu politycznego prowadzące do użycia siły militarnej w celu narzucenia statusu prawnego na określonym terytorium przyczynia się do wyłonienia logistycznej bariery militarnej. Oprócz wprowadzenia wojskowych regulacji prawnych dotyczących porządku cywilnego dodatkowym efektem jest uniemożliwienie przesyłania towarów, informacji i środków pieniężnych, co wypełnia przesłanki bariery logistycznej. Poza tym ubezpieczenie operacji transportu jest niemożliwe ze względu na normatywne wykluczenia szkód powstałych w wyniku działań militarnych. Ponadto ruch jednostek trans-



Rysunek 6.2. Położenie Mostu Krymskiego jako bariery logistycznej dla portów w Berdiańsku i Mariupolu

Źródło: (Google Maps, 2019).

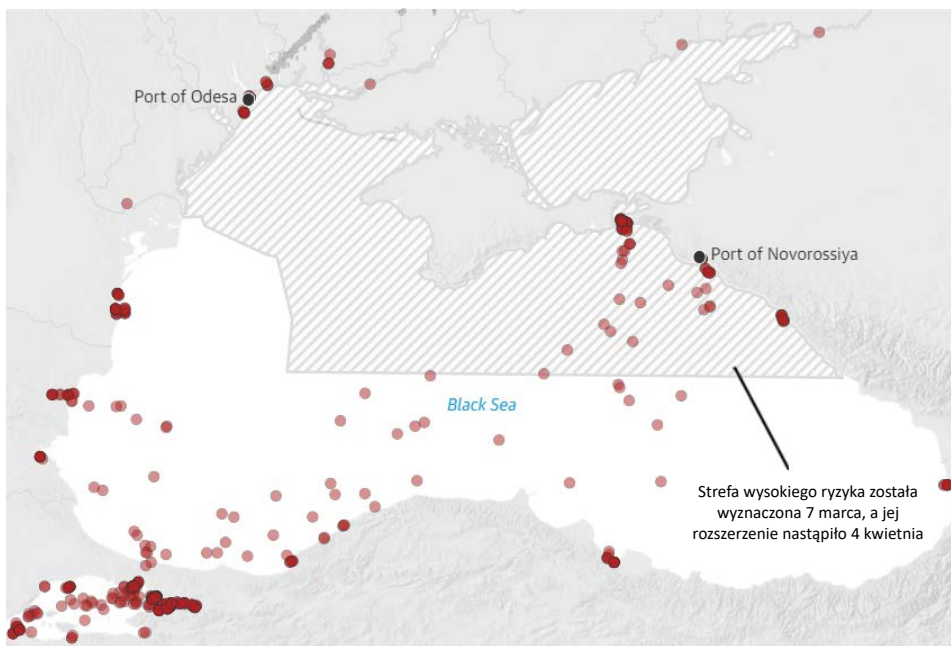
portu narażony jest na opóźnienia związane z kontrolami wojskowymi i wykluczeniem określonych terytoriów z ruchu. W opisywanym rejonie świata przykładem bariery militarnej może być konflikt powstały pomiędzy Ukrainą a separatystami prorosyjskimi w rejonie Ługańska i Doniecka. Separatyści po przeprowadzeniu wyborów zaprzeczających zasadom demokracji utworzyli odrębne republiki: Doniecką Republikę Ludową (DRL) i Ługańską Republikę Ludową (ŁRL) połączone federacyjnie w Federacyjną Republikę Noworosji. Obszar działań militarnych jest jednocześnie bogaty w surowce mineralne stanowiące przedmiot wymiany handlowej. Szczególnie istotny dla Ukrainy był znajdujący się tam węgiel. Sytuacja otwartego konfliktu militarnego uniemożliwiała oficjalne przepływy towarów więc pojawiły się przewozy nielegalne, określane jako kontrabanda. Obserwowane przepływy towarów przez Euroterminal w Sławkowie zmniejszyły się w tym czasie w zakresie dostaw rud żelaza, węgla czy biomasy. Huta Katowice – część koncernu ArcelorMittal musiała w tej sytuacji poszukać alternatywnego dostawcy rudy żelaza (Majszyk, 2017). Klimat polityczny konfliktu Rosja–Ukraina pogarszał się z czasem, głównie poprzez wzajemne decyzje polityczne. Wydaje się, że

kulminacją tego sporu jest „specjalna operacja wojskowa” wszczęta przez Rosję, w rzeczywistości oznaczająca wojnę. Wkroczenie wojsk rosyjskich i ich działania w celu zajęcia miast Kijowa, Charkowa, Mariupola, Chersonia, Mikołajewa, a także Odessy dowodzą agresji militarnej ze wszelkimi tego konsekwencjami. Operacje militarne oraz zdalne ostrzały rakietowe wywołały przerwanie działalności gospodarczej, falę uciekinierów wojennych i działania obrony cywilnej. Przedsiębiorstwa ukraińskie będące partnerami międzynarodowych łańcuchów dostaw zostały zmuszone do zatrzymania działalności, gdyż operacje logistyczne były nacechowane ryzykiem utraty życia pracowników i zniszczenia towarów. Wywołało to problemy u kontrahentów z Polski. Poznańskie zakłady Volkswagen importujące wiązki przewodów z Ukrainy powołały sztab kryzysowy w związku z nagłą barierą militarną i brakiem zaopatrzenia procesów produkcyjnych (Mnich, 2022). Przewidywano także perspektywiczne konsekwencje operacji militarnej związane z handlem zbożami, które ma istotne znaczenie dla gospodarki Ukrainy, a także dla wielu państw odbiorców tego zboża. Około 30% eksportu pszenicy oraz 75% eksportu oleju słonecznikowego pochodzi właśnie z rejonu, na którym prowadzone są działania wojenne. Realizacja operacji wytwarzania jest trudna lub niemożliwa, co oznacza straty w produkcji rolniczej w kolejnych latach konfliktu. To zmniejszenie podaży miało już negatywne konsekwencje cenowe na rynku światowym. Ponadto działania militarne na Morzu Czarnym doprowadziły do ostrzeliwania statków handlowych i uniemożliwienia pozostałym jednostkom kontynuowania i planowania dalszych operacji transportu.

6.3. Możliwości ominięcia logistycznej bariery militarnej

Rzeczywista bariera handlowa Morza Czarnego może ciągle potencjalnie doprowadzić do klęski głodu w krajach, dla których dostęp do taniego ukraińskiego zboża ma znaczenie egzystencjalne. Masowce transportujące zboże wykorzystywały Cieśninę Kerczeńską do odbierania towaru z portów ukraińskich – głównie z Mariupola służącego jako port przeładunkowy dla dostawców ze wschodniej Ukrainy (rysunek 6.3).

Na Bliskim Wschodzie i w Afryce ceny podstawowych towarów, w tym pszenicy, wzrosły w 2022 roku od 20% do 50%. Aby wyżywić swoją populację, kraje takie jak Liban, Pakistan, Libia, Tunezja, Jemen czy Maroko polegają znacząco na imporcie zbóż z Ukrainy (Sherman, 2022). Rozwiązaniem problemu blokady jest według zastępcy dyrektora Departamentu Inwestycji Kolei Ukraińskich Volodymyra She-mayeva uruchomienia dodatkowego transportu lądowego. Porty morskie Rumunii i Polski stałyby się hubami przeładunkowymi umożliwiającymi operacje transportu morskiego w handlu zagranicznym. Działania takie oceniono jako zwiększają-



Rysunek 6.3. Morska blokada portów Ukrainy. Lokalizacja masowców transportujących zboże

Źródło: (Ahmed i in., 2022).

ce koszty logistyczne, a tym samym ceny żywności (Shemayev, 2022). Ze względu na pilną potrzebę rozwiązań logistycznych w celu utrzymania gospodarki Ukrainy istnieje konieczność znacznej poprawy powiązań logistycznych między Polską a Ukrainą. W tym celu premierzy Denys Shmyhal i Mateusz Morawiecki podpisali w Krakowie memorandum o zacieśnianiu współpracy w sektorze kolejowym. Cele to: poprawa poziomu infrastruktury kolejowej obu krajów, rozwój węzłów komunikacyjnych i przejść granicznych, utworzenie wspólnej firmy logistycznej między dwoma krajami i przygotowanie do znacznego zwiększenia wolumenu przewozów kolejowych (Government Portal, 2022). Ponadto dzięki proaktywnym działaniom dyplomatycznym podjętym przez Turcję i Organizację Narodów Zjednoczonych, ukierunkowanym na umożliwienie bezpiecznego przepływu statków wchodzących i wychodzących z trzech ukraińskich portów Morza Czarnego, 22 lipca 2022 roku podpisano dwustronne umowy. Ukraina i Rosja postanowiły utworzyć w Stambule Wspólne Centrum Koordynacyjne, które będzie nadzorować wyjścia z portów w Odessie, Czernomorsku i Jużnym. Głównym celem centrum jest zapewnienie bezpiecznego transportu morskiego zboża i podobnych produktów spożywczych przeznaczonych na eksport z Ukrainy (Akar, 2022). To osiągnięcie dyplomatycz-



Rysunek 6.4. Proponowana trasa środkowego korytarza transportowego

Źródło: (Bentyn i Tanyaş, 2022).

ne może zapewnić korytarz żywnościowy dla grupy odbiorców szacowanej przez ONZ na 50 mln osób oczekujących na szybką dostawę ukraińskiego zboża. Ponadto zdecydowanie przybliży realizację proponowanego korytarza transportowego dla międzynarodowych operacji logistycznych omijającego terytorium Rosji.

Na rysunku 6.4 przedstawiono proponowaną trasę obejmującą trzy porty morskie: turecki w Filyos, ukraiński w Odessie i polski w Gdańsku. Krytycznym warunkiem realizacji tej trasy jest możliwość przewozu ładunków po Morzu Czarnym, a obecna militarna bariera logistyczna uniemożliwia transport morski. Światowa opinia wywiera presję na Moskwę, aby anulowała blokadę i pomogła Ukrainie utrzymać dostawy żywności. Analiza potencjału przeładunkowego trzech portów pokazuje gotowość trzech krajów do efektywnego prowadzenia operacji transportu. Roczna przepustowość jest powyżej średniej i rośnie w kierunku polskiego końca trasy. Najnowszy port to Filyos, ze zwiększonym maksymalnym zanurzeniem. Najstarszym portem jest Odessa. Polski Port Morski Gdańsk, położony bezpośrednio nad wodami Zatoki Gdańskiej, posiada głębokowodne terminale, w których przyjmowane i obsługiwane są największe statki pływające po Cieśninach Duńskich.

Podsumowanie

Przedstawiony przypadek Mostu Krymskiego ilustruje powstanie logistycznej bariery politycznej i przekształcenie jej w czasie w logistyczną barierę militarną. Położenie mostu w strategicznej dla przepływów towarowych Cieśninie Kerczeńskiej było od początku rozpatrywane w kategoriach realizowania strategicznych celów Rosji kosztem możliwości i potencjału transportowego Ukrainy. Działania władz Rosji wskazują na wykorzystywanie wyjątkowej pozycji tego mostu w celu kontroli i regulowania dostaw handlowych, co wywołało szereg konsekwencji gospodarczych przez zagrożenie doraźnym operacjom logistycznym, a także rentowności operacji handlowych. Wydaje się zatem słuszne określenie tych logistycznych barier strategicznymi, gdyż ich powstanie i trwanie wpisuje się w strategię zapewnienia bezpieczeństwa Rosji. Po wybuchu pełnoskalowego konfliktu militarnego 24 lutego 2022 roku sytuacja uległa zaostrzeniu, gdyż ruch statków handlowych w obszarze blokady Morza Czarnego jest obserwowany przez wrogie jednostki wojskowe i dlatego obarczony dużym ryzykiem. Sytuacja terytorialna Ukrainy jest wyjątkowo trudna. Trwają walki w wielu regionach kraju i trudno przewidzieć, kiedy i w jaki sposób konflikt ten może się zakończyć.

Dla Ukrainy odcięcie regionów specjalizujących się w produkcji rolnej, a także Zagłębia Donieckiego bogatego w surowce od dotychczasowych hubów przeładunkowych w portach w Mariupolu i Berdiańsku stanowi poważne wyzwanie logistyczne. Bariery logistyczne, powstałe przez konflikt najpierw polityczny, a potem militarny, oznaczają wzrost kosztów logistycznych związanych z poszukiwaniem i realizowaniem alternatywnych tras transportu przy wykorzystaniu suboptymalnych środków transportu. Konsekwencje takiego stanu dotyczą nie tylko Ukrainę, lecz także rynki zależne, w tym kraje liczące na przepływy taniego zboża ze względów egzystencjalnych. Przedstawiona w opracowaniu alternatywna trasa dla transportu towarów z Ukrainy znajduje się w obszarze przebiegu środkowego korytarza transportu (*The Middle Corridor*). Korytarz ten, omijając terytorium Rosji, będącej jeszcze przed wybuchem konfliktu gospodarzem przebiegu nowego jedwabnego szlaku, umożliwi realizowanie multimodalnych operacji logistycznych pomiędzy Azją i Europą bez przekraczania terytorium Rosji. Jest to ważna alternatywa ze względu na obowiązujące sankcje i niestabilną sytuację polityczną. Rozwój tego korytarza transportu może pozwolić Ukrainie na podtrzymanie wymiany handlowej i umożliwić odbudowę kraju po wygaśnięciu konfliktu.

Bibliografia

- Ahmed, K., Blight, G., Ford, L. i McMullan, L. (2022, 9 czerwca). The Black Sea blockade: Mapping the impact of war in Ukraine on the world's food supply—interactive. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/global-development/ng-interactive/2022/jun/09/the-black-sea-blockade-mapping-the-impact-of-war-in-ukraine-on-the-worlds-food-supply-interactive>
- Akar, H. (2022, 27 lipca). *Joint Istanbul grain center opens with 1st shipment awaited soon*. *Daily Sabah*. <https://www.dailysabah.com/business/economy/joint-istanbul-grain-center-opens-with-1st-shipment-awaited-soon>
- Bentyn, Z. (2024). *Bariery logistyczne międzynarodowych łańcuchów dostaw*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-221-4>
- Bentyn, Z. i Tanyaş, M. (2022). Adaptation of the middle corridor of transport – a military logistic barrier. W: E. N. Degirmenci (red.), *New frontiers for management and strategy in the post-pandemic era* (s. 14–23). European Proceedings of Social and Behavioural Sciences European Publisher, 130. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2022.12.02.2>
- BBC. (2018, 25 listopada). *Ukraine claims Russia 'rammed our tugboat' off Crimea*. <https://www.bbc.com/news/world-europe-46333976>
- Google Maps. (2019). *Crimean Bridge*. <https://shorturl.at/8OEj5>
- Government Portal. (2022, 23 kwietnia). *Prime Ministers of Ukraine and Poland signed a Memorandum on strengthening cooperation in the railway sector*. <https://www.kmu.gov.ua/en/news/premyer-ministri-ukrayini-ta-polshchi-pidpisali-memorandum-pro-posilennya-spivrobotnictva-v-zaloznizhnij-sferi>
- Hashemi, S. R., Arasteh, A. i Mahdi, M. (2023). Risk management of disruption and sustainable development of supply chains. *Iranian Journal of Management Studies*, 16(1), 277–297.
- Legucka, A. (2019). Rosjanie nadal łamią prawo w pobliżu Krymu. *Biznesalert*. <https://biznesalert.pl/rosja-ukraina-ciesnina-kerczenska-morze-azowskie-energetyka/>
- Majszyk, K. (2017, 13 marca). Konflikt w Donbasie: Jak polskie firmy transportowe poradziły sobie z problemem? *Gazeta Prawna*. <https://serwisy.gazetaprawna.pl/transport/artykuly/1026693,konflikt-w-donbasie-jak-polskie-firmy-transportowe-poradzily-sobie-z-problemem.html>
- Makowski, A. (2021). Incydent w Cieśninie Kerczeńskiej 25 listopada 2018 roku a Konwencja o prawie morza. *Prawo Morskie*, 40, 41–56. <https://doi.org/10.24425/pm.2021.138123>
- Mnich, D. (2022, 3 marca). Volkswagen Poznań wstrzymuje produkcję w fabrykach w Poznaniu i we Wrześni. *epoznan.pl*. https://epoznan.pl/news-news-126820-volkswagen_poznan_wstrzymuje_produkcje_w_fabrykach_w_poznaniu_i_we_wrzesni
- Nagy, J., Foltin, P. i Ondryhal, V. (2022). Use of big data analysis to identify possible sources of supply chain disruption through the dotmlpfi method. *LogForum*, 18(3), 309–319.
- Nieczypor, K. (2018, 8 sierpnia). *Akwen pod specjalnym nadzorem. Rosyjsko-ukraińskie napięcia na Morzu Azowskim*. Ośrodek Studiów Wschodnich. <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/komentarze-osw/2018-08-08/akwen-pod-specjalnym-nadzorem-rosyjsko-ukrainskie-napięcia-na>

- Rivault, E. (2022, 7 grudnia). Crimea bridge: How Russia is rebuilding its vital link. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/explainers-63872209>
- Shemayev, V. (2022, 7 marca). Jak wywieźć zboże z Ukrainy? Bez niego światu może grozić głód. *Rzeczpospolita*. logistyka.rp.pl/morski/art35819561-jak-wywiezc-zboze-z-ukrainy-bez-niego-swiatu-moze-grozic-glod
- Sherman, W. R. (2022, 29 marca). *Remarks by Deputy Secretary of State Wendy Sherman at a UN Security Council Meeting on the humanitarian impact of Russia's war against Ukraine*. U.S. Department of State. <https://ua.usembassy.gov/remarks-by-deputy-secretary-of-state-wendy-sherman-at-a-un-security-council-meeting-on-the-humanitarian-impact-of-russias-war-against-ukraine/>
- Subhash, B. (2022). *Causes and consequences of global supply chain disruptions: A theoretical analysis*. *IUP Journal of Supply Chain Management*, 19(4), 7–24.
- Trusewicz, I. (2016, 17 sierpnia). Handel z Krymem mimo sankcji. *Rzeczpospolita*. <https://www.rp.pl/Gospodarka/308179902-Handel-z-Krymem-mimo-sankcji.html>
- Walsh, N. P., Butenko, V. i Davey-Atlee, F. (2023, 15 sierpnia). The moment Ukraine used an experimental drone to attack a Russian bridge. *CNN*. <https://edition.cnn.com/2023/08/15/europe/ukraine-crimea-bridge-drone-strike-video-intl/index.html>

7

Infrastruktura transportowa Afganistanu od połowy XX wieku do czasów obecnych. Analiza wpływu zniszczeń wojennych na tranzyt i handel międzynarodowy

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/7>

 Sofya Chashchina

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
sofya.chashchina@phd.ue.poznan.pl

Transport infrastructure of Afghanistan from the mid-20th century to the present. Impact analysis of war damage on transit and international trade

Abstract: The chapter addresses the contemporary social and economic conditions of Afghanistan's development, the development of logistics infrastructure over the second half of the 20th century, and trends in the country's international trade balance over time. The history of Afghanistan illustrates the modernisation and expansion of the country's infrastructure over the decades, its destruction during the armed conflict and its reconstruction again. The chapter addresses the interesting issue of the realisation of transportation foreign investment. In the case of Afghanistan, the role of major investors was played by the U.S.S.R. and the U.S., jointly creating road infrastructure. The work draws mainly on the body of Russian-language literature of the 20th century extensively treating the significant changes taking place in Afghanistan in the last century. Also, available statistical data was used.

Keywords: Afghanistan, transport, infrastructure investments, international trade, foreign aid.

Sugerowane cytowanie: Chashchina, S. (2025). Infrastruktura transportowa Afganistanu od połowy XX wieku do czasów obecnych. Analiza wpływu zniszczeń wojennych na tranzyt i handel międzynarodowy. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 121–140). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/7>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

Afganistan, położony w rejonie Azji Południowo-Środkowej, przez wiele lat będący w centrum uwagi, jest uważany powszechnie za jedno z najbardziej zacofanych i najbiedniejszych państw na świecie. Jednak jego historia oraz perspektywy przyszłości całkowicie zmieniają obraz stworzony przez media i wieloletni konflikt zbrojny na terytorium tego państwa. Potencjał rozwojowy Afganistanu kryje się w bogatych złożach naturalnych, położeniu geograficznym na przecięciu szlaków transportowych większości krajów azjatyckich, a także ludziach zamieszkujących ten kraj.

Jest to państwo o długiej historii i bogatej kulturze. Na północy kraju znajdowała się niegdyś rozwinięta cywilizacja Baktirii, która pozostawiła po sobie kunsztowne wyroby (rysunek 7.1). Niektóre zabytki zachowują pamięć o okresie, w którym to właśnie na terytorium Afganistanu znajdowało się centrum buddyzmu. Zamieszkujące kraj narodowości do dnia dzisiejszego pieczołowicie zachowują tradycje, między innymi w postaci kolorowych i bogato zdobionych żeńskich sukien (rysunek 7.2), a także charakterystycznych męskich ubiorów, pięknych tańców *attan* czy oryginalnego brzmienia instrumentu muzycznego o nazwie *rabab* (rysunek 7.3). Zachowana jest także wielowiekowa rodzinna organizacja, utrzymująca podziały na plemiona i klany.

W XX i XXI wieku Afganistan doświadczał wojny przez ponad 40 lat: od domowych zamieszek końca lat 70., poprzez wejście radzieckich wojsk w 1979 roku, aż do wyprowadzenia amerykańskich oddziałów w 2021 roku. Długotrwały konflikt



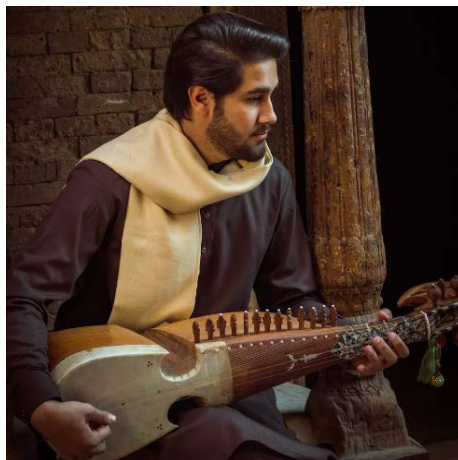
Rysunek 7.1. Wisior przedstawiający „smoczego mistrza”

Źródło: (Richards, 2013).



Rysunek 7.2. Tradycyjny afgański ślubny taniec *attan*

Źródło: (Bartow, b.d.).



**Rysunek 7.3. Wykonawca muzyczny
Usman Mansoor z *rababem***

Źródło: (Mansoor, 2023).

doprowadził do upadku gospodarczego kraju, uzależnienia się od pomocy humanitarnej i finansowej obcych państw, wysokiego zadłużenia oraz zniszczenia infrastruktury, w tym infrastruktury transportowej.

Jednak kraj ten zaczyna odgrywać coraz większą rolę, zwłaszcza z uwagi na rosnącą wymianę międzynarodową państw kontynentu azjatyckiego, które aktywnie się rozwijają, tworząc między sobą coraz to nowe połączenia handlowe i transportowe. Z tego względu istnieje potrzeba głębszej analizy uwarunkowań gospodarczo-transportowych Afganistanu. Niebagatelne znaczenie ma przy tym sąsiedztwo Chin, mających wystarczająco dużo materialnych, finansowych, ludzkich i technologicznych zasobów do zapewnienia niezbędnej infrastruktury, która dotychczas została z sukcesem stworzona między innymi w Pakistanie, Uzbekistanie czy Iraku. Przyszłość Afganistanu jawi się w tym kontekście niezwykle interesującym tematem do rozważań w szczególności na tle wydarzeń XX wieku. W okolicznościach stabilizacji i poprawy sytuacji gospodarczej i bezpieczeństwa po 2021 roku (Kugiel, 2023) państwa azjatyckie są coraz bardziej zainteresowane współpracą z Afganistanem. Obecnie odbywają się spotkania przedstawicieli Afganistanu z delegacjami z Uzbekistanu, Japonii, Chin i innych państw. Część rozmów dotyczy właśnie sektora transportowego, którego rozwój dla niektórych państw Azji ma znaczenie strategiczne.

Przedmiotem niniejszego rozdziału jest analiza podjętych w XX wieku transportowych inwestycji infrastrukturalnych na terenie Afganistanu, zarówno z wewnętrznych zasobów, jak i środków zagranicznych inwestorów, a także obecnie podejmowanych inicjatyw z uwzględnieniem handlu międzynarodowego oraz tranzytu.

7.1. Profil gospodarczo-transportowy Afganistanu

Liczba ludności Afganistanu wynosi 40,1 mln, kraj zamieszkuje wiele narodowości: Pasztunowie, Chazarowie, Uzbegy. Największe miasta Afganistanu to Kabul, Mazar-i Sharif, Kandahar i Herat. PKB kraju na 2021 rok wyniósł 14,27 mld dolarów. Dla porównania sąsiedni Uzbekistan z około 35 mln ludności w 2021 roku odnotował PKB na poziomie 69,24 mld dolarów. Niskie PKB oraz wysoki deficyt handlowy Afganistanu w handlu zagranicznym jest wynikiem produkcji i eksportu towarów o małych wartościach. Świeże i suszone owoce stanowiły w roku 2013/2014¹ aż 44% eksportu Afganistanu, a produkcja rolna odpowiadała za 24,58% PKB kraju. Sektor produkcyjny jest mało rozwinięty. Przetworzone produkty stanowią niewielką część eksportu. Konsekwencją tej sytuacji jest wysokie bezrobocie, zaś niska wartość produktów importowanych w porównaniu z kosztem, jaki Afganistan ponosi za towary sprowadzane do kraju, powodują wysokie zadłużenie kraju. Tendencja ta jest niezmienna od dziesięcioleci. W roku 1974/1975 tylko 10% eksportu stanowiły produkty przemysłowe, były to głównie dywany i produkty rzemieślnicze. Kolejne 32% eksportu stanowiły produkty przetworzone na terenie Afganistanu jedynie w podstawowym stopniu (World Bank, 1977).

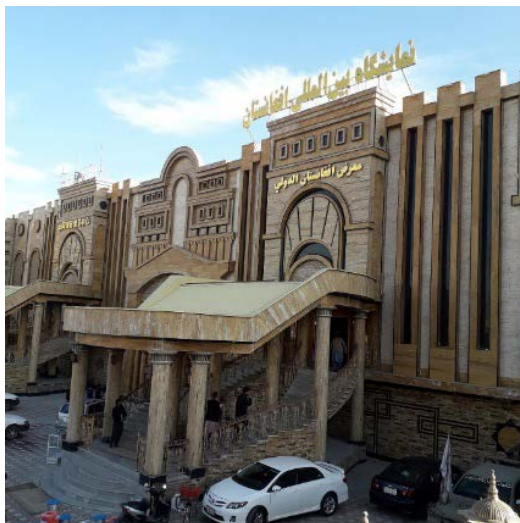
Sytuacja gospodarcza kraju się poprawia, coraz częściej odbywają się międzynarodowe wystawy produktów w Kabulu, stolicy Afganistanu (rysunek 7.4).



Rysunek 7.4. Międzynarodowa wystawa afgańskich produktów, grudzień 2022

Źródło: (Afghanistan International Expo Center, 2022b).

¹ Lata podawane są w ten sposób ze względu na to, że w krajach muzułmańskich początek roku przypada nie na styczeń, ale na marzec.



Rysunek 7.5. Budynek Afghanistan International Expo Center

Źródło: (Afghanistan International Expo Center, 2022a).

W 2023 roku odbyła się druga taka wystawa w Afghanistan International Expo Center (rysunek 7.5).

Afganistan nie ma dostępu do morza, a transport drogami rzeczny jest bardzo ograniczony. Infrastruktura transportowa zatem musi opierać się na lądowych i powietrznych środkach transportu. W dobie znacznej konkurencyjności transportu morskiego w przewozach międzynarodowych oczywista jest obecnie potrzeba budowy i modernizacji infrastruktury transportowej, która połączyłaby kraj z najbliższymi położonymi portami morskimi. Albowiem w dużej mierze barierą w rozwoju gospodarczym jest niedostatecznie rozwinięta krajowa infrastruktura transportowa lub całkowity jej brak, a także niski stopień integracji infrastrukturalnej i gospodarczej z sąsiednimi krajami.

Infrastruktura transportowa Afganistanu rozwijała się znacznie wolniej od sąsiednich państw i do czasów obecnych odbiega od międzynarodowych standardów. Wynika to w dużej mierze z wyjątkowych uwarunkowań geograficznych. Znaczną większość terytorium Afganistanu (około 80%) – wynoszącą ponad 650 tys. km² – zajmują góry. System górski Hindukuszu od zawsze stanowił trudny do przebycia teren, czego skutkiem były słabo rozwinięte połączenia transportowe i gospodarcze pomiędzy częściami regionów, a także pomiędzy całymi regionami (Guriewicz, 1972, s. 4). Nie tylko jednak ukształtowanie terenu, ale również trudne warunki atmosferyczne: wysokie temperatury, duża ilość pyłu w powietrzu ze względu na piaskowe podłoże, zasypy śnieżne, obsuwanie się gruntów na terenach górskich i katastrofy naturalne, takie jak trzęsienia ziemi i powodzie, stanowią sporą barierę dla przewozu towarów oraz budowy infrastruktury.

Jedną z kluczowych tras w przewozach międzynarodowych, droga z Kabulu do pakistańskiego Peszawaru, w latach 50. XX wieku nie była na niektórych odcinkach wystarczająco szeroka, żeby mogły się na niej minąć nadjeżdżające z naprzeciwka samochody (Dunin, 1952, s. 26). Nie posiadała również wyasfaltowanej nawierzchni i stwarzała ogromny kontrast z nowoczesną trasą na terenie Pakistanu, czego można było doświadczyć, przekraczając granicę afgańsko-pakistańską (Dunin, 1952, s. 50). Do tej pory na terenie kraju nie powstały drogi kolejowe prowadzące w głąb kraju, które połączyłyby ze sobą choćby największe miasta Afganistanu. Pociągi kursujące z terytorium sąsiadujących państw, których trasy kolejowe zaczęły docierać do granic Afganistanu jeszcze pod koniec XIX wieku², przemierzają po przekroczeniu granicy bardzo niewielkie odległości, a przewóz towarów po terytorium Afganistanu jest kontynuowany transportem drogowym.

Całkiem inaczej było w przeszłości. Do XV wieku kraj ten odgrywał znaczącą rolę w transzycie towarów z Chin do Europy. Afganistan należał do obszarów o niezwykle, jak na te czasy, rozwiniętej infrastrukturze transportowej w porównaniu z innymi regionami świata. Składały się na nią trasy z utwardzoną nawierzchnią oraz odpowiednio wyposażone do odpoczynku i wymiany towarami karawanseraje z dostępem do niezbędnej informacji gospodarczej i handlowej (Sałami, 2020, 12 grudnia).

Z „logistyką karawanową”, która w okresie starożytności przeżywała swoje lata świetności, Afganistan wkroczył w wiek XX. Jeszcze w latach 20. kraj ten nie dysponował drogami przeznaczonymi dla transportu kołowego, a przewozy odbywały się siłami jucznych zwierząt. Do budowy dróg angażowano rolników, dla których tego typu roboty budowlane stanowiły wykonywanie obowiązkowych powinności względem państwa (Korgun, 2004, s. 97). Można zatem sprawiedliwie spodziewać się, że rezultaty tych prac nie przystawały do standardów międzynarodowych.

Stan dróg był istotną barierą w tworzeniu obiektów przemysłowych. Świadczy o tym fakt, że koszty dostaw maszyn dla fabryki sukna w Kabulu, której budowa została zakończona w 1917 roku, trzykrotnie przewyższały koszty samych urządzeń przemysłowych (Korgun, 2004, s. 30–31).

Dodatkowo górzysty i trudno dostępny charakter terenu nie pozwalał utworzyć jednolitego obszaru gospodarczego. Zamiast niego istniało wiele oderwanych od siebie, samodzielnych rynków (Guriewicz, 1983, s. 32), które w dużej mierze były autonomiczne i nie prowadziły aktywnej wymiany handlowej. Jeśli do niej dochodziło, była to zazwyczaj wymiana barterowa, a pieniądze nie były powszechnie akceptowalnym środkiem płatniczym. W konsekwencji infrastruktura transportowa była w przeszłości i jest obecnie wykorzystywana głównie do przemieszczania importowanych i eksportowanych towarów.

² „(...) od południa i południowego wschodu doprowadzone zostały angielsko-indyjskie, a od północy rosyjskie trasy kolejowe” (Dawydow i Czerniachowska, 1973, s. 17–18).



Rysunek 7.6. Mapa połączeń transportowych Afganistanu

Źródło: (Asian Development Bank, 2003, s. 3).

Obecnie na infrastrukturę transportową Afganistanu składają się głównie autostrady oraz lotniska (rysunek 7.6).

Według amerykańskich danych w 2015 roku w Afganistanie istniało ponad 123 tys. km dróg, z czego 7,6 tys. km było utwardzone (SIGAR, 2016).

7.2. Inwestycje infrastrukturalne w Afganistanie realizowane przed konfliktem zbrojnym

Na początku XX wieku korzystanie z zewnętrznej pomocy spotykało się ze sprzeciwem. Władze Afganistanu odrzuciły propozycję budowy przez Anglików drogi z Peszawaru położonego w Pakistanie do afgańskiego Dżalalabadu. Również w rozwoju przemysłowej i transportowej infrastruktury widziano drogę ku uzależnieniu się od obcych państw w związku z korzystaniem z obcych środków finansowych (Korgun, 2004, s. 30). Po raz pierwszy z usług zagranicznego podmiotu w obszarze

budowy infrastruktury skorzystano w marcu 1946 roku, kiedy doszło do zawarcia kontraktu z amerykańską firmą Morrison Nadsen na budowę kanału, elektrowni wodnej, a także ulepszenie dróg w południowo-wschodniej części kraju (Guriewicz, 1983, s. 9). Znacznie wcześniej rozpoczęła się współpraca w dziedzinie transportu pomiędzy Afganistanem a Związkiem Radzieckim. W latach 20. XX wieku ZSRR przeznaczył w darze dla Afganistanu trzy samoloty, które były transportowane z Termezu do Kabulu przez... słonie (Sałmin, b.d.).

Infrastruktura krajowa Afganistanu nie mogła być rozwijana także z wewnętrznych środków. W ubiegłym stuleciu kraj dysponował małymi wewnętrznymi oszczędnościami, a sektor prywatny miał niski udział w przemyśle i absolutnie nie uczestniczył w tworzeniu infrastruktury. Kosztowne inwestycje były finansowane głównie przez państwo, które „(...) praktycznie całkowicie wzięło na siebie najbardziej praco- i kapitałochłonne zadania – budowę i obsługę dróg, mostów itp. i przekazało sektorowi prywatnemu wyłączne prawa w takich dochodowych sferach działalności jak przewozy, import samochodów, handel samochodami i częściami zamiennymi itd.” (E.R. Machmudow, 1990, s. 103–104). Warto dodać, że dochody budżetu państwa były bardzo ograniczone i składały się głównie z wpływów podatkowych.

Ponadto kapitał w dużej mierze był wyprowadzany z kraju przez kupców otrzymujących wysokie dochody z importowo-eksportowych operacji handlowych i lokowany za granicą (Guriewicz, 1983, s. 120). Wynikało to z „wyjątkowej roli handlu zagranicznego w rozwoju gospodarczym Afganistanu”, który stanowił najbardziej dochodową część ogółu aktywności gospodarczej (Guriewicz, 1972, s. 153). Dochody z działalności eksportowo-importowej nie były jednak przeznaczane na potrzeby innych gałęzi gospodarki, tylko inwestowane w dalszy rozwój produkcji towarów przynoszących wysokie dochody, na które był duży popyt na rynkach międzynarodowych. Rozwój przemysłu afgańskiego był zatem w znacznej mierze podyktowany interesem dysponentów kapitałów, którzy koncentrowali środki w wysoko dochodowym obszarze – finansowaniu eksportu (Guriewicz, 1983, s. 12).

Sytuacja sektora finansowego Afganistanu uległa zmianie po utworzeniu Afgańskiego Banku Narodowego (ABN) w 1932 roku oraz skierowaniu kapitału handlowego na drogę koncentracji i pozostawiania w kraju. Dużą rolę w handlu zagranicznym Afganistanu odgrywały tzw. szirkiety – spółki akcyjne, które aktywnie zaczęto tworzyć w latach 30. XX wieku z ramienia ABN (Dawydow i Czerniachowska, 1973, s. 23). Spółkom tym, powstającym głównie na bazie prywatnego kapitału, były udzielane wyłączne prawa na operacje importowo-eksportowe wybranych towarów – „pod koniec lat 30. XX wieku ABN i szirkiety kontrolowały około 90% całego krajowego i zagranicznego handlu” (Dawydow i Czerniachowska, 1973, s. 24).

W połowie lat 50. dochody z handlowych operacji zagranicznych gromadzone przez ABN oraz szirkiety zaczęły wpływać do budżetu państwa. Było to konsekwencją zmiany polityki gospodarczej ogłoszonej we wrześniu 1953 roku, która

zakładała ścisłą współpracę sektora państwowego z sektorem prywatnym: „w latach 1954–1956 utworzono szereg państwowych i półpaństwowych organizacji handlu zagranicznego i banków, które zapewniły koncentrację w rękach państwa znacznej części dochodów pochodzących z handlu zagranicznego, które zaczęto przeznaczać na finansowanie inwestycji rzeczowych” (Dawydow i Czerniachowska, 1973, s. 29). Od tego czasu pojawiła się możliwość częściowego pokrycia kosztów finansowania inwestycji infrastrukturalnych o dużej skali ze środków budżetu państwa.

Aktywna polityka w zakresie zwiększania roli sektora państwowego w gospodarce przy jednoczesnym angażowaniu zewnętrznych środków do realizacji inwestycji rozpoczęła się za czasów rządów Mohammada Dauda, pełniącego funkcję premiera w latach 1953–1963. Ważnym krokiem, który zapoczątkował długotrwałą współpracę gospodarczą z ZSRR, było podpisanie w 1954 roku pierwszego porozumienia dotyczącego techniczno-gospodarczej współpracy pomiędzy państwami: odtąd „Związek Radziecki zaczął udzielać systematycznego wsparcia gospodarce afgańskiej” (Basow i Polakow, 1988, s. 11).

Do finansowania i realizacji ogłoszonych przez władze Afganistanu planów dołączyły inne państwa, które uczestniczyły w drugiej połowie XX wieku w realizacji szeregu inwestycji infrastrukturalnych, wśród których można wymienić budowę elektrowni wodnych, gazociągów, fabryk, budynków użyteczności publicznej, budynków mieszkalnych itp. Znaczną część infrastrukturalnych inwestycji zagranicznych stanowiła budowa dróg, mostów, lotnisk oraz wspomagającej infrastruktury, między innymi punktów remontowych. Inwestycje te polegały głównie na finansowaniu robót budowlanych (w postaci kredytów czy bezzwrotnej pomocy), zapewnieniu niezbędnego sprzętu i maszyn (poprzez ich dostarczenie na terytorium Afganistanu), pracy wykwalifikowanych zagranicznych inżynierów, ich dzieleniu się wiedzą i doświadczeniem z Afgańczykami i edukacji krajowej kadry. Warto zaznaczyć, że głównymi inwestorami były Związek Radziecki oraz Stany Zjednoczone, państwa znajdujące się w tym okresie w sytuacji konfrontacji i tzw. zimnej wojny.

Powstające połączenia transportowe były głównie wykorzystywane do przewozów towarów eksportowanych czy importowanych, zaś w mniejszym stopniu do przemieszczania ładunków wewnątrz kraju (Guriewicz, 1972, s. 59). Świadczy to o dalszym utrzymywaniu się niskiej integracji odosobnionych regionów gospodarczych, co było także konsekwencją braku licznych obiektów przemysłowych. Istotną okolicznością stanowiło to, że nie została przeprowadzona na dużą skalę industrializacja, nie powstały krajowe gałęzie przetwórstwa i przemysłu, składające się na jednolity organizm gospodarczy, który wymagałby transportu surowców, półproduktów i produktów na terenie kraju.

Inwestycje były realizowane w ramach trzech pięcioletnich planów. Udział środków pochodzących z wewnętrznych źródeł zaangażowanych przy realizacji pierwszego pięcioletniego planu (1956/1957–1960/1961) wyniósł 56,3%, a pomoc zewnętrzna 43,7% (Jeżow, 1965, s. 14); 53,7% finansowania ogółu inwestycji

infrastrukturalnych było przeznaczone na rozwój transportu. Udział we wsparciu finansowym i technicznym Związku Radzieckiego wyniósł 54%, natomiast USA – 32,7% (Jeżow, 1965, s. 15). W ciągu trzech pierwszych pięcioletnich planów zaangażowane zostały środki o wartości 53 mld afgani³, jednak zewnętrzna pomoc nie była całkowicie wykorzystana, zaś trzeci plan pięcioletni w znacznej części nie został wykonany (Guriewicz, 1983, s. 13–14). W latach 1950–1964 USA przeznaczyły dla Afganistanu 287 mln dolarów, w tym 162 mln w postaci bezzwrotnej pomocy, 64 mln w postaci pożyczek i 61 mln na finansowanie dostaw produktów (Jeżow, 1965, s. 29).

Większość zrealizowanych transportowych inwestycji infrastrukturalnych stanowiła budowa dróg. Były to znacznej długości odcinki, które połączyły kluczowe miasta Afganistanu. Między innymi przy wsparciu Związku Radzieckiego zostały zrealizowane projekty czterech większych tras:

1. Kabul–Szir Chan Bandar na rzece Amu-Daria (400 km), która „nie tylko skróciła o 1/3 odległość z Kabulu do granicy radzieckiej, lecz także połączyła stolicę z ważnymi ośrodkami przemysłowymi na północy” (Petrus, 1987, s. 362). Budowę rozpoczęto w 1958 roku.
2. Czarikar–Doszi (107 km) wraz z tunelem Salang o długości 2,6 km przeprowadzonym przez góry Hindukusz, którą otwarto 3 września 1964 roku.
3. Kuszka–Herat–Kandahar (680 km). Jej otwarcie nastąpiło w listopadzie 1965 roku, a przebieg wymagał budowy 37 mostów, w tym jednego o długości 410 m (Petrus, 1987, s. 363). Trasa ta weszła w skład obwodnicy, w której zasięgu znajdowała się droga budowana przez USA (Słowinski, 1965, s. 4).
4. Pol-e Chomri–Mazar-i Sharif–Szebergan (329 km), oddana do użytku w 1972 roku (Bondarienko, 2009, s. 36).

Ważną inwestycją była budowa tunelu Salang, wydrążonego w nieprzystępnych masywach skalnych Hindukuszu. Jego długość wyniosła około 2,7 km, szerokość 6 m, wysokość 12 m, a projektowana przepustowość wynosiła 1000 aut dziennie (Konarowski, 1979, s. 44). „Przed otwarciem tunelu przejazd z Kabulu do Pul-e-Chumri, miasta położonego po północnej stronie Hindukuszu, był dwudniową, pełną niebezpieczeństw wyprawą. Teraz samochodem osobowym pokonuje się tę trasę w ciągu 5 godzin” (Petrus, 1987, s. 363). Wynik podjętych prac był dość spektakularny: z powstałych do 1978 roku 2800 km dróg Afganistanu mających asfaltobetonową nawierzchnię, 1500 km, a więc ponad połowa, było zbudowane przy wsparciu ZSRR (Sałmin b.d.).

Stany Zjednoczone uczestniczyły w budowie trasy Kabul–Kandahar–Spinbuldak (585 km) oraz lotniska w Kandaharze, zaś Związek Radziecki udzielił wsparcia w budowie lotnisk w Kabulu, Bagramie oraz Szindadzie (Jeżow, 1965, s. 26).

³ Waluta Afganistanu.

W budowie infrastruktury drogowej w Afganistanie uczestniczyli także polscy inżynierowie. Największym projektem stała się trasa Kabul–Dżalalabad (w późniejszym okresie przebudowana), zrealizowana wspólnie przez polskich i afgańskich inżynierów (rysunek 7.7). Petrus (1987, s. 317) przedstawia szczegóły podjętych prac:

Trudność budowy drogi w przełomie rzeki Kabul polegała na pokonaniu ponad 200-metrowego wodospadu. Prowadząc drogę wzdłuż rzeki, trzeba było pokonać tę różnicę poziomów, przebijając tunele oraz budując wykutymi w skale półkami ostre serpentyny (...). Droga Kabul–Dżalalabad stała się bezsprzecznie najbardziej spektakularnym osiągnięciem polskiej myśli technicznej w Afganistanie.



Rysunek 7.7. Droga Kabul–Dżalalabad, znana także pod nazwą *Mahipar*

Źródło: (Zaile, 2023).

Projekt drogi Kabul–Paghman także został opracowany przez polskich inżynierów (Petrus, 1987, s. 317).

W Afganistanie praktycznie nie było wykwalifikowanej kadry gotowej do prowadzenia robót drogowych i obsługiwanym nowoczesnych maszyn sprowadzanych przez zagranicznych inwestorów. Aby umożliwić Afgańczykom udział w pracach budowlanych, zorganizowano kursy przygotowujące specjalistów w obszarze budowy infrastruktury – łącznie takie kursy ukończyło około 8 tys. specjalistów w 58 zawodach (Kołodowski, 1965, s. 66).

W latach 60. stan połączeń transportowych pomiędzy głównymi ośrodkami Afganistanu oraz trudno dostępnymi miejscami się poprawił, a prędkość przemiesz-

czania się pojazdów zwiększyła się trzy-czterokrotnie, w wyniku czego koszty przewozów zmniejszyły się dwukrotnie (E.R. Machmudow, 1990, s. 106). W tych latach cztery piąte ogółu przewozów było realizowane transportem drogowym. Długość tras w Afganistanie, po którym mogły się przemieszczać pojazdy osobowe, wynosiła 6,6 tys. km (Jeżow, 1965, s. 25). Ulepszenia zostały wprowadzone także w samej stolicy państwa. W latach 50. radzieccy specjaliści wyasfaltowali drogi w Kabulu (Petrus, 1987, s. 361), a przy udziale Czechosłowacji na ulicach stolicy Afganistanu pojawiły się nowoczesne trolejbusy. Na rysunku 7.8 jednak widać, w jakim stopniu przyniesione z zewnątrz nowinki kontrastowały z panującymi w Afganistanie tradycjami i stylem życia.



Rysunek 7.8. Trolejbus marki Škoda na ulicach Kabulu

Źródło: (Zrzavý, 1979).

Kolejny siedmioletni plan został zapoczątkowany w 1976 roku (Guriewicz, 1983, s. 17), jednak destabilizacja polityczna w kraju i rozpoczęcie działań wojennych w 1978 roku oraz wojny w Afganistanie w 2001 roku całkowicie zmieniły sytuację.

7.3. Zniszczenia w wyniku działań wojennych oraz odbudowa infrastruktury

Reformy społeczno-gospodarcze zapoczątkowane w latach 70. w Afganistanie spowodowały opór części społeczeństwa afgańskiego, który przybrał formę otwartego konfliktu zbrojnego. Wydarzenia końca lat 70. miały bezpośrednie skutki dla handlu zagranicznego Afganistanu. Destabilizacja w kraju doprowadziła do skrajnych sytuacji, w których ginęli kierowcy samochodów ciężarowych, a środki transportu były kradzione i sprzedawane do Pakistanu czy Iranu, co powodowało brak możliwości przewozu towarów do granicy. „Średnio dzienny wywóz towarów z portów afgańskich⁴ znajdujących się na radziecko-afgańskiej granicy zmniejszył się dziesięciokrotnie. Z 10 tys. pojazdów, które były wcześniej wykorzystywane do transgranicznego przewozu ładunków, na jesień 1979 roku pozostało w eksploatacji jedynie 300–400 jednostek” (Basow i Polakow, 1988, s. 30).

Niszczycielskie skutki ataków i starć grup bojowych miały poważne konsekwencje dla gospodarki i w dużej mierze zniweczyły pozytywne skutki finansowanych i realizowanych na przestrzeni dziesięcioleci oraz przy wsparciu wielu państw projektów rozwoju gospodarczego. Szacuje się, że straty poniesione w latach 80. wyniosły kilka miliardów dolarów, co stanowiło 75% całego finansowania krajowej gospodarki w ciągu 50 lat (Basow i Polakow, 1988, s. 52).

Prowadzone działania wojenne miały poważne bezpośrednie skutki dla infrastruktury transportowej kraju. Zniszczeniom uległo około 3455 km regionalnych i 2378 km krajowych dróg (Okimbiekow, 2016, s. 148). Zburzone zostały wszystkie większe mosty zbudowane na głównych magistralach transportowych. Stan w 1994 roku wskazywał, że tylko 17% sieci drogowej Afganistanu znajdowało się w dobrym stanie, 35% było w stanie dopuszczającym, a 48% uległo upadkowi (Okimbiekow, 2016, s. 149–150). Zostały także zburzone niektóre segmenty tunelu Salang (Okimbiekow, 2016, s. 157). Zniszczeniom uległa jedna z ważniejszych autostrad Kabul–Kandahar–Herat (Okimbiekow, 2016, s. 156).

W trakcie operacji wojennych w Afganistanie Związek Radziecki działał w dwóch sferach, które zazwyczaj nie idą ze sobą w parze: jednocześnie prowadzono operacje wojskowe i prace budowlane (Bondarienko, 2009, s. 41). W celu przemieszczenia żołnierzy oraz sprzętu wojskowego zbudowano mosty w Langarze i Iszkaszimie na granicy Tadzyckiej Republiki Radzieckiej z Afganistanem (Gafurowa, 2013, s. 153). W 1982 roku został zbudowany most przez rzekę Amu-Daria przeznaczony dla

⁴ Chodzi o porty rzeczne na rzece Amu-Daria, stanowiącej natenczas naturalną granicę pomiędzy ZSRR a Afganistanem. W Afganistanie funkcjonowało kilka portów, najważniejszym z nich był port Szirhan. Głównie przez niego odbywała się wymiana handlowa pomiędzy ZSRR a Afganistanem (Jeżow, 1965, s. 26).

transportu kołowego i kolejowego, w 1985 roku powstały trzy fabryki, w których remontowano i montowano radzieckie samochody marki Kamaz, w 1986 roku zrekonstruowano systemy techniczne tunelu Salang, w 1987 roku zrekonstruowano stację kolejową w Turgundi i zbudowano fabrykę asfaltu w Dżalalabadzie (Bondarienko, 2009, s. 34, 39–40).

Objęty wojną kraj nie miał możliwości samodzielnego finansowania niezbędnej infrastruktury. Środki były pozyskiwane z różnych zewnętrznych źródeł w postaci programów pomocy gospodarczej czy kredytów udzielanych na preferencyjnych warunkach przez Azjatycki Bank Rozwoju, USA, Japonię, Unię Europejską (Okimbiekow, 2016, s. 155–158).

Podjęto prace nad odbudową kilku odcinków dróg, między innymi Kabul–Salang–Doszi oraz całych autostrad: Kisz–Fajzabad (104 km), co skróciło czas podróży pomiędzy Kabulem a Fajzabadem z 2 dni do 12 godzin, czy Kabul–Dżalalabad–Torkham (Okimbiekow, 2016, s. 155–156). Stany Zjednoczone, Japonia i Arabia Saudyjska połączyły siły w celu odbudowy trasy Kabul–Herat (a w jej obrębie 74 mostów i tuneli), odgrywającą kluczową rolę w przewozie ładunków, od której w promieniu 50 km zamieszkiwało 35% ludności Afganistanu. Potrzebne materiały oraz maszyny musiały być importowane, wybudowano także fabrykę asfaltu. Nowa droga pozwoliła zwiększyć prędkość do niemal 100 km na godzinę, co skróciło czas podróży z jednego dnia do sześciu godzin (White House, b.d.).

Równolegle prowadzono drogowe prace budowlane. Łącznie „do 2001 roku w całym Afganistanie, według danych ministerstwa robót publicznych, zbudowano 2800 km dróg asfaltowych i 5000 km z pokryciem żwirowym”, zaś od 2001 do 2008 roku odpowiednio 6 tys. km i 10 tys. km (Okimbiekow, 2016, s. 159).

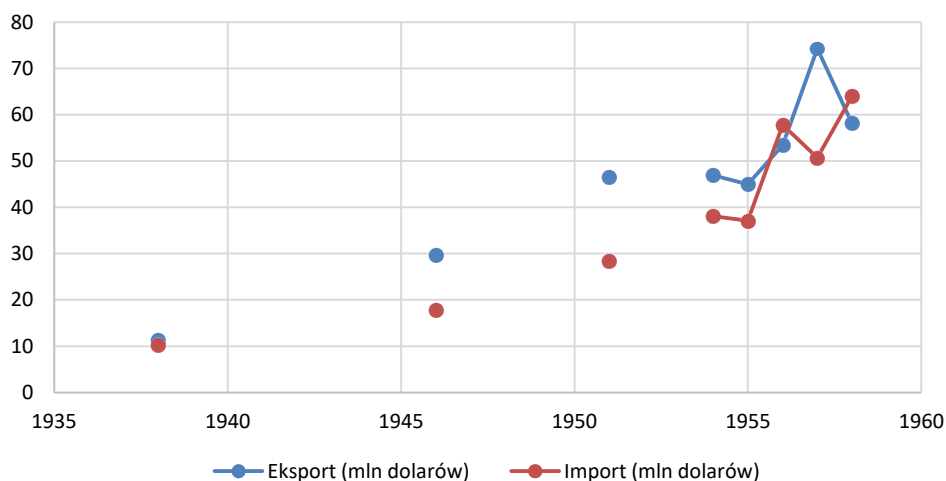
Według amerykańskich danych od 2002 roku Stany Zjednoczone przeznaczyły 2,8 mld dolarów na budowę i obsługę dróg w Afganistanie. W 2015 roku amerykańskie agencje oszacowały również, że 20% infrastruktury drogowej uległo zniszczeniom, a stan pozostałych 80% nadal się pogarsza z powodu nieodpowiedniego zarządzania. Z tej przyczyny trasa Kabul–Kandahar wymaga przebudowy, zaś brak odpowiedniego wsparcia technicznego infrastruktury drogowej doprowadzi w przyszłości do potrzeby przeznaczenia 8,3 mld dolarów na jej całkowitą wymianę (SIGAR, 2016).

Wysoki stopień zaangażowania USA w rozwój infrastruktury transportowej Afganistanu świadczy o strategicznym położeniu Afganistanu na mapie światowej polityki. Aktywna polityka USA względem Afganistanu jest uzasadniona przede wszystkim kwestiami transportowymi. Obszary otaczające Afganistan – Zatoka Perska, szlaki morskie i porty Oceanu Indyjskiego – mają kluczowe znaczenie gospodarcze dla całego regionu (Fieszczuk, 2022).

Tranzyt i handel międzynarodowy ma istotne znaczenie dla Afganistanu położonego właściwie w sercu Azji, pomiędzy Bliskim Wschodem, Azją Środkową i Indo-Pacyfikiem. Warto więc przyjrzeć się bliżej tej kwestii.

Na przestrzeni wieków właśnie przez terytorium Afganistanu odbywał się tranzyt towarów pomiędzy Indiami a Bliskim Wschodem i Azją Środkową, który był realizowany przez plemiona koczownicze zamieszkujące terytorium współczesnego Afganistanu. Zwykle karawany nie mogły spełniać tej funkcji ze względu na brak dróg oraz niebezpieczeństwo dostaw towarów (Guriewicz, 1972, s. 3). W latach 40. XX wieku monopol handlowy Afganistanu z Indiami został przełamany poprzez wejście USA w aktywne stosunki handlowe z Afganistanem (Kuchtin, 1963, s. 17). Dominującą rolę w handlu zagranicznym odgrywał dla Afganistanu Pakistan, a w późniejszym okresie ZSRR ze względu na trudności czynione w transzycie towarów afgańskich przez terytorium Pakistanu. Po drugiej wojnie światowej coraz większa część importu Afganistanu była finansowana poprzez pomoc zewnętrzną bądź kredyty (Guriewicz, 1983, s. 117–118).

Przed rozpoczęciem realizacji inwestycji infrastrukturalnych utrzymywała się stała tendencja: wartość ogólna produktów eksportowanych przewyższała wartość produktów importowanych (rysunek 7.9).

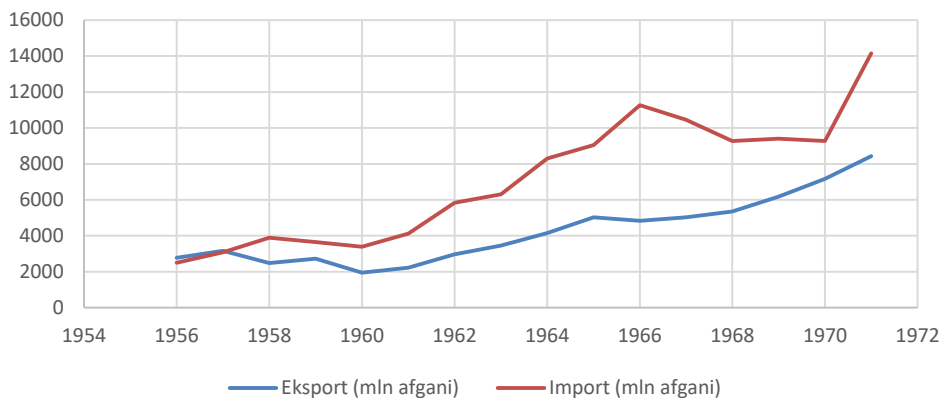


Rysunek 7.9. Handel międzynarodowy Afganistanu w latach 1938–1958

Źródło: na podstawie (Dworiankow, 1960, s. 180).

Po rozpoczęciu finansowania i tworzenia infrastruktury transportowej tendencja uległa kardynalnej zmianie. Od połowy lat 50. obserwowana jest stała nadwyżka wartości importu nad eksportem (rysunek 7.10).

Na operacje eksportowo-importowe miały wpływ nie tyle namacalne zniszczenia infrastruktury końca lat 70. XX wieku, ile decyzje polityczne podejmowane na arenie międzynarodowej. Przez szereg państw została podjęta decyzja o zmniejszeniu

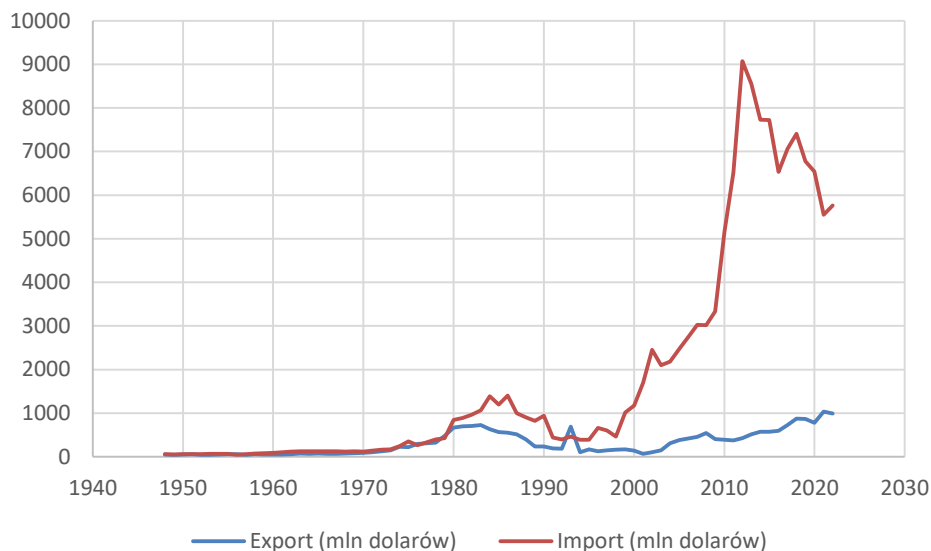


Rysunek 7.10. Handel międzynarodowy Afganistanu w latach 1956–1972

Źródło: na podstawie (Guriewicz, 1981, s. 183).

wymiany handlowej z Afganistanem, przy czym Iran zaprzestał jej prawie w ogóle (Basow i Polakow, 1988, s. 30). W tym czasie przepływ towarów został skierowany ku granicy z ZSRR: „w porównaniu z 1978 rokiem radziecko-afgański handel zagraniczny w 1979 roku zwiększył się w ujęciu wartościowym prawie o 50%” (Basow i Polakow, 1988, s. 34).

Od końca lat 90. XX wieku tempo wzrostu wartości produktów importowanych zaczyna gwałtownie wzrastać (rysunek 7.11).



Rysunek 7.11. Handel międzynarodowy Afganistanu w latach 1948–2022

Źródło: (UNCTAD, 2023).

Podsumowanie

Warunki dla infrastrukturalnych inwestycji transportowych w Afganistanie nie były sprzyjające zarówno na początku XX wieku ze względu na opór władz, jak i w późniejszym okresie ze względu na odprowadzanie kapitału za granicę, a także w drugiej połowie XX wieku ze względu na prowadzone działania wojenne. Na terenie Afganistanu prace nad infrastrukturą transportową rozpoczęły się w połowie XX wieku. Państwa – głównie USA, ZSRR i Niemcy – udzielały bezzwrotnej pomocy, kredytów i grantów na prace budowlane. Podobna sytuacja zdarzyła się przy rekonstrukcji infrastruktury, która uległa zniszczeniom wojennym. Wszystko to prowadziło do znaczącej dysproporcji pomiędzy eksportem a importem, dochody budżetu głównie stanowiły opłaty pobierane za tranzyt towarów, kraj zadłużał się coraz bardziej, pozyskując środki na finansowanie importu, i nadal nie były mobilizowane wewnętrzne środki. Sytuacja Afganistanu pokazuje, że inwestycje w sytuacji destabilizacji w kraju mogą nie przełożyć się na zwiększenie dobrobytu jego mieszkańców, a gospodarka nie będzie w stanie generować wystarczających dochodów do spłacania udzielonych kredytów.

Można się spodziewać, że budowa i modernizacja infrastruktury transportowej w Afganistanie przyczyni się do rozwoju gospodarczego kraju, stworzy warunki do industrializacji, powstawania nowych przedsiębiorstw, rozszerzania zakresu produkowanych wyrobów. W XXI wieku na terenie Afganistanu zostały zrealizowane transportowe projekty infrastrukturalne przez Uzbekistan oraz Iran. W budowie infrastruktury biorą udział także tureckie spółki budowlane. Rozwojem połączeń przez terytorium Afganistanu są zainteresowane Indie.

Przez terytorium Afganistanu przebiega jedna z dwóch tras stanowiąca krótszy odcinek łączący Pakistan z państwami Azji Centralnej. Uzbekcy eksporterzy są zmuszeni przewozić towary drogą morską przez irański port Bander Abbas, znajdujący się w odległości 3,8 tys. km, choć przez terytorium Afganistanu mieliby dostęp do portu Karaczi – 1,8 tys. km (Shah, 2018, s. 253). Uzbekistan rozpoczął aktywnie zbliżać się do Afganistanu, całkowicie zmieniając narrację, którą prowadził wcześniej. W 2016 roku obserwowany jest wzrost handlu między państwami. Afganistan odgrywa ważną rolę jako państwo tranzytowe pomiędzy Uzbekistanem a Pakistanem czy – dalej – Indiami (R.B. Machmudow, 2023).

Iran współpracuje z Afganistanem nad tworzeniem trasy kolejowej z miejscowości Khaf w Iranie do Heratu w Afganistanie, która ułatwi temu ostatniemu dostęp do morza. W grudniu 2020 roku otwarty został pierwszy odcinek liczący 140 km wraz z nowym punktem obsługi celnej na granicy. Afgański odcinek drogi o długości 85 km z Ghorian do Heratu nie został ukończony w związku z wydarzeniami 2021 roku (Preston, 2023).

Potencjał tranzytowy Afganistanu dla Chin oraz państw Azji Środkowej ma istotne znaczenie i może stanowić w najbliższym czasie podstawę do coraz więk-

szej integracji państw kontynentu azjatyckiego, a nawet rozwoju szlaków lądowych w miejscu szlaków morskich z obszarów Dalekiego Wschodu do Europy. Nie sposób bagatelizować znaczenia terytorium Afganistanu również jako alternatywy dla szlaków morskich, którymi transport w zmiennych okolicznościach geopolitycznych może się spotykać ze znacznymi utrudnieniami natury faktycznej i prawnej. Rozwój Afganistanu wesprze również gospodarki, rynki i przemysł sąsiednich państw, stworzy nowe obszary zbytu towarów i usług.

W obecnej sytuacji gospodarczej niepewności i globalnych przemian szczególnie znaczenia nabierają słowa pakistańskiego poety Allamaha Muhammada Iqbala Lahori, który pisał o Afganistanie i narodzie zamieszkującym tym kraj: „jego upadek to upadek Azji, jego rozkwit to rozkwit Azji” (Hashia, 2011).

Bibliografia

- Afghanistan International Expo Center (2022, 3 grudnia). *Międzynarodowa wystawa afgańskich produktów, grudzień 2022 r.* [zdjęcie]. Facebook. <https://www.facebook.com/profile.php?id=100088149137821>
- Afghanistan International Expo Center (2022, 30 listopada). *Budynek Afghanistan International Expo Center.* [zdjęcie]. Facebook. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=108096022138702&set=a.108071275474510>
- Asian Development Bank. (2003). Afghanistan's transport sector on the road to recovery. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27934/transport-sector-afg.pdf>
- Bartow, C. (b.d.). *Traditional Afghan wedding Attan* [zdjęcie]. The Knot. <https://www.theknot.com/real-weddings/traditional-afghan-wedding-attan-photo>
- Basow, W. W. i Polakow, G. A. (1988). Afganistan: Trudnyje sud'by riwolucyi. *U Politiczeskoj Karty Mira*, 8. <https://i.twirpx.link/file/2888982/>
- Bondarienko, I. N. (2009). *Kak my stroili w Afganistanie*. Izdatielstwo Assocjacyi Stroitel'nych Wuzow.
- Dawydow, A. i Czerniachowskaja, N. (1973). *Afganistan*. Mysl.
- Dunin, M. C. (1952). *Po Afganistanu, Pakistanu, Indii*. Gosudarstwiennoe Izdatielstwo Geograficzeskoj Litieratury.
- Dworiankow, N. A. (red.). (1960). *Sowriemiennyj Afganistan*. Izdatielstwo Wostocznoj Litieratury.
- Fieszczuk, M. (2022, 18 lutego). Afganskaja wojna Cowietskogo Sojuza: Elementy polityki SSza w otnoszenii Afganistana. *Topwar.ru*. <https://topwar.ru/192252-afganskaja-vojna-sovetskogo-sojuza-jelementy-politiki-ssha-v-otnoshenii-afganistana.html>
- Gafurowa, G. (2013). Tadżyksko-afganskoje sotrudnicestwo w oblasti transportnoj komunikacyi w gody niezawisimosti. Uczyenyje zapiski Chudżandskogo Gosudarstwiennogo Uniwersitietu im. Akademika B. Gafurowa. *Gumanitarnyje Nauki*, 4(37), 149–162.
- Guriewicz, N. M. (1972). *Ekonomiczeskoje razwitiye Afganistana (dieniežno-krieditnyje woprosy)*. Nauka.
- Guriewicz, N. M. (1981). *Wnieszniaja torgowla Afganistana w nowiejszeje wriemia*. Nauka.

- Guriewicz, N. M. (1983). *Afganistan: Niektoryje osobiennosti socyalno-ekonomicznego razwytija (20-50-e gody)*. Nauka.
- Hashia. (2011, 15 maja). Afghanistan, the heart of Asia. *Hashia*. <https://hashia.wordpress.com/2011/05/15/%E2%80%98afghanistan-the-heart-of-asia%E2%80%99-2/>
- Jeżow, G. P. (1965). *Nasz sosied Afganistan*. Znaniye.
- Kołodowski, C. (1965). Awtomagistral družby. W: *Magistral družby* (s. 61–70). Irfon.
- Konarowski, M. A. (1979). *Strana gor i legend. Oczerki ob Afganistanie*. Nauka.
- Korgun, W. G. (2004). *Istorija Afganistana XX wiek*. Kraft+.
- Kuchtin, W. G. (1963). Problema tranzita w ekonomikie i politieke Afganistana. W: N. M. Guriewicz (red.), *Woprosy ekonomiki Afganistana* (s. 3–56). Izdatelstwo Wostocznoj Litieratury.
- Kugiel, P. (2023, 11 sierpnia). *Afganistan po dwóch latach rządów talibów*. <https://www.pism.pl/publikacje/afganistan-po-dwoch-latach-rzadow-talibow>
- Machmudow, E. R. (1990). Rol gosudarstwiennogo i czastnogo siektorow w razwytii awtomobilnogo transporta Afganistana. W: M. A. Babachodżajew (red.), *Riespublika Afganistan: Opyt i tiendicii razwytija* (s. 103–116). Fan.
- Machmudow, R. B. (2023, 26 lutego). Afganskij wiektor sowriemiennoj wniesznej politiki Uzbekistana. *Afghanistan.ru*. <https://afghanistan.ru/doc/150247.html>
- Mansoor, U. (2023). *Qarara Rasha* [plik wideo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VnXi6RMY1YE>
- Okimbielow, U. W. (2016). *Ekonomika Afganistana (proizwodstwiennaja infrastruktura)*. Institut Wostokowiedienija RAN.
- Petrus, J. (1987). *Afganistan. Zarys dziejów*. Wiedza Powszechna.
- Preston, R. (2023, 14 lipca). Cross-border services resume between Iran and Afghanistan. <https://www.railjournal.com/infrastructure/cross-border-services-resume-between-iran-and-afghanistan/>
- Rebuilding Afghanistan. (b.d.) Pobrane 3 marca 2024 z <https://georgewbush-whitehouse.archives.gov/infocus/nationalsecurity/rebuildingafghanistan.html>
- Richards, A. (2013, 15 października). *The gold of Tillya Tepe and the discovery of the Bactrian hoard* [zdjęcie]. Queensland Museum. <https://blog.qm.qld.gov.au/2013/10/15/the-gold-of-tillya-tepe-and-the-discovery-of-the-bactrian-hoard/>
- Sałami, G. E. (2020, 12 grudnia). *Strategieckie pierspektiwy i znaczenie żeleznoj dorogu Chaf–Gierat*. <http://casp-geo.ru/strategieckie-perspektivy-i-znachenie-zheleznoj-dorogi-haf-gerat/>
- Sałmin, N. A. (b.d.). *Sowietskije konsultanty, spiecjalisty i sowietniki w Afganistanie (1919–1989 g.g.)*. https://dzen.ru/a/ZNiuoZ1kTAIo_NCG
- Shah Syed Subtain Hussain (2018). Post 2010 Afghanistan – Pakistan's Transit Trade: Implications of Legal and Illegal Endeavours. *Journal of Education Culture and Society*, 2, 248–258.
- SIGAR (Special Inspector General for Afghanistan Reconstruction). (2016). *Afghanistan's Road Infrastructure: Sustainment Challenges and Lack of Repairs Put U.S. Investment at Risk*, (SIGAR 17-11 Audit Report). <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-S-PURL-gpo83861/pdf/GOVPUB-S-PURL-gpo83861.pdf>
- Słowski, A. (1965). Izyskanije i proiektirowanije awtomagistrali. W: *Magistral družby* (s. 3–14). Irfon.

- UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). (2023, 25 września). *Merchandise: Total trade and share, annual*. <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.TradeMerchTotal>
- World Bank. (1977). *Industrial Sector Review of Afghanistan* (Report No. 1245-AF). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/497941468197994830/pdf/multi0page.pdf>
- Zaile, Z. (2023, 27 grudnia). Autostrada Mahipar [zdjęcie]. Facebook. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=831423572327565&set=a.475530517916874>
- Zrzavý, J. (1979). Trolejbus marki Škoda na ulicach Kabulu [zdjęcie]. TransPhoto. <https://transphoto.org/photo/544145/?vid=153941>

8

Znaczenie symulacji procesów biznesowych dla projektowania odpornych łańcuchów dostaw

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/8>



Anna Lewandowska-Ciszek

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
anna.lewandowska-ciszek@ue.poznan.pl

The importance of business process simulation in designing resilient supply chains

Abstract: Contemporary supply chains operating in a dynamic, and full of complex relationships global environment, must constantly seek ways to adapt to the specific requirements of the market. The ability to adapt has long since become an incredibly important attribute of contemporary supply chains. Currently, one of the key features of adaptive supply chains is also their resilience. Planning business processes in an unstable environment is not easy, because in addition to a thorough understanding of the process, it is essential to take into account the broader context in which it is embedded and the conditions that must be met for it to be implemented in the desired way that gives the expected effect. Managing operations and the supply chain in times of turbulence becomes a serious challenge. It is necessary to consider a large number of action options. Simulations, allowing to understand the consequences of possible decisions before they are made, enable the planning of the material flow process in a way that ensures its efficiency maximisation while taking into account the requirements of individual production environments. Within this activity, it is possible to plan actions in such a way as to enable their implementation in the face of unforeseen situations. The aim of the article is to define the role of simulation in shaping resilient supply chains.

Keywords: digital transformation, simulation, resilience, production line performance modeling, logistics, supply chains.

Sugerowane cytowanie: Lewandowska-Ciszek, A. (2025). Znaczenie symulacji procesów biznesowych dla projektowania odpornych łańcuchów dostaw. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 141–159). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/8>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

Współczesne łańcuchy dostaw, funkcjonując w złożonym, dynamicznym i pełnym skomplikowanych relacji środowisku globalnym, muszą nieustannie poszukiwać sposobów dostosowania się do specyficznych wymogów rynku. Zdolność adaptacji już dawno stała się niezwykle ważnym atrybutem współczesnych łańcuchów dostaw. Obecnie jedną z ich kluczowych cech adaptacyjnych staje się dodatkowo odporność. Planowanie procesów biznesowych w niestabilnym otoczeniu nie jest łatwe, oprócz bowiem dogłębnej znajomości danego procesu niezbędne jest uwzględnienie szerszego kontekstu, w jakim jest on osadzony, i warunków, jakie muszą być spełnione, aby został zrealizowany w pożądanym sposób, dający oczekiwany efekt. Zarządzanie operacjami i łańcuchem dostaw w czasach turbulencji staje się poważnym wyzwaniem. Konieczne staje się rozpatrzenie dużej liczby wariantów działań. Symulacje, pozwalając zrozumieć konsekwencje możliwych decyzji jeszcze przed ich podjęciem, umożliwiają planowanie procesu przepływu materiałów w sposób zapewniający maksymalizację jego efektywności przy uwzględnieniu wymogów poszczególnych środowisk produkcyjnych. W ramach tego można zaplanować działania w taki sposób, aby umożliwić ich realizację w obliczu wystąpienia nieprzewidzianych sytuacji. Celem rozdziału jest określenie roli symulacji w kształtowaniu odpornych łańcuchów dostaw.

8.1. Istota symulacji

Jednym ze sposobów badania systemów społecznych oraz gospodarczych jest eksperymentowanie bezpośrednio na obiektach. Jednakże w wielu przypadkach jest to zbyt uciążliwe i kosztowne, a nierzadko nawet niemożliwe do przeprowadzenia (Winkowski, 1974, s10). Chcąc zatem w eksperymentach zastąpić rzeczywisty system, można do tego celu stworzyć model i na nim przeprowadzać badania, bez szkody dla obiektów. Model matematyczny to jeden z typów modeli, który za pośrednictwem symboli i relacji między nimi opisuje badaną rzeczywistość. Po jego utworzeniu należy określić sposoby jego adaptacji do różnych warunków, posługiwania się nim oraz metody interpretacji wyników. Zastosować można w tym przypadku rozwiązania analityczne.

Co jednak w przypadku systemów, wobec których metody analityczne okazują się bezradne i dla których nie mogą dostarczyć rozwiązania (Fishman, 1981, s. 27–32)? Co w przypadku wysoce złożonych systemów, których próba odwzorowania w zbyt uproszczonym modelu obniży wartość poznawczą i wiarygodność analizowanego przypadku (Mielczarek, 2009, s. 11–13)? Co w przypadku współczesnych przedsiębiorstw, które funkcjonując w burzliwym otoczeniu, same stają

się złożonym systemem, w którym współdziałają odpowiednio (Sargut i McGrath, 2011, s. 73–74):

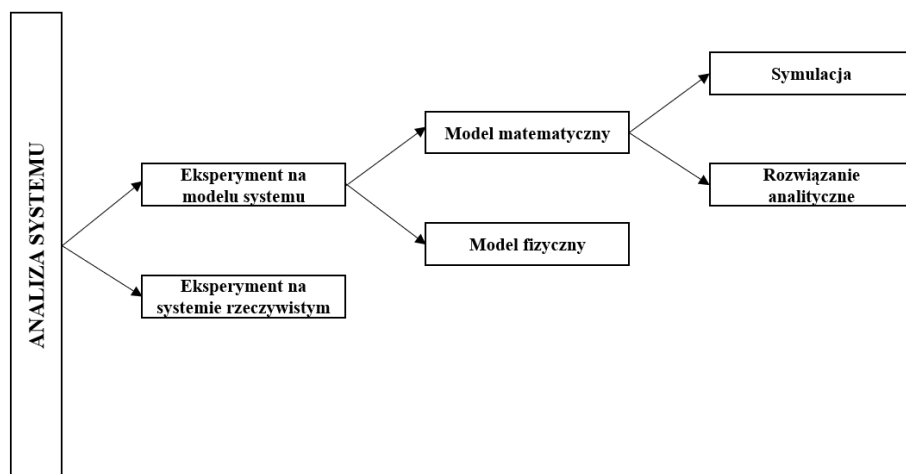
- określona liczba elementów (na przykład podmiotów gospodarczych),
- ich różnorodność,
- wzajemna współzależność,
- niepewność wynikająca z działania elementów, które w bardziej lub mniej regularny sposób zmieniają zależności systemowe?

W takich właśnie przypadkach symulacja może stanowić alternatywną i uzasadnioną technikę rozwiązania modeli matematycznych (rysunek 8.1). Oznacza ona eksperyment wykonywany na modelu matematycznym opisującym badaną rzeczywistość, zakodowanym w programie komputerowym, który może być alternatywą dla eksperymentu przeprowadzonego bezpośrednio na badanym obiekcie (Mielczarek, 2009, s. 11–13). Symulacja zatem jest możliwa do zrealizowania dzięki modelowi matematycznemu, a więc obiektowi, którym się manipuluje w trakcie badań symulacyjnych.

W zestawieniu z innymi technikami ilościowymi wspomagającymi procesy decyzyjne symulacja pozwala na eksperymentowanie na modelu poprzez:

- przeprowadzanie procesu obliczeniowego w wielu iteracjach,
- ciągłą obserwację systemu,
- interpretację uzyskanych wyników.

Zanim zostaną zaprezentowane rozważania na temat istoty symulacji procesów biznesowych dla projektowania odpornych łańcuchów dostaw, konieczne jest jednak



Rysunek 8.1. Sposoby analizy systemów gospodarczych i społecznych

Źródło: na podstawie (Mielczarek, 2009, s. 12)

Tabela 8.1. Definicje symulacji

Autor	Definicja
G. Gordon	<ul style="list-style-type: none"> – technika rozwiązywania problemów polegająca na śledzeniu w czasie zmian zachodzących w dynamicznym modelu systemu – metoda eksperymentalnego rozwiązywania zagadnień
T.H. Naylor	– technika numeryczna służąca do dokonywania eksperymentów na pewnych rodzajach modeli matematycznych, które opisują przy użyciu maszyny cyfrowej zachowanie się złożonego systemu w ciągu długiego czasu
G.S. Fishman	<ul style="list-style-type: none"> – metoda badania zachowania się systemów – zbiór technik, które zastosowane do analizy zdarzeń dyskretnych (<i>discrete events</i>) systemu dynamicznego, generują ciągi zwane trajektoriami procesu (<i>sample path</i>), określające jego zachowanie (<i>collection of techniques that, when applied to the study of a discrete-event dynamical system, generates sequences called sample paths that characterize its behavior</i>) – czynność przedstawiania systemu za pomocą modelu symbolicznego, którym można operować i na podstawie którego otrzymujemy wyniki numeryczne
J. Winkowski	<ul style="list-style-type: none"> – odtwarzanie następujących po sobie przebiegów procesu w kolejności zgodnej z upływem czasu – przebiega według pewnego programu (algorytmu) imitującego mechanizm procesu – służy do badania zarówno istniejących, jak i projektowanych procesów
G.W. Evans, G.F. Wallace, G.L. Surtherland	<ul style="list-style-type: none"> – zastosowanie modelu w celu chronologicznego wygenerowania historii stanów tegoż modelu, która jest uważana za historię stanów modelowanego systemu – proces lub czynność konstruowania w chronologicznym porządku opisów stanów tworzących historię stanów model;
R.F. Barton	– działanie modelu systemu przedmiotowego, realizowane w jakimś określonym celu
J. Banks, J.S. Carson II, B.L. Nelson, D.M. Nicol	– imitacja działania rzeczywistego procesu lub systemu w czasie (<i>the imitation of the operation of a real-world process or system over time</i>)
S. Robinson	– eksperymentowanie (za pomocą komputera) z uproszczoną imitacją działania systemu, w celu lepszego zrozumienia i/lub ulepszenia systemu (<i>experimentation with a simplified imitation (on a computer) of an operations system as it progresses through time, for the purpose of better understanding and/or improving that system</i>)
M. Beaverstock, A. Greenwood, W. Nordgren	– naśladowanie lub odtwarzanie na drodze eksperymentu, wykorzystując model (lub odwzorowanie) jakiegoś rzeczywistego systemu

Źródło: na podstawie (Banks i in., 2010; Barton, 1974, s. 3; Beaverstock i in., 2019, s. 20; Evans i in., 1973, s. 19; Fishman, 2001, s. 27; Gordon, 1974, s. 33-34; Naylor, 1975, s. 21; Robinson, 2004, s. 4; Winkowski, 1974, s. 9).

doprecyzowanie pojęcia „symulacja”. Termin ten ma swoje źródło w języku łacińskim (*simulo*, *similis*, *simulacrum*) i oznacza: „udawać, przedstawiać, naśladować, imitować, podobny, podobieństwo”. Może być rozpatrywany w różnych kontekstach. W dotychczasowych badaniach naukowych i dokumentującej je literaturze zagadnienie to było rozpatrywane w następujących kontekstach (Diakun, 2023):

- w kontekście metody badawczej (metoda symulacyjna, *simulation method*),
- w kontekście przedsięwzięcia techniczno-organizacyjnego (badanie symulacyjne, projekt symulacyjny, *simulation study*),
- w kontekście procesu obliczeniowego (*simulation run*).

Definicje symulacji zaprezentowano w tabeli 8.1.

Bazując na powyższym zestawieniu, można wnioskować, że symulacja komputerowa, której narzędziem współcześnie jest przeważnie program komputerowy (Łatuszyńska, 2011; Mielczarek, 2009, s. 15):

- jest pewnym eksperymentem,
- jest techniką numeryczną,
- jest realizowana na dynamicznych modelach, które odzwierciedlają rzeczywiste systemy,
- pomaga w zrozumieniu, jak system poddany analizie zachowuje się w czasie.

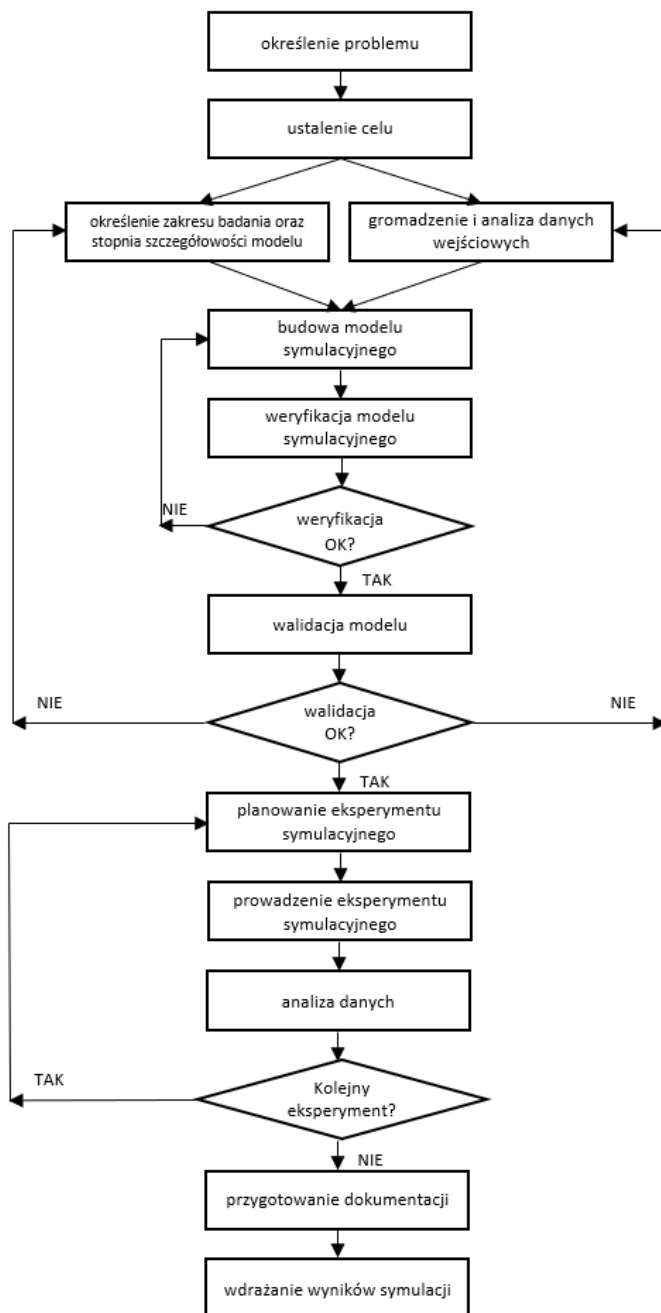
Etapy symulacji w kontekście badania symulacyjnego prezentowane są zwykle w literaturze przedmiotu w formie kroków, a także w formie schematu blokowego (rysunek 8.2).

Wyróżnia się następujące etapy badania symulacyjnego:

- określenie problemu,
- ustalenie celu,
- określenie zakresu badania oraz stopnia szczegółowości modelu,
- gromadzenie i analiza danych wejściowych,
- budowa modelu symulacyjnego,
- weryfikacja modelu,
- walidacja modelu,
- planowanie eksperymentu symulacyjnego,
- prowadzenie eksperymentu symulacyjnego,
- analiza danych,
- przygotowanie dokumentacji,
- wdrażanie wyników symulacji.

Symulacja jest atrakcyjnym narzędziem analizy ze względu na wiele swoich zalet (Fishman, 1981, s. 30–33). Badanie symulacyjne:

- może mieć zastosowanie do wysoce złożonych procesów,
- może dotyczyć nieistniejących jeszcze procesów,



Rysunek 8.2. Etapy badania symulacyjnego

Źródło: na podstawie (Banks i in., 2010, s. 13; Burduk, 2013, s. 69; Diakun, 2023; Mielczarek, 2009, s. 27).

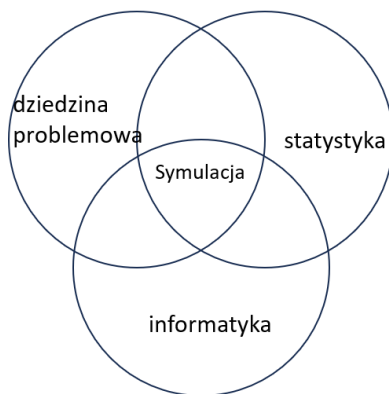
- może odnosić się do niebezpiecznych procesów,
- może przebiegać z wykorzystaniem niedostępnych zasobów,
- może dotyczyć rzeczywistych systemów, dla których zastosowane metody analityczne nie mogą dostarczyć rozwiązania,
- może ułatwić zrozumienie funkcjonowania analizowanych systemów rzeczywistych, pokazując wzajemne zależności systemowe,
- może uprościć podejmowanie decyzji w zakresie analizowanych fragmentów systemu,
- motywuje do usystematyzowania wiedzy o procesie, który poddano analizom,
- dzięki użyciu sterowników kontroli czasu pozwala zdefiniować liczbę jednostek czasu symulacji na sekundę czasu rzeczywistego, umożliwiając w ten sposób zarówno „skondensowanie czasu” działania systemu, jak i jego „rozszerzenie”,
- pozwala analizować powiązania między wejściem a wyjściem systemu oraz źródła zmienności systemu,
- można wielokrotnie powtórzyć.

Ponadto występujący w symulacji błąd pomiaru można skutecznie minimalizować. Zachowana jest także ciągłość badania, z możliwością wielokrotnego całkowitego przerywania eksperymentu na potrzeby prowadzenia analiz i następnie ponownego jego wznowienia z możliwością analizy wszystkich stanów. Dodatkowo obliczenia symulacyjne są tańsze i szybsze niż bezpośrednie obserwacje.

8.2. Opis procesu przed zmianą: charakterystyka problemu

Dokonującą się współcześnie rewizja wartości i przekonań w wielu obszarach życia społecznego i gospodarczego kreuje zmienione uwarunkowania działalności łańcuchów dostaw (Łupicka i Konecka, 2022). Jednoczesne oddziaływanie skutków kryzysu pandemicznego, agresji rosyjskiej na Ukrainę, wojen handlowych, a także intensyfikacja działań UE zmierzająca w stronę kreowania nowoczesnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarki sprawiają, że wymogiem dla współczesnych łańcuchów dostaw okazuje się „posiadanie fundamentalnej kompetencji sprawnego reagowania na istotne zmiany zakłócające osiągnięcie przyjętych planów bez popadania w długie kresy kryzysowe” (Banaszyk, 2022, s. 34). Tą kompetencją jest rezyliencja (odporność) rozumiana w tym badaniu jako zdolność adaptacyjna do zmniejszania prawdopodobieństwa wystąpienia nagłych zakłóceń o charakterze endo- lub egzogenicznym, przygotowania się na te zakłócenia, szybkiej reakcji na nie, przeciwdziałania rozprzestrzenianiu się zakłóceń, odbudowy po nich i w końcu powrotu do pierwotnej sytuacji lub do nowego, bardziej pożądanego stanu (Ali i in., 2017; Maryniak i in., 2021; Ocicka i in., 2022, s. 361; Szymczak, 2015, s. 39-54).

Badania symulacyjne łączące wiedzę z zakresu statystyki, informatyki oraz dziedziny problemowej (rysunek 8.3) są aktualnie wykorzystywane na potrzeby tworzenia cyberfizycznych łańcuchów dostaw, co w konsekwencji może się przyczynić do wzmocnienia odporności tych łańcuchów funkcjonujących w sieci skomplikowanych i dynamicznych powiązań procesowych oraz gospodarczych (Nowicka i Szymczak, 2020, s. 71).



Rysunek 8.3. Interdyscyplinarność metody symulacyjnej

Źródło: na podstawie (Diakun, 2023).

Przedstawione w tej części badanie wykorzystuje metody modelowania symulacyjnego do zwiększania odporności organizacji. Dzięki symulacjom możliwe jest przewidywanie skutków różnych decyzji oraz projektowanie bardziej odpornych systemów. Zastosowanie symulacji komputerowych pozwala przedsiębiorstwom nie tylko ograniczyć negatywne skutki kryzysów, ale także wykorzystać je jako szansę dla transformacji i rozwoju.

Omówiony poniżej proces rozbudowy systemu produkcyjnego dotyczy przodującego przedsiębiorstwa w badanym łańcuchu dostaw. Za przodującego uczestnika łańcucha uznano taki podmiot, którego działalność sprawia, że produkty finalne osiągają akceptowalną konkurencyjność rynkową za sprawą kluczowych kompetencji podmiotu i jego wyróżniających zdolności (Banaszyk i in., 2024, s. 42). Plan rozwoju badanego podmiotu jako kluczowego ogniwa łańcucha dostaw mają bezpośredni wpływ na funkcjonowanie pozostałych przedsiębiorstw i stają się jednocześnie wyznacznikiem dalszego kierunku rozwoju dla nich.

Zaprojektowany dużo wcześniej układ postanowiono rozbudować o kolejną część, tj. nowy system transportu wewnętrznego wraz z doбором owijarki palet z wyrobem gotowym. Dane wyjściowe poszczególnych linii pakujących zaprojektowanego już systemu produkcyjnego, uwzględniające między innymi wydajność,

stały się jednocześnie danymi wejściowymi nowo projektowanego systemu transportu wewnętrznego.

Poddany analizie i zaprojektowany wcześniej system produkcyjny składał się z:

- czterech linii pakujących z paletami zawierającymi wyrób gotowy pakowany w paczki po 15 kg (linie: 1, 2, 3, 4),
- dwóch linii pakujących z paletami zawierającymi wyrób gotowy pakowany w paczki po 2 kg (linie: 5, 6),
- dwóch linii zasilających wszystkie linie pakujące w puste palety i opakowania (linie: puste palety i opakowania),
- jednej linii z paletami zawierającymi półprodukt w jednotonowych workach płóciennych, zwanych big bagami (linia BB),
- trzech linii dystrybuujących puste palety i opakowania pomiędzy linie 1 i 2, 3 i 4, 5 i 6 (linie: 12, 34, 56).

Wydajności poszczególnych linii produkcyjnych jeszcze przed rozbudową układu kształtowały się następująco:

- linia 1 – 19 palet na godzinę,
- linia 2 – 19 palet na godzinę,
- linia 3 – 19 palet na godzinę,
- linia 4 – 19 palet na godzinę,
- linia 5 – 7 palet na godzinę,
- linia 6 – 7 palet na godzinę,
- linia zasilająca wszystkie linie pakujące w puste palety – 7 palet na godzinę,
- linia zasilająca wszystkie linie pakujące w puste opakowania – 5 palet na godzinę,
- linia dystrybuująca puste palety i opakowania do linii 1 i 2 (linia 12) – 5 palet na godzinę,
- linia dystrybuująca puste palety i opakowania do linii 3 i 4 (linia 34) – 5 palet na godzinę,
- linia dystrybuująca puste palety i opakowania do linii 5 i 6 (linia 56) – 2 palety na godzinę.

Zamówienie inwestora – stanowiące podstawę dalszych rozważań – objęło rozbudowę zaprojektowanego już obszaru EOL (*End of Line*) i zawierało opracowanie koncepcji transportu wewnętrznego wraz z doborem owijarki palet z wyrobem gotowym na tym obszarze. Poszerzenie zaprojektowanego już systemu produkcyjnego o zautomatyzowany system transportu wewnętrznego wymagało:

- uwzględnienia złożonych zależności systemowych między kolejnymi liniami pakującymi a liniami zasilającymi je w materiały,
- uwzględnienia dynamicznych parametrów procesu,
- skoncentrowania wysiłków na scenariuszach przynoszących najwyższy zwrot z inwestycji przy najniższych kosztach kapitału.

Założeniem była zatem minimalizacja strat i tworzenie ciągłego przepływu na poziomie procesów. Źródłami marnotrawstwa mogły być wszelkie zakłócenia generujące przestoje, zbędne oczekiwania w przepływie oraz rozmaite nieregularności procesów.

8.3. Model symulacyjny

Opracowany scenariusz inwestycyjny przedstawiający nową koncepcję wraz ze sposobem jej realizacji zaprezentowano inwestorowi w oprogramowaniu do symulacji przepływu materiałów.

Decyzję o opracowaniu rozwiązania w oprogramowaniu symulacyjnym motywowano kategoriami korzyści, które miały objąć następujące etapy realizacji projektu biznesowego (Beaverstock i in., 2019, s. 43):

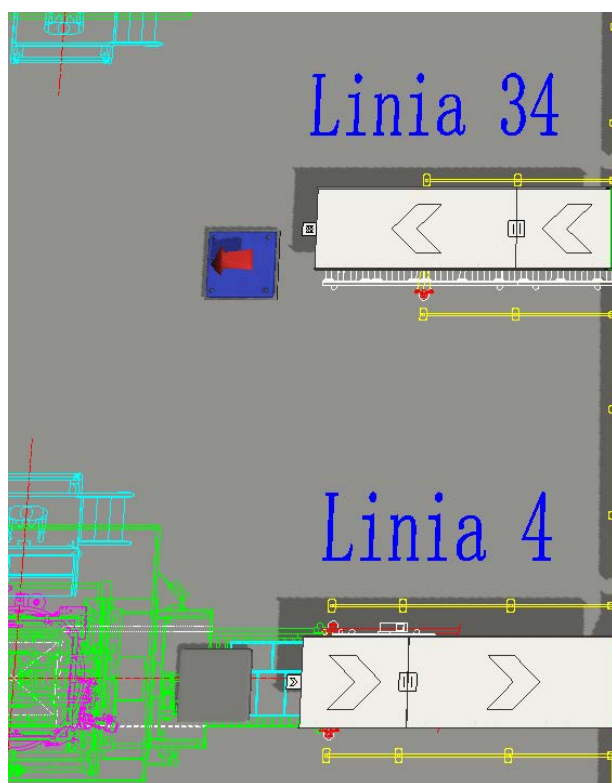
- stadium wykonalności,
- stadium unikania kosztów,
- stadium projektowania szczegółów,
- stadium weryfikacji bieżących procesów i operacji.

Wśród zalet korzystania z symulacji należy wymienić:

- identyfikację problemów jeszcze przed ich wystąpieniem,
- łatwość wprowadzania zmian,
- skrócenie czasu niezbędnego do oszacowania kosztów projektu,
- skrócenie czasu niezbędnego do oszacowania jego korzyści,
- możliwość skoncentrowania wysiłków na scenariuszach przynoszących najwyższy zwrot z inwestycji przy najniższych kosztach kapitału,
- minimalizację ryzyka opóźnień kolejnych etapów projektu,
- eliminację zbędnych zasobów,
- optymalizację infrastruktury i zasobów,
- minimalizację buforów międzyoperacyjnych,
- minimalizację powierzchni przeznaczonej na projektowany układ,
- równoważenie przepływu materiałów,
- możliwość ponownego wykorzystania zbudowanego modelu symulacyjnego w innych pracach projektowych,
- spójne projekty inżynierskie,
- obniżenie kosztów poniesionych z powodu błędów w projektowaniu,
- przyspieszone testowanie wprowadzonych zmian, zwłaszcza na współdzielonych zasobach,
- optymalne planowanie operacji,
- szybkie wdrożenie.

Badania symulacyjne procesów biznesowych mogą skutecznie rozwiązywać problemy i wspierać podejmowanie decyzji inwestycyjnych. Badane przedsiębiorstwo dążyło do identyfikacji możliwych usprawnień systemu dla już zaprojektowanej automatycznej linii pakującej poprzez redukcję działań, które nie generowały wartości dodanej. Aby zrozumieć ideę badań symulacyjnych, należy pamiętać, że poziom szczegółowości modelu zależy od celu, w jakim jest on tworzony. W zależności od konkretnego zadania, takiego jak symulacja produkcji, optymalizacja procesu produkcyjnego czy rozwiązywanie problemów ekonomicznych, wymagane są modele o różnej dokładności (Eberle, 2020).

W analizowanym przypadku wysiłki skupiono wyłącznie na budowie, analizie i doskonaleniu nowo powstającego modelu transportu wewnętrznego wraz z doborem owijarki na obszarze EOL i zaprezentowano go w formie trójwymiarowej wizualizacji. Zaprojektowana wcześniej część układu, której zapytanie inwestora nie dotyczyło, została zaprezentowana w postaci rysunków 2D (rysunek 8.4). Wydajności poszczególnych linii produkcyjnych potraktowano jako dane wejściowe nowo projektowanego układu.



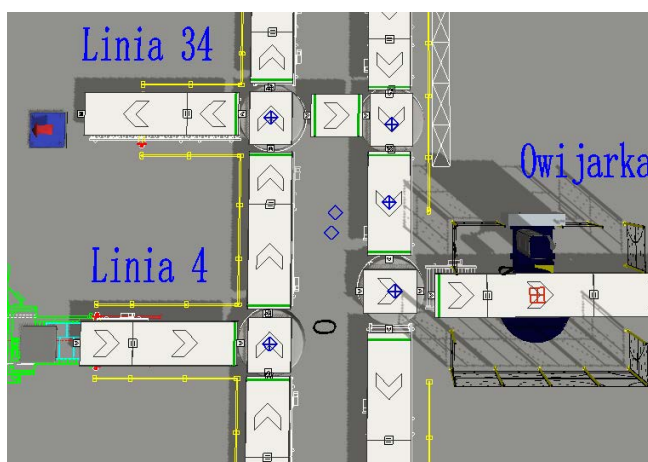
Rysunek 8.4. Dane wejściowe do modelu

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.

Na tym etapie realizacji projektu biznesowego wzięto pod uwagę:

- wymagania w zakresie wydajności poszczególnych linii,
- dostępną przestrzeń na obszarze EOL,
- możliwe utrudnienia, takie jak na przykład krzyżowanie tras zasilających linie pakujące w materiały z trasami przeznaczonymi do odbioru wyrobów gotowych,
- koszty inwestycji wynikające z długości przenośników.

W przeprowadzanym eksperymencie symulacyjnym zaproponowano rozmieszczenie przenośników w pętli, po której palety z towarem przemieszczały się zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara i kierowane były w stronę owijarki palet (rysunek 8.5).



Rysunek 8.5. Pierwszy eksperyment symulacyjny

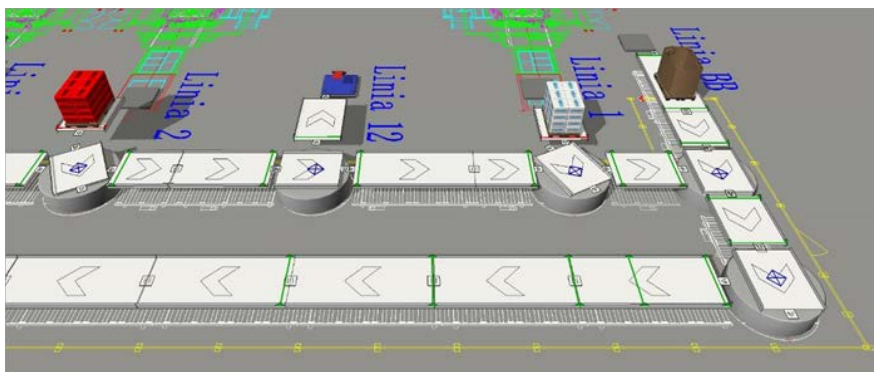
Źródło: materiały przedsiębiorstwa.

Zaprezentowany poniżej fragment systemu przepływu obejmuje wejścia do systemu, którymi są kolejno:

- linia BB transportująca palety z zapakowanym do płóciennych worków półproduktem w kierunku magazynu,
- linia 1 oraz linia 2 kierująca palety z towarem w kierunku owijarki palet.

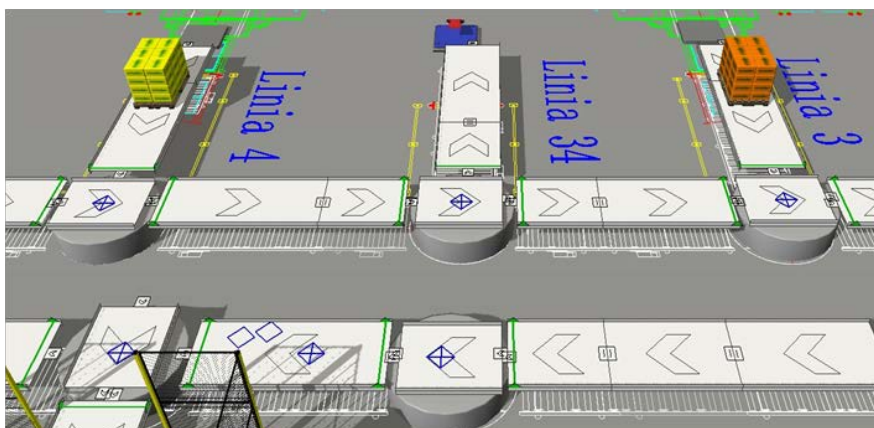
Między liniami 1 oraz 2 znajduje się linia 12, która zasila linie pakujące 1 i 2 w puste palety oraz opakowania (rysunek 8.6).

Podobnie linie 3 oraz 4 oraz 5 i 6 kierują produkty na paletach w stronę owijarki (rysunek 8.7). Z kolei linie 34 i 56 dystrybuują opakowania oraz puste nośniki do tych miejsc. Puste palety oraz opakowania dwu- i piętnastokilogramowe są dostarczane do całego układu dwiema liniami zwanymi „puste palety oraz opakowania” (rysunek 8.8).



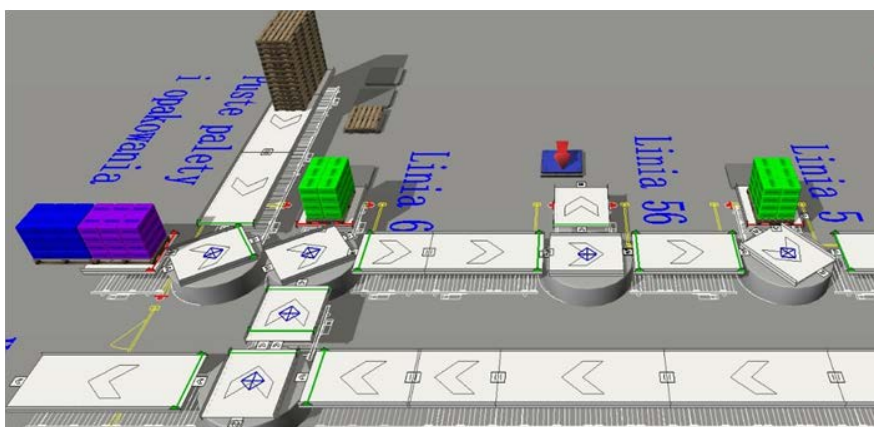
Rysunek 8.6. Wejścia i wyjścia do i z systemu

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.



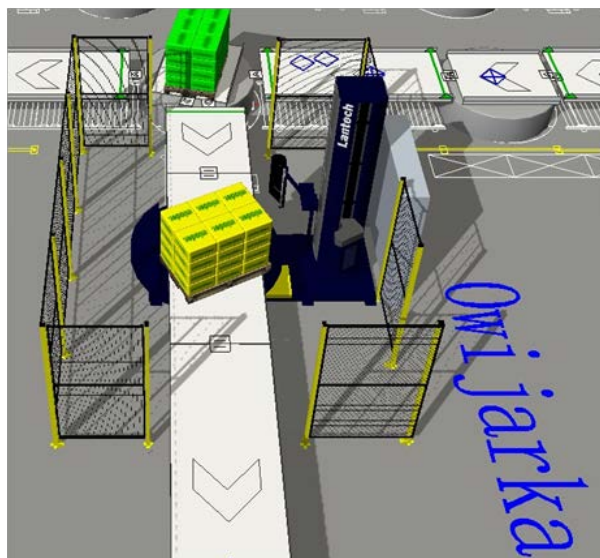
Rysunek 8.7. Wejścia i wyjścia do i z systemu

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.



Rysunek 8.8. Wejścia i wyjścia do i z systemu

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.



Rysunek 8.9. Stanowisko owijarki palet

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.

W zaprojektowanym układzie wszystkie palety z wyrobem gotowym kierowane są na stanowisko owijarki palet (rysunek 8.9).

Opracowane w oprogramowaniu do symulacji przepływu materiałów i zaprezentowane inwestorowi rozwiązanie miało na celu:

- tworzenie ciągłego przepływu na poziomie procesów, bez przestojów, zakłóceń i zahamowań,
- redukcję strat,
- równoważenie obciążeń stanowisk roboczych,
- minimalizację nieregularności procesów,
- skracanie czasu realizacji zamówień klienckich.

Wobec powyższych założeń niezbędne było holistyczne spojrzenie na system oraz tworzenie scenariuszy zdarzeń i relacji, jakie mogły zachodzić w systemie poddanym analizie. Układ nie powinien być postrzegany jako zbiór niezależnych podsystemów, ale raczej jako jednolita całość (Goldratt i Cox, 2016, s. 175). Podejście holistyczne pozwala na kompleksowe zrozumienie, w jaki sposób powiązane elementy przyczyniają się do określenia siły całego łańcucha (Hamrol i in., 2015, s. 112–113). Ostatecznym celem każdej organizacji jest osiągnięcie sukcesu. Jednak w każdej działalności gospodarczej ograniczenia mogą utrudniać systemowi osiągnięcie jego pełnego potencjału. Te ograniczenia działają jak wąskie gardła, ograniczając przepustowość systemu. Teoria Ograniczeń (TOC) rozpoznaje wzajemne powiązania różnych elementów w systemie, podobnie jak w teorii sieci łańcuchów

(Moore i Scheinkopf, 1998), gdzie siła całej sieci jest określana przez najsłabsze ogniwo (Hamrol i in., 2015, s. 112). TOC koncentruje się na identyfikacji i zarządzaniu tymi ograniczeniami, zapewniając, że przepływ materiałów, produktów, informacji i zasobów ludzkich jest zgodny z możliwościami systemu. Podejście to pozwala organizacjom maksymalizować ich efektywność, ostatecznie otwierając drogę do trwałego sukcesu.

Uwzględniając wydajności poszczególnych linii pakujących, dobrano taki wariant owijarki, który zabezpieczał przepustowość całego systemu i nie stanowił ograniczenia w przepływie. Owijarka palet mogła owinąć do 120 palet w godzinę, podczas gdy zapotrzebowanie na jej prace wynosiło 96 palet na godzinę (tabela 8.2).

Tabela 8.2. Wydajności poszczególnych linii

	Palety / h
Linia BB	6
Linia 1	19
Linia 12	2
Linia 2	19
Linia 3	19
Linia 34	2
Linia 4	19
Linia 5	7
Linia 56	1
Linia 6	7
Opakowania	5
Wadliwe WG	2
Rozładunek materiałów	2
Puste palety Linia 12	3
Puste palety Linia 34	3
Puste palety Linia 56	1
Całkowita liczba palet, które mają zostać przesłane do owijarki	96
Zawartość pętli	122

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.

8.4. Rozwiązanie problemu: modelowanie wydajności linii produkcyjnej z wykorzystaniem symulacji – od wizji do rzeczywistości

W pierwszym stadium realizacji projektu biznesowego, tj. na etapie studium wykonalności projektu, inwestor podjął rozważania nad nowymi, alternatywnymi rozwią-

zianami i możliwościami ich zastosowania. Był to bowiem moment, kiedy można było jeszcze wprowadzić zmiany i uniknąć problemów w przyszłości.

Ponieważ uruchomienie linii 1 oraz linii 2 planowano dwa lata po rozpoczęciu produkcji na pozostałych liniach, przeprowadzono analizę kosztów i korzyści na podstawie opracowanego modelu symulacyjnego, by w rezultacie zastąpić istniejący model scenariuszem gwarantującym najwyższy zwrot z inwestycji przy najniższych kosztach kapitału. W następstwie powyższego podjęto decyzję o zakupie tańszej o 50% owijkarki, która miała owijać 68 palet na godzinę, odbierając wyłącznie wyroby gotowe z linii 3, 4, 5 i 6, z wyłączeniem przez pierwsze dwa lata linii 1 oraz 2. Owijkarka, gwarantując przepustowość całego systemu na poziomie 68 palet na godzinę, pozwoliła zwiększyć wydajności linii 3 oraz 4 z 19 palet na godzinę do 23 palet na godzinę (tabela 8.3).

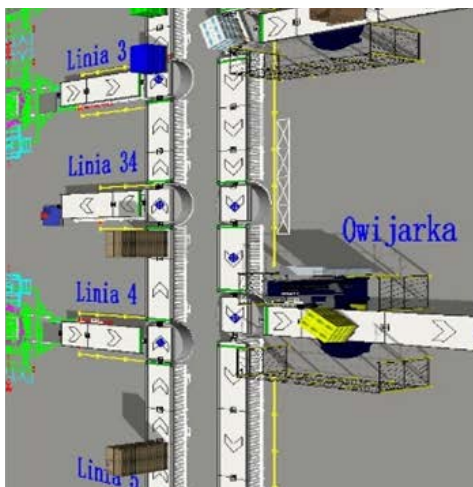
Tabela 8.3. Zwiększenie wydajności linii 3 i 4

	Palety / h		Palety / h
Linia BB	6	Linia BB	6
Linia 1 - przyszłość	0	Linia 1 - przyszłość	0
Linia 12	2	Linia 12	2
Linia 2 - przyszłość	0	Linia 2 - przyszłość	0
Linia 3	19	Linia 3	23
Linia 34	2	Linia 34	2
Linia 4	19	Linia 4	23
Linia 5	7	Linia 5	7
Linia 56	1	Linia 56	1
Linia 6	7	Linia 6	7
Opakowania	5	Opakowania	5
Wadliwe WG	2	Wadliwe WG	2
Rozładunek materiałów	2	Rozładunek materiałów	2
Puste palety Linia 12	3	Puste palety Linia 12	3
Puste palety Linia 34	3	Puste palety Linia 34	3
Puste palety Linia 56	1	Puste palety Linia 56	1
Całkowita liczba palet, które mają zostać przesłane do owijkarki	58	Całkowita liczba palet, które mają zostać przesłane do owijkarki	66
Zawartość pętli	84	Zawartość pętli	92

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.

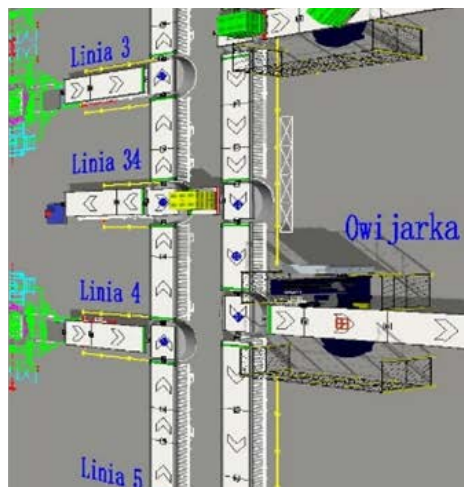
Zaproponowane rozwiązanie pośrednie pozwoliło opracować rozwiązanie, w którym docelowo wszystkie linie mogły zwiększyć wydajność do 23 palet na godzinę, a system wyposażony został w dwie owijkarki (rysunek 8.10, tabela 8.4).

W ostatecznym i zatwierdzonym przez inwestora wariantcie dodano przenośnik, dzieląc jedną pętlę na dwie i skracając w ten sposób drogę z linii 4, 5 i 6 do owijkarki (rysunek 8.11).



Rysunek 8.10. Wariant eksperymentu symulacyjnego

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.



Rysunek 8.11. Wariant eksperymentu symulacyjnego

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.

Tabela 8.4. Wydajności poszczególnych linii

	Palety / h
Linia BB	6
Linia 1 - przyszłość	23
Linia 12	2
Linia 2 - przyszłość	23
Linia 3	23
Linia 34	2
Linia 4	23
Linia 5	7
Linia 56	1
Linia 6	7
Opakowania	5
Wadliwe WG	2
Rozładunek materiałów	2
Puste palety Linia 12	3
Puste palety Linia 34	3
Puste palety Linia 56	1
Całkowita liczba palet, które mają zostać przesłane do owijkarki	112
Zawartość pętli	138

Źródło: materiały przedsiębiorstwa.

Podsumowanie

Symulacja pozwoliła na zbudowanie trójwymiarowego modelu rzeczywistego systemu transportu wewnętrznego i analizę jego funkcjonowania. Przeprowadzone eksperymenty symulacyjne ułatwiły zrozumienie inwestorowi konsekwencji możliwych decyzji jeszcze przed ich podjęciem, a opcja „co, jeśli” dostarczyła informacji zwrotnych dotyczących dopuszczalnych rozwiązań zidentyfikowanych problemów. Wykorzystana do tego celu symulacja stała się narzędziem do zaprezentowania, jak dzięki przeprowadzeniu procesu obliczeniowego w wielu iteracjach, ciągłej obserwacji projektowanego układu oraz jego bieżącej interpretacji można kształtować przepustowość projektowanego układu.

Bibliografia

- Ali, A., Mahfouz, A. i Arisha, A. (2017). Analysing supply chain resilience: Integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review. *Supply Chain Management*, 22(1), 16–39. <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2016-0197>
- Banaszyk, P. (2022). Rezyliencja ekonomiczna i model biznesu przedsiębiorstwa logistycznego. W: S. Konecka i A. Łupicka (red.), *Logistyka gospodarki światowej* (s. 26–43). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-106-4/2>
- Banaszyk, P., Kauf, S. i Szoltysek, J. (2024). *Logistyka zawilosci dziejow i nowe horyzonty*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Banks, J., Nelson, B. L., Carson, J. S. i Nicol, D. M. (2010). *Discrete-event system simulation*. Pearson.
- Barton, R. (1974). *Wprowadzenie do symulacji i gier*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Beaverstock, M., Greenwood, A. i Nordgren, W. (2019). *Symulacja stosowana: Modelowanie i analiza przy wykorzystaniu FlexSim*. InterMarium.
- Burduk, A. (2013). *Modelowanie systemów narzędziem oceny stabilności procesów produkcyjnych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Diakun, J. (2023, 23 maja). *Różne oblicza i konteksty terminu „symulacja procesów” i związane z tym uwarunkowania dydaktyki tego zagadnienia na uczelni wyższej*. Modelowanie i doskonalenie procesów produkcyjnych i logistycznych z wykorzystaniem środowiska symulacyjnego FlexSim – FlexSim InterMarium Tour. Poznań. Polska.
- Eberle, E. (2020, 6 grudnia). Process simulation – what can a digital twin do? *Control Engineering Europe*. <https://www.controlengurope.com/article/182444/Process-simulation-what-can-a-digital-twin-do.aspx>
- Evans, G., Wallace, G. i Sutherland, G. (1973). *Symulacja na maszynach cyfrowych*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Fishman, G. (1981). *Symulacja komputerowa. Pojęcia i metody*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

- Fishman, G. (2001). *Discrete-event simulation: Modeling, programming, and analysis*. Springer.
- Goldratt, E. M. i Cox, J. (2016). *The goal: A process of ongoing improvement*. Routledge.
- Gordon, G. (1974). *Symulacja systemów*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Hamrol, A., Gawlik, J. i Skołod, B. (2015). *Strategie i praktyki sprawnego działania: Lean, Six Sigma i inne*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Łatuszyńska, M. (2011). Metody symulacji komputerowej – próba klasyfikacji logicznej. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, 41.
- Łupicka, A. i Konecka, S. (2022). Ryzyko zakłóceń w łańcuchach dostaw w dobie kryzysów gospodarczych i pandemii COVID-19. W: S. Konecka i A. Łupicka (red.), *Logistyka gospodarki światowej* (s. 44–59). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-106-4/3>
- Maryniak, A., Bulhakova, Y. i Lewoniewski, W. (2021). *Resilient supply chains 4.0 – a research review*. 2021 26th IEEE Asia-Pacific Conference on Communications, APCC. Kuala Lumpur, Malaysia. <https://doi.org/10.1109/APCC49754.2021.9609916>
- Mielczarek, B. (2009). *Modelowanie symulacyjne w zarządzaniu. Symulacja dyskretna*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Moore, R. i Scheinkopf, L. (1998). *Theory of constraints and lean manufacturing: Friends or foes*. Chesapeake Consulting.
- Naylor, T. (1975). *Modelowanie cyfrowe systemów ekonomicznych*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Nowicka, K. i Szymczak, M. (2020). Logistyka i łańcuchy dostaw w obliczu czwartej rewolucji przemysłowej. *Studia BAS*, 3(63), 61–84. <https://doi.org/10.31268/StudiaBAS.2020.22>
- Ocicka, B., Mierzejewska, W. i Brzeziński, J. (2022). Correction: Creating supply chain resilience during and post-COVID-19 outbreak: The organizational ambidexterity perspective. *DECISION*, 49, 361. <https://doi.org/10.1007/s40622-022-00322-z>
- Robinson, S. (2004). *Simulation: The practice of model development and use*. John Wiley & Sons.
- Sargut, G. i McGrath, R. G. (2011). Learning to live with complexity. *Harvard Business Review*, 89(9), 68–76. <https://www.semanticscholar.org/paper/Learning-to-live-with-complexity.-Sargut-McGrath/c96d248a8b4f9b3b5722b1ae483c67ec24ebb686>
- Szymczak, M. (2015). Elastyczność, wrażliwość i odporność jako cechy adaptacyjnych łańcuchów dostaw. *Studia Oeconomica Posnaniensia*, 3(6), 39–54.
- Winkowski, J. (1974). *Programowanie symulacji procesów*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.

9

Uczenie maszynowe jako budulec łańcuchów dostaw odpornych na opóźnienia – podejście zorientowane na interesariuszy

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/9>

 Mateusz Wyrembek

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
mateusz.wyrembek@phd.ue.poznan.pl

Machine learning as a building block for resilient supply chains against delays—a stakeholder-centric approach

Abstract: The author focuses on enhancing the resilience of supply chains in the face of increasing globalisation and the complexity of business processes. The study investigates whether the data collected within the supply chain can be effectively utilised to build systems resilient to disruptions and delays using machine learning methods. Special emphasis is placed on understanding stakeholders' predictions of delivery delays, which is crucial for maintaining operational continuity and competitiveness. The chapter begins with a literature review on the application of machine learning in supply chain risk management, with a focus on predicting delays. The methodology section presents various machine learning techniques, such as decision trees, bagging, AdaBoost, and random forests. An experiment was conducted on an extensive dataset, using exploratory analysis to identify key features and build classifiers. The study focuses on analysing data from DataCo Global, attempting to predict delays and interpret the results for supply chain stakeholders. The experiment's results indicate that AdaBoost is the most effective algorithm for this task. This article highlights that machine learning offers promising opportunities in supply chain management but requires continuous development and adaptation to meet the dynamic challenges of this field.

Keywords: supply chain resilience, supply chain delays, machine learning.

Sugerowane cytowanie: Wyrembek, M. (2025). Uczenie maszynowe jako budulec łańcuchów dostaw odpornych na opóźnienia – podejście zorientowane na interesariuszy. W: M. Szymczak (red.), *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki* (s. 160–177). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-251-1/9>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

W dobie globalizacji i coraz większej złożoności procesów biznesowych zarządzanie łańcuchem dostaw stało się kluczowym elementem sukcesu przedsiębiorstw. Coraz częściej organizacje lokalizują swoje ośrodki produkcyjne z dala od rynków, aby optymalizować koszty (Anholcer i in., 2019). Z uwagi na to zjawisko dochodzi do wydłużania się łańcuchów dostaw, przez co ich odporność na różnorodne zakłócenia i niepewność rynkową jest niezbędna dla utrzymania konkurencyjności oraz zapewnienia stabilności działalności. W ostatnich latach takie technologie jak uczenie maszynowe¹ zyskały na znaczeniu jako narzędzia pozwalające na usprawnienie i zwiększenie odporności łańcuchów dostaw.

Współczesne badania w dziedzinie zarządzania łańcuchem dostaw koncentrują się na wykorzystaniu zaawansowanych technologii, zwłaszcza uczenia maszynowego, w celu zwiększenia efektywności i zmniejszenia ryzyka operacyjnego. W tym kontekście szczególnie istotne staje się zrozumienie i przewidywanie potencjalnych opóźnień w dostawach, co jest kluczowe dla utrzymania płynności i niezawodności całego łańcucha.

W ramach opracowania niniejszego rozdziału głównym celem jest zbadanie danych i zaprojektowanie wraz z implementacją klasyfikatorów do przewidywania opóźnień w łańcuchu dostaw przedsiębiorstwa DataCo Global. Badanie jako jedno z pierwszych podejmuje próbę nie tylko przewidywania opóźnień, ale również interpretacji i zrozumienia wyników przez interesariuszy łańcucha dostaw. W tym celu tematyka rozdziału skupia się na następujących kluczowych pytaniach badawczych:

- W jaki sposób różne metody uczenia maszynowego, takie jak klasyfikacja i regresja, są wykorzystywane do przewidywania opóźnień w łańcuchach dostaw?
- Jakie są główne wyzwania i ograniczenia w zastosowaniu algorytmów uczenia maszynowego do przewidywania opóźnień w łańcuchach dostaw?
- Jakie są potencjalne korzyści i ryzyka związane z wykorzystaniem uczenia maszynowego w łańcuchu dostaw przedsiębiorstwa DataCo Global do przewidywania opóźnień?

W pierwszej części rozdziału dokonano przeglądu literatury na temat zastosowania uczenia maszynowego w przewidywaniu opóźnień w łańcuchu dostaw. Następnie omówiono zastosowaną metodykę do przeprowadzenia eksperymentu. W ostatniej części omówiono poszczególne części projektu wraz z interpretacją wyników.

¹ W literaturze można spotkać wiele różnych definicji uczenia maszynowego. Przykładowo Wenzel i in. (2019) definiują je jako: „podobszar sztucznej inteligencji, który reprezentuje inny sposób programowania. Przykładowe dane zastępują sztywne reguły obliczeniowe programu. Z podanych przykładowych danych metody lub algorytmy uczenia wydobywają prawidłowości statystyczne i przedstawiają je w postaci modeli. Modele mogą reagować na nowe, nieznane dane i klasyfikować je do kategorii lub dokonywać predykcji”.

9.1. Przegląd literatury

W ostatnich latach najbardziej znaną metodą w koncepcji zarządzania ryzykiem łańcucha dostaw jest zastosowanie nowej, cyfrowej technologii, takiej jak uczenie maszynowe.

Algorytmy uczenia maszynowego mają szeroki zakres zastosowań w zarządzaniu ryzykiem łańcucha dostaw, w tym wykrywanie oszustw finansowych (Constante-Nicolalde i in., 2020), przewidywanie ryzyka kredytowego (Xia i in., 2023), wyznaczanie najlepszych dostawców (Zheng i in., 2023) lub prognozowanie popytu (Carbonneau i in., 2008).

Jednym z nowatorskich i znaczących obszarów wykorzystania uczenia maszynowego w zarządzaniu ryzykiem łańcucha dostaw jest przewidywanie opóźnień. Na podstawie przeglądu literatury można wyodrębnić dwa główne podejścia do tego problemu: klasyfikację oraz regresję. W pierwszym przypadku badania (np. Baryannis i in., 2019; Brintrup i in., 2020; Cavalcante i in., 2019; Lolla i in., 2023; Sarbas i in. 2023; Wani i in., 2022) koncentrują się na przewidywaniu, czy dostawy są terminowe lub nieterminowe. Metody regresji, takie jak te zastosowane przez Steinberga i in. (2023), de Cos Jueza i in. (2010) oraz Biazon de Oliveirę i in. (2021), koncentrują się na dokładnym przewidywaniu czasu dostawy (*lead time*).

Wielu badaczy korzysta z publicznych zestawów danych, jak to widać w publikacjach Lolli i in. (2023), Wani i in. (2022) oraz Sarbasa i in. (2023), gdzie wykorzystywany jest zestaw danych z łańcucha dostaw przedsiębiorstwa DataCo Global. W pracach tych osiągane są wysokie wyniki predykcyjne zastosowanych algorytmów, wszystkie metryki w nich osiągają poziom powyżej 90%. Baryannis i in. (2019), Wyrembek (2023) oraz Brintrup i in. (2020) osiągnęli znaczącą wydajność predykcyjną, lecz napotkali problem tzw. kłutwy wielowymiarowości. Z tego też powodu, mimo teoretycznie wysokiej skuteczności, praktyczne zastosowanie tych rozwiązań w środowisku biznesowym mogłoby nie przynieść oczekiwanych rezultatów. W przypadku badania przeprowadzonego przez Cavalcante i in. (2019) jedynie miara dokładności została użyta do oceny ich modeli. Chociaż jest to jedna z najbardziej znanych miar, może dawać niezadowalające wyniki i ma ograniczoną użyteczność (Kozak i in., 2022). Wyrembek (2023) zastosował algorytm AdaBoost dostrajany przez algorytm optymalizacji mrowiskowej, dzięki czemu osiągnął dużą efektywność predykcyjną. Pomimo osiągnięcia wysokich wyników model działał na niedużym zestawie danych z małą liczbą dostaw nieterminowych, przez co najprawdopodobniej doszło do przeuczenia algorytmu.

Badania przeprowadzone przez Biazon De Oliveirę i in. (2021), Steinberga i in. (2023) oraz de Cos Jueza i in. (2010) koncentrują się na różnych problemach związanych z łańcuchem dostaw. Biazon De Oliveira i in. (2021) zaproponowali użycie algorytmów uczenia maszynowego do przewidywania czasów opóźnień dostaw

przez operatora logistycznego w łańcuchu dostaw leków. Z kolei Steinberg i in. (2023) skupili się na przewidywaniu czasu realizacji przez dostawców. Natomiast de Cos Juez i in. (2010) wykorzystali metodę SVM do przewidywania opóźnień dostaw komponentów metalowych w łańcuchu dostaw branży lotniczej, skupiając się na producencie. Wszystkie trzy badania mają jednak wspólne ograniczenie, polegające na analizowaniu tylko wybranego ogniwa, a nie całego łańcucha.

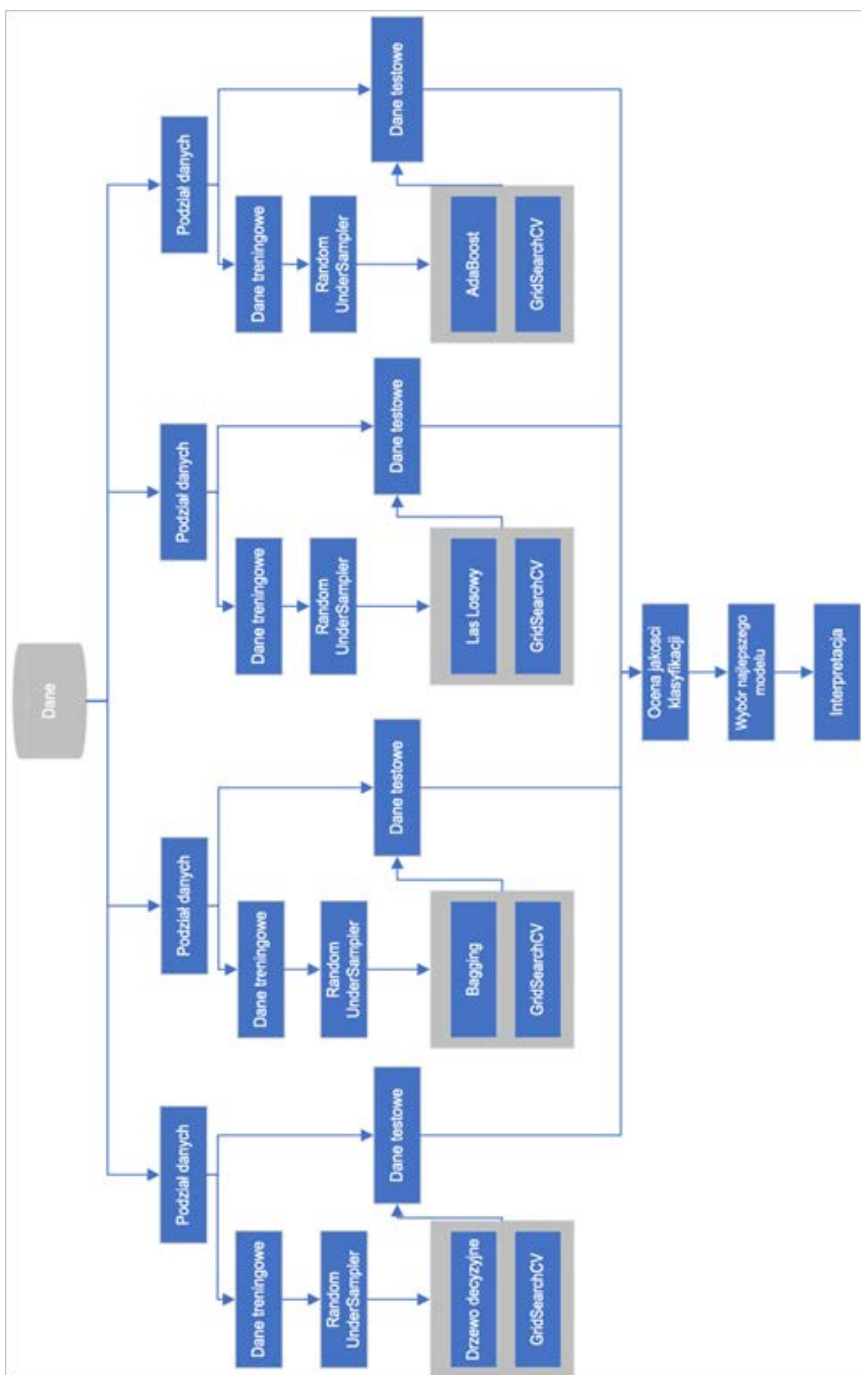
Badania przeprowadzone przez Viellechnera i Spinlera (2020) oraz Shaha i in. (2023) łączą oba podejścia. Badanie przeprowadzone przez Viellechnera i Spinlera (2020) miało na celu zwiększenie przejrzystości w zakresie opóźnień statków kontenerowych między Europą a Azją poprzez opracowanie modelu predykcyjnego. Sieć neuronowa dała najlepsze wyniki klasyfikacji, podczas gdy SVM wypadła najlepiej w modelowaniu regresji. Jednak ograniczeniem ich badania jest to, że skupili się na poziomie planowania strategicznego, aby wyciągnąć długoterminowe wnioski dotyczące operacji, zamiast skoncentrować się na codziennych krótkoterminowych dostosowaniach. Z drugiej strony Shah i in. (2023) zaproponowali wykorzystanie algorytmów uczenia maszynowego z zestawami danych utworzonymi z danych z sieci blockchain w celu usprawnienia operacji i zarządzania łańcuchem dostaw poprzez analizę liczby opóźnionych leków, długości opóźnienia i przewidywanie przyszłych opóźnień na podstawie danych dostarczonych dla określonego odcinka czasu. Jednak obecny stan badań Shaha i in. (2023) w tym obszarze jest wciąż na wczesnym etapie, proponując czysto teoretyczne rozwiązania, które nie zostały jeszcze wdrożone ani zastosowane w rzeczywistym studium przypadku.

Badania nad wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego do przewidywania opóźnień w łańcuchach dostaw stoją przed wyzwaniami związanymi z obsługą wielowymiarowych danych i często koncentrują się na wybranym ogniwie łańcucha dostaw. Wskazać też należy, że niektóre prace mają charakter teoretyczny bez implementacji do środowiska biznesowego.

Zważywszy na luki badawcze zidentyfikowane w tym przeglądzie literatury, badanie stanowi unikatowe studium przypadku, które stosuje uczenie maszynowe do analizy predykcyjnej w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Projekt koncentruje się na całym łańcuchu dostaw, przewidując, czy dostawa jest opóźniona, czy nie, przy użyciu zbioru danych DataCo Global. Przedstawione badanie stanowi jedną z pierwszych prób przewidywania opóźnień w łańcuchu dostaw przy jednoczesnej próbie interpretacji wyników dla jego interesariuszy.

9.2. Metodyka

W części tej opisana zostanie przyjęta metodyka badania zgodna z rysunkiem 9.1.



Rysunek 9.1. Schemat proponowanej metodyki

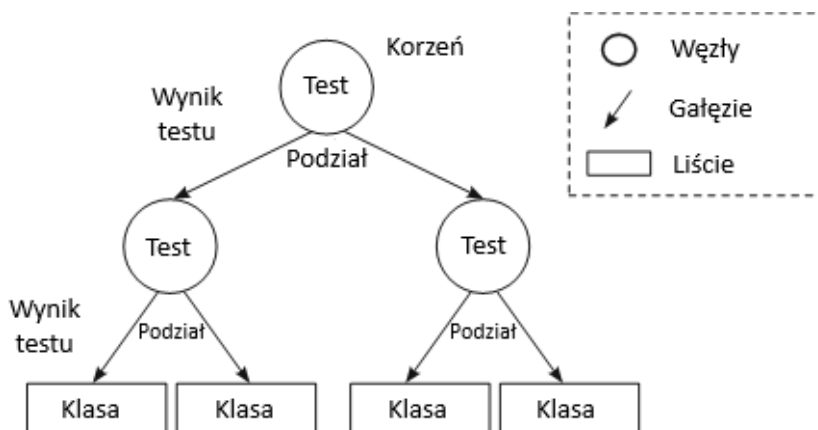
Źródło: opracowanie własne.

9.2.1. Drzewo decyzyjne

Drzewa decyzyjne należą do popularnych metod klasyfikowania danych. Ich wykorzystanie jest istotne, zwłaszcza z powodu efektywności i prostoty procesu klasyfikacji obiektów z perspektywy złożoności obliczeniowej. Drzewo decyzyjne jest acyklicznym grafem skierowanym, który składa się z (Kozak, 2019):

- korzenia,
- wierzchołków określanych jako węzły,
- krawędzi, które są gałęziami,
- liści, czyli wierzchołków bez następców.

Drzewa decyzyjne należy określać jako model sukcesywny, który skutecznie i spójnie łączy serię podstawowych testów, w których cecha numeryczna jest porównywana z wartością progową w każdym teście (Jijo i Abdulazeez, 2023). W badaniu jest wykorzystywany algorytm z biblioteki *scikit-learn* znany jako `DecisionTreeClassifier()`, który wykorzystuje zoptymalizowaną wersję CART (drzewa klasyfikacji i regresji) do przewidywania zmiennej docelowej (Lolla i in., 2023). Przykładowe drzewo decyzyjne zostało zobrazowane na rysunku 9.2.



Rysunek 9.2. Przykładowe drzewo decyzyjne

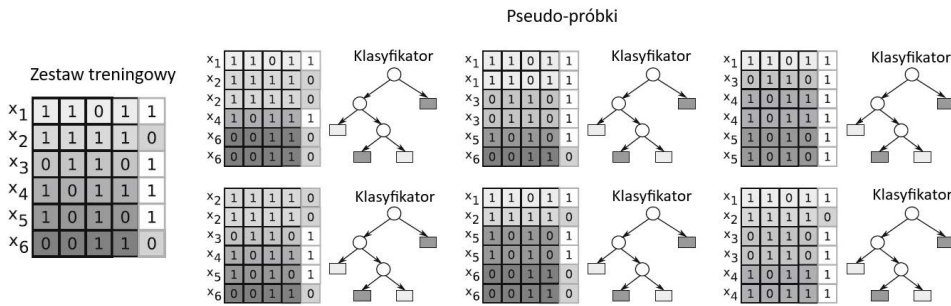
Źródło: (Kozak, 2019).

9.2.2. Bagging

Bagging stanowi grupę klasyfikatorów zbudowanych na zasadzie agregacji bootstrapowej. Jest on często przedstawiany jako jeden z najwcześniejszych i zarazem najbardziej elementarny zestaw klasyfikatorów (Kozak, 2019).

Działanie algorytmu polega na agregacji, która przy przewidywaniu wyniku numerycznego wykorzystuje średnią z różnych wersji, a przy przewidywaniu klasy – głosowanie większościowe (Breiman, 1996). Każdy podzbiór danych (pseudopróbki) posiada tę samą liczbę elementów co oryginalny zestaw treningowy (próbka treningowa), a każda pseudopróbka jest generowana przez losowy wybór. Jeśli próbka treningowa zawiera n elementów, to każda pseudopróbka również będzie zawierać n elementów, przy czym każdy element z próbki treningowej jest wybierany z jednakowym prawdopodobieństwem wynoszącym $1/n$ (Kozak, 2019).

W badaniu wykorzystywany jest algorytm z biblioteki *scikit-learn* znany jako `BaggingClassifier()`, który wykorzystuje algorytm `DecisionTreeClassifier()` jako bazowy klasyfikator (Lolla i in., 2023). Przykład działania baggingu został przedstawiony na rysunku 9.3.



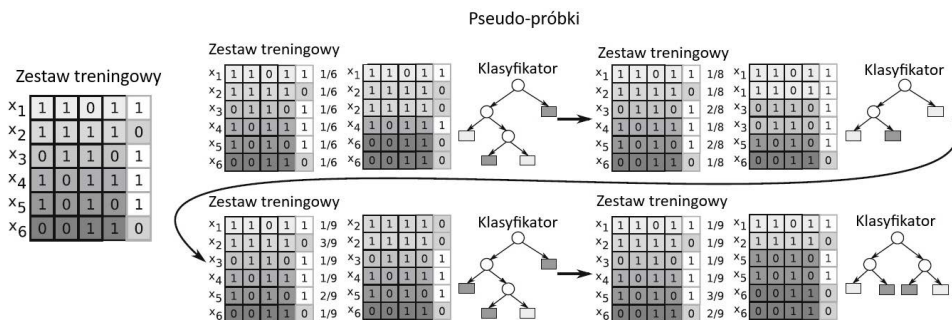
Rysunek 9.3. Schemat działania baggingu

Źródło: (Kozak, 2019).

9.2.3. Adaboost

AdaBoost został opracowany przez Freunda i Schapire'a w 1995 roku (Chengsheng i in., 2017). Ten algorytm jest wyjątkową formą boostingu, która dostosowuje wagi obiektów w zestawie uczącym na podstawie błędów klasyfikacyjnych istniejących już klasyfikatorów w zestawie (Wyrembek, 2023).

W metodzie boostingu, podobnie jak w baggingu, tworzy się wiele słabych klasyfikatorów na podstawie specjalnie wygenerowanych pseudopróbek, a proces klasyfikacji opiera się na głosowaniu z wykorzystaniem wytworzonych klasyfikatorów. Pseudopróbki są tworzone poprzez ponowne losowanie, co oznacza, że z próbki treningowej o n elementach, dla każdej pseudopróbki losuje się zestaw n elementów. Początkowo pseudopróbka jest tworzona tak samo jak w baggingu, czyli każdy element ma takie samo prawdopodobieństwo wyboru $1/n$. W dalszych krokach



Rysunek 9.4. Schemat działania AdaBoost

Źródło: (Kozak, 2019).

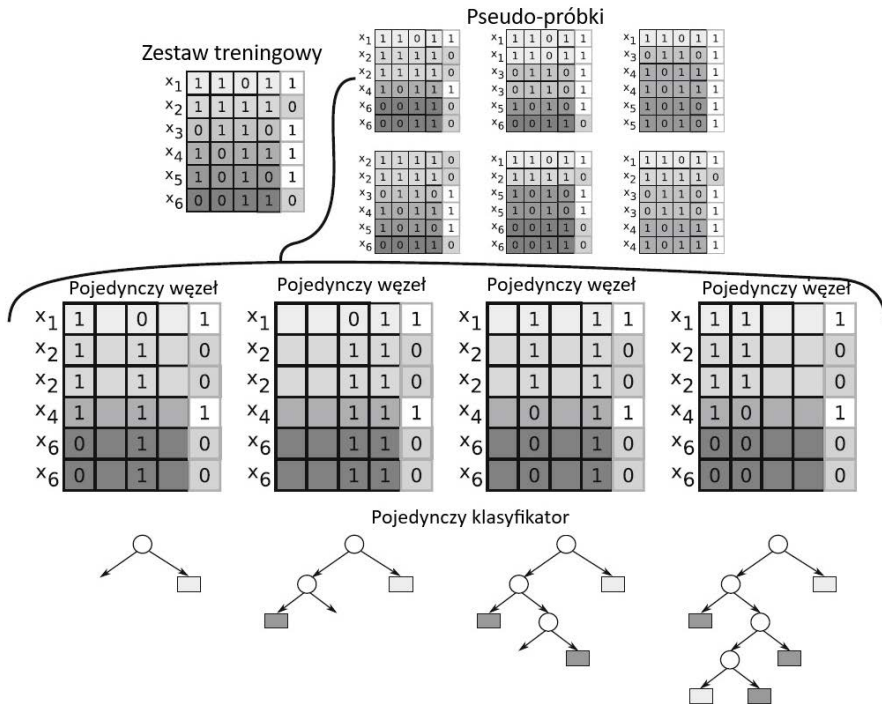
pseudopróbki są konstruowane w zależności od wyników klasyfikacji obiektów za pomocą drzewa decyzyjnego (lub innego klasyfikatora) utworzonego z pierwszej pseudopróbki (Kozak, 2019). Przykład działania AdaBoost został przedstawiony na rysunku 9.4.

9.2.4. Las losowy

Las losowy został również opracowany przez Breimana jako rozwinięcie baggingu (Breiman, 2001). Algorytm opiera się na analizie porównawczej z baggingiem i boostingiem. W lasach losowych jako podstawowy i jedyny klasyfikator wykorzystywane jest drzewo decyzyjne (Abdulla, 2023).

Lasy losowe inicjują swoje działanie przez stworzenie wielu pseudopróbek z zestawu treningowego. Każda pseudopróbka jest tworzona poprzez ponowne losowanie, co oznacza, że elementy są wybierane losowo z oryginalnego zestawu treningowego z równym prawdopodobieństwem. Proces ten generuje różne kombinacje danych, które mogą zawierać powtórzenia niektórych przypadków, zapewniając unikatowość każdej pseudopróbki. Następnie dla każdej pseudopróbki buduje się pojedyncze drzewo decyzyjne. W procesie tworzenia drzewa w każdym węźle jest wybierany podzbiór cech z całego zestawu, na którym dokonuje się podziału. To losowe wybieranie podzbioru cech pomaga w zapewnieniu różnorodności wewnątrz lasu i zwiększa jego odporność na przeuczenie. W końcowym etapie las losowy klasyfikuje nowe dane poprzez zastosowanie agregacji wyników z wszystkich drzew (Abdulla, 2023; Jafarzadeh, 2021; Kozak, 2019).

W przypadku zadań klasyfikacyjnych ostateczna decyzja jest wynikiem głosowania większościowego między drzewami – klasa, która otrzyma najwięcej głosów, zostaje wybrana jako przewidywanie lasu (Kozak, 2019). Przykład budowy lasu losowego został przedstawiony na rysunku 9.5.



Rysunek 9.5. Schemat budowy lasu losowego

Źródło: (Kozak, 2019).

9.2.5. GridSearchCV

GridSearchCV to metoda używana do znajdowania optymalnych hiperparametrów między innymi dla modeli klasyfikacyjnych (Radzi i in., 2021). Hiperparametry to ustalone konfiguracje, które nie zmieniają się automatycznie podczas procesu uczenia modelu, ale mają istotny wpływ na jego działanie i skuteczność (Bartz i in., 2023).

GridSearchCV przeszukuje siatkę możliwych hiperparametrów, systematycznie testując różne kombinacje w poszukiwaniu tej, która zapewnia najlepsze wyniki. Proces ten obejmuje walidację krzyżową, czyli podział danych na podzbiory, na których model jest trenowany i testowany, co pozwala ocenić jego efektywność (Bergstra i Bengio, 2012). Po przetestowaniu wszystkich kombinacji GridSearchCV wybiera najlepszy zestaw hiperparametrów, kierując się wybraną metryką oceny, taką jak między innymi dokładność klasyfikacji (Wang i in., 2022).

Metoda ta jest szczególnie wartościowa, gdyż pozwala na dokładne dostrojenie modelu, chociaż wymaga też dużej mocy obliczeniowej ze względu na konieczność wielokrotnego trenowania modelu.

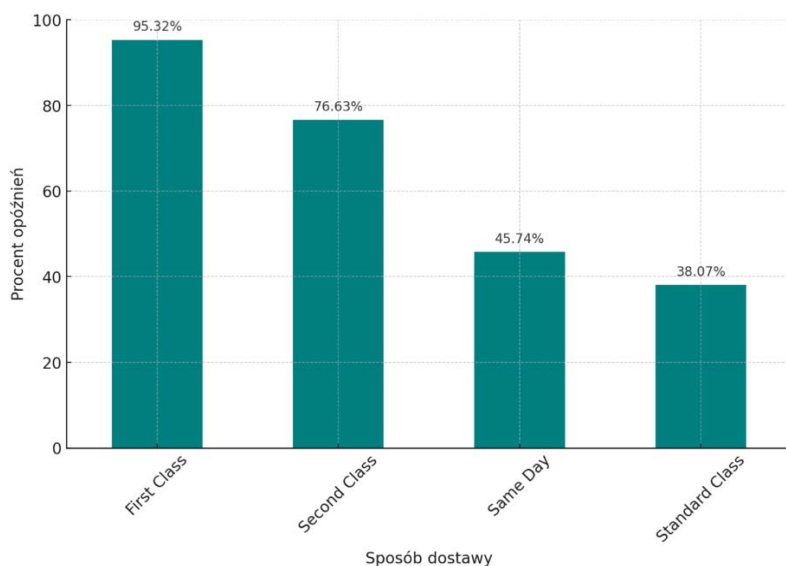
9.3. Eksperyment

Do przeprowadzenia niniejszego eksperymentu został użyty zestaw danych z łańcucha dostaw przedsiębiorstwa DataCo Global udostępniony przez Constante-Nicolalde i in. (2020). Informacje były zbierane w latach 2015–2018. Zestaw danych zawiera 180 519 rekordów w 53 kolumnach. Jako zmienną docelową wybrano `Late_delivery_risk`. Składa się ona z dwóch klas, wobec czego zachodzi tutaj problem klasyfikacji binarnej. Odpowiednie cechy zostaną wybrane za pomocą analizy eksploracyjnej. Eksperyment został wykonany na komputerze Macbook Air 2021, a modele wdrożone przy użyciu języka programowania python.

9.3.1. Eksploracyjna analiza danych

W uczeniu maszynowym analiza eksploracyjna to proces sprawdzania, oczyszczania, przekształcania i modelowania danych w celu odkrycia przydatnych informacji (Sarbas i in., 2023).

Pierwszym etapem było sprawdzenie, ile nieterminowych i terminowych dostaw jest w badanym zestawie danych. W latach 2015–2018 było 98 977 dostaw opóźnionych i 32 196 na czas. Na podstawie tej informacji należy stwierdzić, że zmienna docelowa nie jest mocno niezerównoważona. Ważne jest, aby zająć się tą kwestią na



Rysunek 9.6. Opóźnienie poszczególnych sposobów dostawy w ujęciu procentowym

Źródło: opracowanie własne.

tym etapie, ponieważ w przeciwnym razie może to prowadzić do nadmiernego lub niedostatecznego dopasowania modelu (Lolla i in., 2023). Istnieje kilka metod podejścia do tego problemu, jednakże w tym przypadku użyta zostanie metoda `RandomUnderSampler`, która usuwa losowo wybrane próbki z klasy większościowej w celu zrównoważenia liczby próbek między nimi (Bach i in., 2019).

Na podstawie analizowanego zbioru danych można stwierdzić, że jest to międzynarodowy łańcuch dostaw obejmujący między innymi Europę, Amerykę Północną i Południową, Afrykę i Azję. Przedsiębiorstwo oferuje cztery metody wysyłki do klienta końcowego, takie jak *First Class*, *Second Class*, *Same Day* oraz *Standard Class*. Opóźnienie w ujęciu procentowym poszczególnych sposobów dostawy zostały przedstawione na rysunku 9.6.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wybrano następujące zmienne do zbudowania klasyfikatora: *Days for shipment scheduled* (liczba planowanych dni dostawy do odbiorcy), *Category Id* (identyfikator kategorii produktu), *Type* (typ płatności) oraz *Shipping Mode* (sposób dostawy). Proponowany klasyfikator w zapisie matematycznym wygląda następująco:

$$\textbf{Klasyfikator} = P(\textit{Late_delivery_risk} | \textit{Days for shipment scheduled}, \\ \textit{Category Id}, \textit{Type}, \textit{Shipping Mode})$$

9.3.2. Budowa modeli i ocena jakości ich klasyfikacji

Po przeanalizowaniu danych i zdefiniowaniu cech modeli należy je zbudować. Do trenowania modeli użyto języka programowania python z wykorzystaniem między innymi bibliotek *scikit-learn*, *numpy* i *pandas*.

Pierwszym etapem było zastosowanie metody `GridSearchCV` do optymalizacji czterech różnych algorytmów uczenia maszynowego: baggingu, AdaBoost, drzewa decyzyjnego i lasu losowego. Każdy z tych algorytmów został dokładnie dostrojony przy użyciu specyficznych dla nich hiperparametrów, które przedstawiono w tabeli 9.1. Kluczowe parametry zostały ustalone na podstawie wstępnej analizy charakterystyki danych oraz specyfiki problemu opóźnień w łańcuchu dostaw.

W procesie doboru najlepszej konfiguracji przyjęto jako kryterium oceny dokładność predykcyjną modelu, co pozwoliło na bezpośrednie porównanie efektywności poszczególnych kombinacji hiperparametrów. Walidacja krzyżowa, przeprowadzona w ramach `GridSearchCV`, wykorzystwała pięciokrotny podział danych, co zwiększyło wiarygodność oceny modelu poprzez jego testowanie na różnorodnych podzbiorach. Takie podejście pozwoliło na systematyczne i rzetelne przeszukiwanie przestrzeni parametrów, co jest kluczowe w kontekście zastosowania algorytmów uczenia maszynowego do budowania łańcuchów dostaw odpornych na opóźnienia. Następnie na podstawie najlepszych hiperparametrów wytrenowano modele.

Tabela 9.1. Hiperparametry wybranych algorytmów

Algorytm	Hiperparametry	Opis
Adaboost	<i>n_estimators, learning_rate, algorithm, random_state</i>	liczba estymatorów, tempo uczenia, algorytm i stan losowości
Las losowy	<i>n_estimators, max_depth, min_samples_split, min_samples_leaf</i>	liczba drzew, maksymalna głębokość, minimalna liczba próbek do podziału i liścia
Drzewo decyzyjne	<i>criterion, max_depth, min_samples_split, min_samples_leaf</i>	kryterium podziału, maksymalna głębokość, minimalna liczba próbek do podziału i liścia
Bagging	<i>n_estimators, max_samples, max_features, bootstrap</i>	liczba estymatorów, maksymalna liczba próbek, maksymalna liczba cech, bootstrapping

Źródło: opracowanie własne.

W kontekście problemów klasyfikacji binarnej, takich jak ten rozważany, przypadki mogą być oznaczone jako pozytywne lub negatywne. Biorąc pod uwagę tę dychotomię, wyniki klasyfikacji można podzielić na cztery odrębne kategorie, które tworzą macierz pomyłek: prawdziwie pozytywne (TP), prawdziwie negatywne (TN), fałszywie pozytywne (FP) i fałszywie negatywne (FN). Zarówno TP, jak i TN reprezentują przypadki, w których klasyfikacja została przeprowadzona poprawnie. FP to fałszywy alarm, zwany także błędem typu I, a FN reprezentuje przypadki niesklasyfikowane, zwane także błędem typu II (Wyrembek, 2023). Innymi słowy można stwierdzić, że:

- TP – model prawidłowo przewidział wystąpienie opóźnienia,
- TN – model prawidłowo nie przewidział wystąpienia opóźnienia,
- FP – model błędnie przewidział wystąpienie opóźnienia,
- FN – model błędnie przewidział, że opóźnienie nie wystąpi.

Na podstawie macierzy pomyłek można obliczyć kilka miar wydajności dla modelu. obejmujących (Wyrembek, 2023):

- Dokładność mierzy odsetek poprawnie sklasyfikowanych przypadków wśród wszystkich instancji, w tym wyników prawdziwie pozytywnych (TP), prawdziwie negatywnych (TN), fałszywie pozytywnych (FP) i fałszywie negatywnych (FN).
- Precyzja odzwierciedla skuteczność modelu i wskazuje stosunek wyników prawdziwie pozytywnych (TP) do sumy wyników prawdziwie pozytywnych (TP) i fałszywie pozytywnych (FP).
- Pokrycie mierzy zdolność modelu do poprawnego identyfikowania pozytywnych instancji i jest definiowany jako stosunek wyników prawdziwie pozytywnych (TP) do sumy wyników prawdziwie pozytywnych (TP) i fałszywie negatywnych (FN).

- Wynik F1 jest miarą wydajności, która reprezentuje średnią harmoniczną precyzji i pokrycia, zapewniając zrównoważoną perspektywę wydajności modelu.
- Współczynnik korelacji Matthews (MCC) odzwierciedla skuteczność modelu w klasyfikacji binarnej. Uwzględnia on wyniki prawdziwie pozytywne (TP), prawdziwie negatywne (TN), fałszywie pozytywne (FP) i fałszywie negatywne (FN) i podaje wartość w zakresie od -1 do 1 . Jest on definiowany jako kowariancja między przewidywaną a rzeczywistą klasyfikacją binarną, podzielona przez iloczyn odchyłeń standardowych przewidywanej i rzeczywistej klasyfikacji.

W tabeli 9.2 przedstawiono wyniki oceny jakości klasyfikacji zbudowanych modeli. Najlepsze wyniki dla każdej oceny zostały pogrubione. Najlepszym klasyfikatorem jest AdaBoost.

Tabela 9.2. Wyniki oceny jakości klasyfikacji zbudowanych modeli

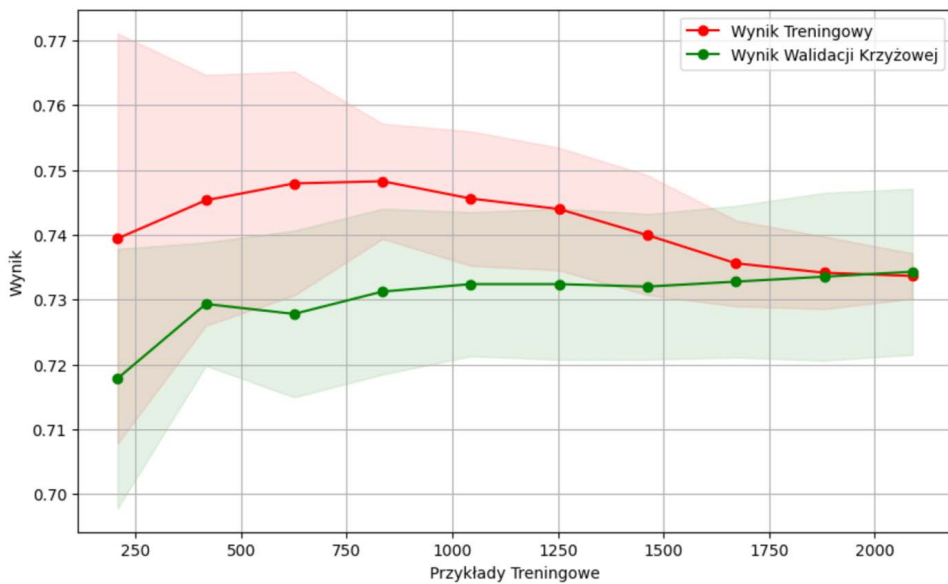
Klasyfikator	Dokładność	Precyzja	Pokrycie	Wynik F1	MCC	Czas treningu
AdaBoost	0,69	0,83	0,56	0,67	0,43	216,23 s
Las losowy	0,69	0,83	0,56	0,67	0,43	221,21 s
Drzewo decyzyjne	0,69	0,82	0,57	0,67	0,42	862,74 s
Bagging	0,69	0,80	0,59	0,68	0,42	3,85 s

Źródło: opracowanie własne.

9.3.3. Interpretacja

Jak już zauważono, najlepszym klasyfikatorem jest AdaBoost, co wynika z jego przewagi w większości metryk jakościowych. Dokładność modelu na poziomie 0,69, choć nie jest doskonała, wskazuje, że model ten skutecznie identyfikuje prawidłowe przypadki opóźnień w łańcuchu dostaw w prawie 70% przypadków. Jest to szczególnie istotne w kontekście zarządzania ryzykiem, gdzie każdy procent poprawy dokładności może przekładać się na znaczne oszczędności i optymalizację procesów. Precyzja klasyfikatora, na poziomie 0,83, sugeruje, że gdy przewiduje on wystąpienie opóźnienia, jest to predykcja bardzo wiarygodna. Dla menedżerów łańcuchów dostaw, którzy muszą szybko reagować na potencjalne zakłócenia, wysoka precyzja może oznaczać, że mogą oni podejmować środki zaradcze z większą pewnością co do ich potrzeby. Pokrycie wynoszące 0,56 może być obszarem do dalszej optymalizacji, ponieważ wskazuje na to, że model nie wykrywa wszystkich faktycznych przypadków opóźnień, co w rzeczywistości może prowadzić do niezauważenia niemal połowy potencjalnych problemów. Wynik F1 na poziomie 0,67, będący balansem między precyzją a pokryciem, potwierdza, że model ma umiarkowaną zdolność do jednoczesnego maksymalizowania obu tych metryk.

Współczynnik korelacji Matthews na poziomie 0,43, choć lepszy niż losowe przewidywanie, wskazuje na przestrzeń do poprawy. MCC jest często uznawany za bardziej wiarygodną miarę jakości klasyfikacji, szczególnie w przypadku niezbalansowanych klas, co jest typowe dla problemów związanych z łańcuchem dostaw, gdzie opóźnienia nie zdarzają się tak często jak terminowe dostawy. Czas treningu wynoszący 216,23 sekundy świadczy o relatywnie szybkiej zdolności do adaptacji modelu, co jest kluczowe w dynamicznie zmieniających się warunkach zarządzania łańcuchem dostaw, umożliwiając szybką aktualizację modelu w odpowiedzi na nowe dane lub warunki rynkowe.



Rysunek 9.7. Krzywe uczenia

Źródło: opracowanie własne.

Analizując krzywe uczenia (rysunek 9.7), obserwujemy, że zarówno wynik treningowy, jak i walidacji krzyżowej jest zbieżny przy większej liczbie przykładów treningowych, co wskazuje na stabilizację modelu. Brak znaczących różnic między tymi wynikami wskazuje na dobrą generalizację modelu. Wartości dokładności na poziomie od 0,73 do 0,75 oraz zbieżność krzywych sugerują, że model osiągnął punkt nasycenia, co implikuje, że dodanie większej ilości danych treningowych prawdopodobnie nie przyniesie znaczącej poprawy. W kontekście specyfiki zadania klasyfikacyjnego, naturalnej zmienności danych oraz bazowych wyników dla danego problemu przedstawiony klasyfikator wykazuje właściwe cechy zdolności predykcyjnej opóźnień w łańcuchu dostaw, zachowując równowagę między dopasowaniem do danych treningowych a generalizacją do nowych, niewidzianych przypadków.

Podsumowanie

Badanie to stanowi wkład w dziedzinę zarządzania łańcuchem dostaw, demonstrując możliwości zastosowania zaawansowanych technologii uczenia maszynowego do przewidywania opóźnień. Kluczowe pytania badawcze zostały rozważone, a odpowiedzi na nie znaleziono w kontekście konkretnego przypadku przedsiębiorstwa DataCo Global oraz przeglądu literatury:

Metody uczenia maszynowego w przewidywaniu opóźnień w łańcuchach dostaw: badanie potwierdziło efektywność różnych metod uczenia maszynowego, w tym drzew decyzyjnych, baggingu, AdaBoost oraz lasów losowych, w przewidywaniu opóźnień. Każda z tych metod ma swoje specyficzne zalety i ograniczenia, lecz AdaBoost wyróżniał się jako najbardziej efektywny w kontekście danego zadania.

Wyzwania i ograniczenia algorytmów uczenia maszynowego: ograniczenia te obejmują trudności związane z obsługą wielowymiarowych danych, ryzyko przeuczenia modeli oraz konieczność ciągłego dostosowywania algorytmów do zmieniających się warunków rynkowych. Ponadto istnieje wyzwanie w zakresie interpretacji wyników przez interesariuszy łańcucha dostaw, co zostało częściowo rozwiązane poprzez szczegółową analizę wyników i ich prezentację.

Korzyści i ryzyka związane z wykorzystaniem uczenia maszynowego: korzyścią jest możliwość lepszego przewidywania i zarządzania opóźnieniami, co przekłada się na optymalizację kosztów i poprawę efektywności operacyjnej.

Wnioski wyciągnięte z badania wskazują, że zastosowanie uczenia maszynowego w zarządzaniu łańcuchem dostaw może znacząco się przyczynić do lepszego przewidywania i zarządzania opóźnieniami. Jednakże sukces takich systemów zależy od ciągłej adaptacji do zmieniających się warunków oraz od skutecznej komunikacji wyników do interesariuszy. Mimo że najlepsze wyniki osiągnięto za pomocą klasyfikatora AdaBoost, dalsze badania mogą skupić się na optymalizacji innych algorytmów i eksploracji dodatkowych czynników wpływających na opóźnienia w łańcuchu dostaw.

W przyszłości można by rozważyć zastosowanie bardziej złożonych modeli uczenia maszynowego, takich jak głębokie sieci neuronowe, które mogą odkrywać bardziej subtelne wzorce w danych. Dodatkowo integracja z takimi technologiami jak blockchain może zapewnić jeszcze lepszą jakość danych i większą transparentność w całym łańcuchu dostaw.

Badanie to pokazuje, że choć uczenie maszynowe oferuje obiecujące możliwości w zarządzaniu łańcuchem dostaw, wymaga to ciągłego rozwoju, testowania i dostosowywania, aby sprostać dynamicznym i złożonym wyzwaniom w tej dziedzinie.

Bibliografia

- Abdulla, A., Baryannis, G. i Badi, I. (2023). An integrated machine learning and MARCOS method for supplier evaluation and selection. *Decision Analytics Journal*, 9, 100342.
- Anholcer, M., Hinc, T. i Kawa, A. (2019). Losses in transportation—importance and methods of handling. W: A. Kawa i A. Maryniak (red.), *SMART Supply Network* (s. 111–128). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91668-2_6
- Bach, M., Werner, A. i Palt, M. (2019). The proposal of undersampling method for learning from imbalanced datasets. *Procedia Computer Science*, 159, 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.167>
- Bartz, E., Bartz-Beielstein, T., Zaefferer, M. i Mersmann, O. (red.). (2023). *Hyperparameter tuning for machine and deep learning with R: A practical guide*. Springer.
- Baryannis, G., Dani, S. i Antoniou, G. (2019). Predicting supply chain risks. Using machine learning: The trade-off between performance and interpretability. *Future Generation Computer Systems*, 101, 993–1004. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.07.059>
- Bergstra, J. i Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. *Journal of Machine Learning Research*, 13(10), 281–305. <https://www.jmlr.org/papers/volume13/bergstra12a/bergstra12a.pdf>
- Biazon de Oliviera, M., Zucchi, G., Lippi, M., Farias, C., Rosa da Silva, N. i Iori, M. (2021). *Lead time forecasting with machine learning techniques for a pharmaceutical supply chain. Paper presentation*. Proceedings of the 23rd International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS). <https://www.scitepress.org/Papers/2021/104344/104344.pdf>
- Breiman, L. (1996). Bagging predictors. *Machine Learning*, 24, 123–140. <https://doi.org/10.1007/BF00058655>
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Brintrup, A., Pak, J., Ratiney, D., Pearce, T., Wichmann, P., Woodall, P. i McFarlane, D. (2022). Supply chain data analytics for predicting supplier disruptions: A case study in complex asset manufacturing. *International Journal of Production Research*, 58(11), 3330–3341. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1685705>
- Cavalcante, I. M., Frazzon, E. M., Forcellini, F. A. i Ivanov, D. (2019). A supervised machine learning approach to data-driven simulation of resilient supplier selection in digital manufacturing. *International Journal of Information Management*, 49, 86–97. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.03.004>
- Carbonneau, R., Laframboise, K. i Vahidov, R. (2008). Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting. *European Journal of Operational Research*, 184(3), 1140–1154.
- Chengsheng, T., Huacheng, L. i Bing, X. (2017). *AdaBoost typical algorithm and its application research*. Proceedings of the 3rd International Conference on Mechanical, Electronic and Information Technology Engineering (ICMITE). <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713900222>
- Constante-Nicolalde, F. V., Guerra-Terán, P. i Pérez-Medina, J. L. (2020). Fraud prediction in smart supply chains using machine learning techniques. W: M. Botto-Tobar, M. Zambrano Vizuete, P. Torres-Carrión, S. Montes León, G. Pizarro Vásquez i B. Durakovic

- (Eds.), *Applied technologies. ICAT 2019. Communications in computer and information science* (s. 145–159). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3_12
- de Cos Juez, F. J., García Nieto, P. J., Martínez Torres, J. i Taboada Castro, J. (2010). Analysis of lead times of metallic components in the aerospace industry through a supported vector machine model. *Mathematical and Computer Modelling*, 52(7–8), 1177–1184. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.03.017>
- Jafarzadeh, H., Mahdianpari, M., Gill, E., Mohammadimanesh, F. i Homayouni, S. (2021). Bagging and boosting ensemble classifiers for classification of multispectral, hyperspectral and PolSAR data: A comparative evaluation. *Remote Sensing*, 13(21), 4405. <https://doi.org/10.3390/rs13214405>
- Jijo, B. T. i Abdulazeez, A. M. (2021). Classification based on decision tree algorithm for machine learning. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 2(1), 20–28. <https://doi.org/10.38094/jastt20165>
- Kozak, J. (2019). *Decision tree and ensemble learning based on ant colony optimization*. Springer.
- Kozak, J., Probiez, B., Kania, K. i Juszczyk, P. (2022). Preference-driven classification measure. *Entropy*, 24(4), 531. <https://doi.org/10.3390/e24040531>
- Lolla, R., Harper, M., Lunn, J., Mustafina, J., Assi, J., Kim Loy, Ch. i Al-Jumeily, D. (2023). Machine Learning techniques for predicting risks of late delivery. W: Y. B. Wah, M. W. Berry, A. Mohamed i D. Al-Jumeily (red.), *Data science and emerging technologies. DaSET 2022. Lecture notes on data engineering and communications technologies* (vol. 165, s. 343–356). Springer.
- Radzi, S. F. M., Karim, M. K. A., Saripan, M. I., Rahman, M. A. A., Isa, I. N. C. i Ibahim, M. J. (2021). Hyperparameter tuning and pipeline optimization via grid search method and tree-based AutoML in breast cancer prediction. *Journal of Personalized Medicine*, 11(10), 978. <https://doi.org/10.3390/jpm11100978>
- Sarbas, P., Sanoob, K. S., Sravan, K., Hafiz, V. S., Thomas, A., Panicker, V. V. i Gopakumar, G. (2023). Development of predictive models for order delivery risk in a supply chain: A machine learning approach. W: X. Li, M. M. Rashidi, R. S. Lather i R. Raman (red.), *Emerging trends in mechanical and industrial engineering. Lecture notes in mechanical engineering* (s. 571–581). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6945-4_43
- Shah, Y., Verma, Y., Sharma, U., Sampat, A. i Kulkarni, V. (2023). *Supply chain for safe & timely distribution of medicines using blockchain & machine learning*. Paper presented at the 2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT). Tirunelveli, India. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT55814.2023.10061049>
- Steinberg, F., Burggräf, P., Wagner, J., Heinbach, B., Saßmannshausen, T. i Brintrup, A. (2023). A novel machine learning model for predicting late supplier deliveries of low-volume-highvariety products with application in a German machinery industry. *Supply Chain Analytics*, 1, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100003>
- Viellechner, A. i Spinler, S. (2020). *Novel data analytics meets conventional container shipping: Predicting delays by comparing various machine learning algorithms*. Paper presented at the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences. <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/85219e6c-7ceb-4529-8f10-16b91e60a8eb>

- Wang, S., Lu, H., Khan, A., Hajati, F., Khushi, M. i Uddin, S. (2022). A machine learning software tool for multiclass classification. *Software Impacts*, 13, 100383. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665963822000847>
- Wani, D., Singh, R., Khanapuri, V. B. i Tiwari, M. K. (2022). Delay prediction to mitigate e-commerce supplier disruptions using voting mechanism. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 731–736. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.495>
- Wenzel, H., Smit, D. i Sardesai, S. (2019). A literature review on machine learning in supply chain management. *Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management: Innovative Approaches for Supply Chains*, 27, 413–441.
- Wyrembek, M. (2023). The application of AdaBoost.M1 based on Ant Colony Optimization to classify the risk of delay in the pharmaceutical supply chain. *Logforum*, 19(2), 263–275. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2023.837>
- Xia, Y., Xu, T., Wei, M. X., Wei, Z. K. i Tang, L. J. (2023). Predicting chain's manufacturing SME credit risk in supply chain finance based on machine learning methods. *Sustainability*, 15(2), 1087.
- Zheng, G., Kong, L. i Brintrup, A. (2023). Federated machine learning for privacy preserving, collective supply chain risk prediction. *International Journal of Production Research*, 61(23), 8115–8132. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2164628>

Spis tabel

2.1. Liczba punktów odbioru przesyłek oraz automatów paczkowych.....	37
2.2. Rozwiązania firmy InPost oraz ich podział według rodzaju innowacji	40
2.3. Rozwiązania firmy InPost wprowadzone w czasie pandemii COVID-19.....	43
4.1. Liczba oraz odsetek nieobsadzonych kierowców samochodów ciężarowych w skali globalnej, na podstawie badań Międzynarodowej Unii Transportu Dro- gowego	79
4.2. Wyniki badania ankietowego przeprowadzonego na początku 2022 roku	83
4.3. Wyniki badania ankietowego przeprowadzonego w drugiej połowie 2023 roku	83
4.4. Wyniki testu chi-kwadrat analizującego różnice w odpowiedziach między dwo- ma badaniami	85
5.1. Podział zdarzeń niepożądanych w zależności od stopnia prawdopodobieństwa wystąpienia	94
8.1. Definicje symulacji.....	144
8.2. Wydajności poszczególnych linii.....	155
8.3. Zwiększenie wydajności linii 3 i 4.....	156
8.4. Wydajności poszczególnych linii.....	157
9.1. Hiperparametry wybranych algorytmów	171
9.2. Wyniki oceny jakości klasyfikacji zbudowanych modeli	172

Spis rysunków

1.1. Kierunki ewolucji łańcuchów dostaw	14
1.2. Spodziewane straty na skutek zakłócenia łańcuchów dostaw w różnych bran- żach.....	17
2.1. Nakłady inwestycyjne firmy InPost w latach 2019–2022	43
2.2. Liczba paczkomatów firmy InPost w latach 2019–2022	44
2.3. Wolumen obsłużonych przesyłek przez InPost łącznie w Polsce i za granicą w la- tach 2019–2022	45
2.4. Przychody firmy InPost w latach 2019–2022.....	45
3.1. Schemat postępowania w warunkach pandemii.....	56
3.2. Widok z poczekalni na przestrzeń rejestracji oraz prowadzące do niej śluzy	58
3.3. Mapa z drogami komunikacyjnymi pacjenta w czasie pandemii.....	59
4.1. Procentowy udział odpowiedzi respondentów na pytania dotyczące problemu niedoboru kierowców w badaniu przeprowadzonym na początku 2022 roku ...	83
4.2. Procentowy udział odpowiedzi respondentów na pytania dotyczące problemu niedoboru kierowców w badaniu przeprowadzonym w drugiej połowie 2023 roku.....	84
5.1. Preferencje Polaków w zakresie otrzymywania świadczeń medycznych w okresie pandemii	100
6.1. Tankowiec pod mostem zablokował całą żeglugę z i do Morza Azowskiego.....	112
6.2. Położenie Mostu Krymskiego jako bariery logistycznej dla portów w Berdiańsku i Mariupolu	114
6.3. Morska blokada portów Ukrainy. Lokalizacja masowców transportujących zboże.....	116
6.4. Proponowana trasa środkowego korytarza transportowego	117
7.1. Wisiorek przedstawiający „smoczego mistrza”	122
7.2. Tradycyjny afgański ślubny taniec <i>attan</i>	122
7.3. Wykonawca muzyczny Usman Mansoor z <i>rababem</i>	123
7.4. Międzynarodowa wystawa afgańskich produktów, grudzień 2022.....	124
7.5. Budynek Afghanistan International Expo Center	125
7.6. Mapa połączeń transportowych Afganistanu	127
7.7. Droga Kabul–Dżalalabad, znana także pod nazwą <i>Mahipar</i>	131
7.8. Trolejbus marki Škoda na ulicach Kabulu.....	132
7.9. Handel międzynarodowy Afganistanu w latach 1938–1958	135
7.10. Handel międzynarodowy Afganistanu w latach 1956–1972	136
7.11. Handel międzynarodowy Afganistanu w latach 1948–2022	136
8.1. Sposoby analizy systemów gospodarczych i społecznych.....	143
8.2. Etapy badania symulacyjnego	146
8.3. Interdyscyplinarność metody symulacyjnej	148

8.4. Dane wejściowe do modelu.....	151
8.5. Pierwszy eksperyment symulacyjny.....	152
8.6. Wejścia i wyjścia do i z systemu.....	153
8.7. Wejścia i wyjścia do i z systemu.....	153
8.8. Wejścia i wyjścia do i z systemu.....	153
8.9. Stanowisko owijarki palet.....	154
8.10. Wariant eksperymentu symulacyjnego	157
8.11. Wariant eksperymentu symulacyjnego	157
9.1. Schemat proponowanej metodyki	164
9.2. Przykładowe drzewo decyzyjne.....	165
9.3. Schemat działania baggingu.....	166
9.4. Schemat działania AdaBoost.....	167
9.5. Schemat budowy lasu losowego.....	168
9.6. Opóźnienie poszczególnych sposobów dostawy w ujęciu procentowym	169
9.7. Krzywe uczenia	173

Monografia obejmuje najbardziej aktualne obecnie zagadnienia dotyczące problematyki związanej z logistyką i zarządzaniem łańcuchem dostaw w czasach turbulencji [...]. Prezentowane zagadnienia zawierają istotne najnowsze treści teoretyczne wzbogacające wartość naukową oraz liczne przykłady praktyczne wzbogacające wartość empiryczną. Opracowanie może zatem stanowić cenną pozycję dla naukowców, studentów, jak również dla praktyków gospodarczych oraz decydentów.

Z recenzji wydawniczej prof. dr hab. inż. Macieja Urbaniaka

Książka poświęcona jest zarządzaniu łańcuchami dostaw w czasach, gdy świat dostarcza nam spektakularnych wydarzeń, których nie przewidywaliśmy, a które mają charakter wywrotowy, to znaczy diametralnie zmieniają rzeczywistość, w której żyjemy i działamy. Omówiono w niej zagrożenia, zakłócenia i szoki silnie wpływające na logistykę i funkcjonowanie łańcuchów dostaw. Na wybranych przykładach pokazano, jak budować ich odporność na tego typu zdarzenia, zaprezentowano konkretne sposoby i narzędzia budowania odporności. Autorzy – pracownicy, doktoranci i sympatycy Katedry Logistyki Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu – nie skupiają się wyłącznie na pandemii SARS-CoV-2, ale podejmują również problematykę różnych zagrożeń, zakłóceń i sytuacji destabilizujących logistykę i funkcjonowanie łańcuchów dostaw.

ISBN 978-83-8211-250-4

