Politechnika Częstochowska
Wydział Zarządzania

Praca doktorska

mgr inż. Łukasz Sokołowski

Zarządzanie łańcuchem wartości w branży motoryzacyjnej w warunkach globalnej konkurencyjności

Value chain management in the automotive industry under conditions of global competitiveness

Rozprawa doktorska napisana pod opieką naukową
dr hab. inż. Anny Brzozowskiej, profesor uczelni

Częstochowa 2025

Spis treści

Wstęp **5**

Rozdział 1
Zarządzanie łańcuchem wartości w branży motoryzacyjnej **11**
1.1. Ewolucja i definicja łańcucha wartości 11
1.2. Specyfika branży motoryzacyjnej 28
1.3. Kluczowe obszary funkcjonowania łańcucha wartości w motoryzacji 39

Rozdział 2
Konkurencyjność globalna i innowacje w sektorze motoryzacyjnym **53**
2.1. Otoczenie konkurencyjne w branży motoryzacyjnej 53
2.2. Innowacje i transformacja cyfrowa w motoryzacji 65
2.3. Sztuczna inteligencja (AI) w łańcuchu wartości motoryzacji 73

Rozdział 3
Strategie zarządzania i odporność łańcucha wartości w warunkach globalnej konkurencyjności **85**
3.1. Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw 85
3.2. Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna przedsiębiorstw (CSR/ESG) w branży motoryzacyjnej 101
3.3. Zarządzanie zasobami ludzkimi w kontekście transformacji branży 115

Rozdział 4
Charakterystyka badanych przedsiębiorstw z branży motoryzacyjnej **143**
4.1. Globalne trendy w badaniach nad łańcuchem wartości 143
4.2. Luka badawcza i kierunki dalszych badań 176
4.3. Założenia i kryteria doboru próby badawczej 179
4.4. Charakterystyka respondentów i kontekst danych 185
4.5. Charakterystyka wybranych przedsiębiorstw 190

Rozdział 5
Metodyka badań własnych – opracowanie i walidacja zaproponowanego modelu **235**
5.1. Konstrukcja badań empirycznych: problematyka, hipotezy i metody analityczne 235
5.2. Organizacja procesu badawczego i zastosowane narzędzia 240
5.3. Statystyki opisowe badanej grupy osób 248
5.4. Analiza czynnikowa konfirmacyjna i analiza rzetelności 266
5.5. Statystyczna weryfikacja hipotez badawczych 276
5.6. Analiza moderacji i model SEM (*Structural Equation Modeling*) 290
5.7 Walidacja modelu 298

Dyskusja **307**

Podsumowanie **319**

Bibliografia **323**

Spis tabel **335**

Spis rysunków **337**

Spis wykresów **338**

Załączniki **339**

Streszczenie **343**

Abstract **347**

Wstęp

Branża motoryzacyjna, od dekad zaliczana do kluczowych sektorów światowej gospodarki, przechodzi obecnie etap głębokiego przeobrażenia. Intensywność zmian wynika ze zderzenia kilku fundamentalnych wektorów oddziaływania: wzmożonej presji konkurencyjnej na rynkach międzynarodowych, gwałtownego postępu technologicznego związanego z cyfryzacją i zastosowaniem sztucznej inteligencji (AI), jak również rosnących wymagań społecznych oraz regulacyjnych dotyczących zasad zrównoważonego rozwoju (ESG). W tak dynamicznej i niejednoznacznej rzeczywistości tradycyjne schematy zarządzania tracą swoją skuteczność. Zrozumienie logiki przetrwania i kształtowania przewagi konkurencyjnej wymaga zatem pogłębionego namysłu nad łańcuchem wartości, który przestaje funkcjonować jako linearna sekwencja działań, a zaczyna przyjmować formę globalnej sieci złożonych zależności.

Niniejsza dysertacja koncentruje się na zagadnieniu zarządzania łańcuchem wartości w przemyśle motoryzacyjnym, analizując je poprzez pryzmat wskazanych wcześniej determinant. Współczesne podmioty działające w tej branży stają przed koniecznością nie tylko redukowania kosztów i utrzymania wysokich standardów jakościowych na wszystkich etapach działalności, począwszy od pozyskiwania komponentów, poprzez procesy wytwórcze, aż po obsługę posprzedażową, lecz również integrowania innowacji w ramach strategii korporacyjnych, sprawnego reagowania na ryzyka generowane przez podatne na zakłócenia sieci dostaw oraz adekwatnego kształtowania zmian w obszarze zarządzania kapitałem ludzkim.

Głównym celem poznawczym oraz aplikacyjnym niniejszej dysertacji jest diagnoza i konceptualizacja fundamentalnych relacji występujących w łańcuchu wartości przedsiębiorstw sektora motoryzacyjnego działających w warunkach globalizującej się konkurencji. Opracowanie zmierza do wyjaśnienia, w jaki sposób presja rynkowa oddziałuje na profile strategiczne firm, w jakiej mierze nowe technologie, ze szczególnym uwzględnieniem sztucznej inteligencji, przekształcają poszczególne segmenty łańcucha wartości oraz jak owe przeobrażenia rzutują na realizację celów korporacyjnych, obejmujących także wymogi zrównoważonego rozwoju i zarządzania zasobami ludzkimi. Urzeczywistnienie celu głównego nastąpiło poprzez realizację następujących celów szczegółowych:

1. Teoretyczne i terminologiczne uporządkowanie zagadnień związanych z zarządzaniem łańcuchem wartości w specyficznych uwarunkowaniach branży motoryzacyjnej.
2. Analiza wpływu otoczenia konkurencyjnego na strategie logistyczne oraz funkcjonowanie procesów logistycznych w badanych przedsiębiorstwach.
3. Ocena roli i systemów AI na wybrane obszary funkcjonowania łańcucha wartości, takie jak realizacja celów zrównoważonego rozwoju oraz zarządzanie zasobami ludzkimi.
4. Empiryczna weryfikacja zróżnicowania w ocenie cech łańcucha wartości w zależności od charakterystyki przedsiębiorstwa (wielkość, poziom zaawansowania IT) oraz respondentów (stanowisko, staż pracy, zakres odpowiedzialności).
5. Opracowanie modelu zależności przyczynowo-skutkowych (z wykorzystaniem modelowania równań strukturalnych SEM), który wyjaśnia wzajemne relacje między analizowanymi w pracy zmiennymi.

W niniejszej dysertacji sformułowano zestaw hipotez badawczych, których celem jest weryfikacja występowania różnic w ocenie cech łańcucha wartości w zależności od wybranych zmiennych charakterystycznych dla przedsiębiorstw oraz respondentów.

I. Hipotezy dotyczące różnic w ocenie cech łańcucha wartości
   1. Ze względu na wielkość przedsiębiorstwa
      - H_{01}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami różnej wielkości.
      - H_{11}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od wielkości przedsiębiorstwa.
   2. Ze względu na stanowisko respondentów
      - H_{02}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między pracownikami zajmującymi różne stanowiska.
      - H_{12}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od stanowiska osoby oceniającej.
   3. Ze względu na staż pracy
      - H_{03}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między respondentami o różnym stażu pracy.
      - H_{13}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od stażu pracy.
   4. Ze względu na zakres odpowiedzialności zawodowej
      - H_{04}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między osobami o różnych zakresach odpowiedzialności zawodowej.

- H_{14}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od zakresu odpowiedzialności zawodowej.

5. Ze względu na poziom zaawansowania IT
   - H_{05}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami o różnym poziomie zaawansowania IT.
   - H_{15}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od poziomu zaawansowania IT w przedsiębiorstwie.

Analiza dorobku naukowego w obszarze tematycznym wykazała istnienie istotnych luk badawczych, których wypełnienie stanowi cel niniejszej dysertacji. Po pierwsze, choć literatura obfituje w opracowania poświęcone poszczególnym komponentom łańcucha wartości w sektorze motoryzacyjnym (takim jak logistyka, zarządzanie jakością czy relacje z dostawcami), wyraźnie brakuje ujęć całościowych, integrujących te zagadnienia w spójnym modelu analitycznym uwzględniającym współczesne megatrendy. Zdecydowana część dotychczasowych badań koncentruje się na pojedynczych segmentach, marginalizując analizę ich wielowymiarowych interakcji w warunkach intensywnej presji konkurencyjnej. Po drugie, istnieje niedostatek badań empirycznych, które dogłębnie ukazywałyby wpływ implementacji sztucznej inteligencji na strategiczne aspekty zarządzania łańcuchem wartości. Dostępne prace zazwyczaj akcentują kwestie optymalizacji logistyki, nie ujmując wpływu AI na realizację celów zrównoważonego rozwoju czy transformację w obszarze zarządzania zasobami ludzkimi, co stanowi jeden z zasadniczych problemów badawczych niniejszej rozprawy. Po trzecie, obserwuje się ograniczoną liczbę badań podejmujących się ilościowego uchwycenia relacji pomiędzy uwarunkowaniami zewnętrznymi, decyzjami strategicznymi a wynikami przedsiębiorstw w ramach całego kontinuum łańcucha wartości.

Prezentowana dysertacja, wykorzystując zaawansowane procedury analityczne, w tym modelowanie równań strukturalnych (SEM), zmierza do uzupełnienia wskazanej luki poprzez opracowanie oraz empiryczną weryfikację modelu wyjaśniającego omawiane zależności. Dodatkowo opracowanie wnosi istotną wartość poznawczą w zakresie charakterystyki polskiego segmentu motoryzacyjnego, opierając się na analizie percepcji oraz ocen funkcjonowania łańcucha wartości formułowanych przez zróżnicowane grupy interesariuszy zlokalizowanych wewnątrz organizacji.

Rozprawa składa się z sześciu rozdziałów. Rozdziały 1-3 stanowią podstawę do dalszych rozważań, systematyzując wiedzę na temat łańcucha wartości, globalnej konkurencyjności oraz kluczowych trendów w motoryzacji. Rozdziały 4 i 5 zawierają

krytyczny przegląd dotychczasowego dorobku badawczego, szczegółowo prezentuje charakterystykę badanej próby, przyjętą metodologię oraz wyniki przeprowadzonych analiz statystycznych.

W pracy przyjęto następującą tezę:

Teza pracy: *W warunkach globalnej konkurencji, o przewadze przedsiębiorstwa motoryzacyjnego decyduje strategiczne wdrożenie sztucznej inteligencji (AI) w całym łańcuchu wartości. AI nie jest jedynie narzędziem optymalizacji procesów, lecz kluczowym czynnikiem transformacji w obszarach zrównoważonego rozwoju i zarządzania kapitałem ludzkim, co kompleksowo rekonfiguruje model tworzenia wartości.*

Impuls do sformułowania przedstawionej tezy wynikał z identyfikacji dwóch zasadniczych zjawisk: gwałtownej transformacji sektora motoryzacyjnego oraz niedostatków dotychczasowego stanu wiedzy. Branża motoryzacyjna znajduje się w trakcie przeobrażeń indukowanych cyfryzacją, wymogami związanymi ze zrównoważonym rozwojem (ESG) oraz niestabilnością globalnych systemów dostaw. Analizy praktyki gospodarczej wskazują, że jednostki organizacyjne osiągające trwałe wyniki to te, które potrafią powiązać wymienione obszary w jednolitą koncepcję zarządzania. W tym układzie sztuczna inteligencja jawi się nie jako uzupełnienie procesów, lecz jako „system nerwowy" współczesnej struktury organizacyjnej, integrujący jej strategiczne i operacyjne funkcje.

Identyfikacja luk badawczych:

Analiza literatury wykazała, że:

- stan badań ma charakter fragmentaryczny: liczne publikacje koncentrują się na wyizolowanych zagadnieniach, takich jak logistyka czy procesy wytwórcze, natomiast niewystarczająco rozwinięto ujęcia całościowe, integrujące oddziaływanie otoczenia, technologii oraz strategii na funkcjonowanie pełnego łańcucha wartości;
- rola AI bywa marginalizowana: sztuczną inteligencję często traktowano wyłącznie jako instrument redukcji kosztów bądź automatyzacji procesów. Niedostatecznie rozwinięto natomiast analizy ukazujące jej strategiczną rolę w osiąganiu celów wyższego rzędu, w tym w realizacji założeń zrównoważonego rozwoju oraz przeobrażaniu kultury organizacyjnej;
- brak modeli empirycznych: niewielka liczba opracowań wykorzystuje zaawansowane techniki statystyczne, takie jak modelowanie równań strukturalnych (SEM), w celu empirycznej weryfikacji zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy wskazanymi zjawiskami.

Teza stanowi zatem reakcję na konieczność opracowania spójnego, empirycznie potwierdzonego modelu wyjaśniającego mechanizmy, poprzez które strategiczne zastosowanie sztucznej inteligencji przekształca się w kluczowy filar funkcjonowania nowoczesnych i konkurencyjnych podmiotów sektora motoryzacyjnego.

Rozdział 1
Zarządzanie łańcuchem wartości w branży motoryzacyjnej

Globalny sektor motoryzacyjny, z uwagi na skalę operacji, stopień zaawansowania technologicznego oraz przestrzenne rozproszenie uczestników, uchodzi za jeden z najbardziej złożonych ekosystemów gospodarczych na świecie. Wytworzenie pojedynczego pojazdu stanowi wynik precyzyjnie koordynowanych działań tysięcy podmiotów zlokalizowanych na różnych kontynentach, tworzących wielowarstwową sieć zależności. Zrozumienie zasad funkcjonowania tej struktury oraz identyfikacja determinant jej efektywności wymagają wykorzystania adekwatnych ram analitycznych. Kluczowym narzędziem pozwalającym na systematyczną analizę tych procesów jest koncepcja łańcucha wartości[1], której geneza sięga prac Michaela E. Portera. Model ten zakłada dekompozycję działalności przedsiębiorstwa na strategicznie istotne czynności w celu zrozumienia ich wpływu na koszty i pozycję konkurencyjną. W kontekście sektora motoryzacyjnego łańcuch wartości charakteryzuje się wyjątkową specyfiką, obejmując takie etapy jak badania i rozwój, projektowanie, produkcję podzespołów w wielopoziomowym systemie dostawców, finalny montaż, marketing i sprzedaż, a także usługi posprzedażowe. Niniejsza część opracowania pełni rolę zasadniczego wprowadzenia do zagadnienia zarządzania łańcuchem wartości. Zaprezentowano w niej podstawy teoretyczne tej koncepcji, a następnie poddano szczegółowej analizie jej funkcjonowanie w warunkach przemysłu motoryzacyjnego. Omówieniu poddano kluczowe segmenty łańcucha, układ relacji pomiędzy producentami a dostawcami oraz mechanizmy generowania wartości na kolejnych etapach. Celem rozdziału jest ustanowienie aparatu pojęciowego umożliwiającego pogłębioną analizę problematyki konkurencyjności i innowacyjności w dalszych częściach dysertacji.

1.1. Ewolucja i definicja łańcucha wartości

Podrozdział 1.1 koncentruje się na rekonstrukcji ewolucji pojęcia łańcucha wartości[2], od klasycznej, zorientowanej na przedsiębiorstwo koncepcji strategicznej Michaela E. Portera,

[1] T. Rojek, Koncepcja łańcucha wartości w zarządzaniu przedsiębiorstwem. *Zeszyty naukowe uniwersytetu szczecińskiego*, 2014, 803: 813-822.

[2] Zob. szerzej: J. Walas-Trębacz, Analiza procesów kształtujących łańcuch wartości przedsiębiorstwa. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, *922*(22), 2013, 5-26; J. Walas-Trębacz, Metodyka analizy łańcucha wartości przedsiębiorstwa. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, *922*(22),

po współczesne, wielowymiarowe ujęcia obejmujące globalne łańcuchy wartości, mechanizmy zarządzania sieciowego (*governance*) oraz logikę ekosystemów i produktów inteligentnych. Celem tej części jest ukazanie procesu, w ramach którego pierwotnie funkcjonalne narzędzie analityczne, służące identyfikowaniu źródeł przewagi konkurencyjnej na poziomie pojedynczego przedsiębiorstwa, przekształciło się w rozbudowaną ramę badawczą wykorzystywaną w zarządzaniu strategicznym, analizie rozwoju gospodarczego, polityce przemysłowej oraz studiach nad konsekwencjami globalizacji. Szczególna uwaga została poświęcona temu, w jaki sposób kolejne ujęcia, od koncepcji Portera, poprzez konfiguracje *chains - shops - networks* i mapowanie strumienia wartości, aż po koncepcje globalnych łańcuchów wartości oraz ekosystemów, stopniowo przesuwają akcent z linearnego ujmowania przepływu działań na analizę relacji władzy, oraz znaczenia technologii informacyjnych i cyfrowych architektury platform[3]. W podrozdziale dokonano również systematyzacji zasadniczych wkładów teoretycznych, które umożliwiły rozszerzenie pierwotnego modelu łańcucha wartości na sektory usługowe, sieciowe oraz cyfrowe, a także na poziom globalny. Obejmuje to zarówno przejście od klasycznie ujmowanej logiki procesów materialnych ku logice przepływu informacji i wiedzy, jak i przesunięcie perspektywy analitycznej z poziomu mikro (pojedyncze przedsiębiorstwo) ku poziomom mezo- i makro, obejmującym branże, gospodarki narodowe oraz systemy ekonomiczne. Tak nakreślone zaplecze teoretyczne stanowi punkt odniesienia dla dalszych partii dysertacji, w których łańcuch wartości ujmowany jest nie tylko jako instrument deskryptywny, lecz jako spójna rama koncepcyjna umożliwiająca analizę przeobrażeń sektora motoryzacyjnego w warunkach globalnej konkurencji, cyfryzacji oraz upowszechnienia sztucznej inteligencji.

2013, 27-45; J. Walas-Trębacz, Wykorzystanie outosurcingu w doskonaleniu łańcucha wartości przedsiębiorstwa. *Zarządzanie i Finanse*, *14*(2), 2016. 439-454; M. Futkowski, Łańcuch wartości na przykładzie branży farmaceutycznej. *Prace Naukowe*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, 2025, 59-70; J. Dmowska, K. Brzostek, Spółki komunalne jako element łańcucha wartości w procesie raportowania czynników ESG. *Współczesne wyzwania zarządzania samorządem lokalnym*, 2024, 125; M.A. Weresa, A M. Kowalski, Globalne łańcuchy wartości a konkurencyjność – ujęcie teoretyczne. *Raport o Konkurencyjności*, 2019, 15; A. Eisenreich, J. Füller, M. Stuchtey, D. Gimenez-Jimenez, Toward a circular value chain: Impact of the circular economy on a company's value chain processes. *Journal of Cleaner Production*, *378*, 2022, 134375; A.J. Niri, G. A. Poelzer, S. E. Zhang, J. Rosenkranz, M. Pettersson, Y. Ghorbani, Sustainability challenges throughout the electric vehicle battery value chain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *191*, 2024, 114176; M. R. Johansen, T.B. Christensen, T. M. Ramos, K. Syberg, A review of the plastic value chain from a circular economy perspective. *Journal of Environmental Management*, *302*, 2022, 113975; C. C. Lee, H. Wen, Global value chain embedding and enterprise energy efficiency: a worldwide firm-level analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *207*, 2025, 114955; N. Van Thao, M. S. Bańka, N. H. Tien, Completing dried coconut value chain of Vietnam towards sustainable development goals. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, *5*(1), 2025, e03321-e03321.

[3] Y. Han, N.D. Caldwell, A. Ghadge, Social network analysis in operations and supply chain management: a review and revised research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, 2020, 40.7/8: 1153-1176.

Punkt wyjścia dla dyskusji nad koncepcją łańcucha wartości wyznaczył Michael E. Porter, definiując go jako układ powiązanych działań podstawowych i wspierających, których konfiguracja determinuje poziom kosztów oraz zdolność do różnicowania. Autor wskazał pięć działań podstawowych (logistyka wejścia, logistyka wyjścia, marketing i sprzedaż, serwis) oraz cztery wspierające (infrastruktura, zarządzanie zasobami ludzkimi, rozwój technologii, zaopatrzenie). Konstrukcja ta umożliwiła przesunięcie myślenia z ujęcia funkcjonalnego ku perspektywie procesowej, w której przewaga konkurencyjna wynika z „dopasowania" i koordynacji aktywności. Porter wykazał, że podstawową jednostką analizy strategii stają się konkretne działania, a nie jedynie pozycja rynkowa czy zasoby organizacji. Zaznaczył również uniwersalność tej koncepcji, wskazując, że ramy analityczne łańcucha wartości znajdują zastosowanie zarówno w sektorach usługowych, w przemyśle, jak i w organizacjach o szerokim profilu działalności. Z perspektywy metodycznej jego ujęcie otworzyło możliwość systematycznego mapowania kosztów oraz wartości wzdłuż przebiegu procesów. W takim właśnie rozumieniu ukształtowało się współczesne pojmowanie łańcucha wartości jako narzędzia kreowania trwałej przewagi konkurencyjnej. Równolegle prowadzone badania dotyczące rewolucji informacyjnej, realizowane przez Portera i Millara, wykazały, że informacja przenika każdą aktywność łańcucha i posiada zdolność zasadniczego przeprojektowywania jego architektury[4]. Niniejszy raport przedstawia analizę kluczowego artykułu Michaela E. Portera i Victora E. Millara z 1985 roku. Centralne twierdzenie tej, często określanej jako prorocza, publikacji wskazuje, iż technologia informacyjna (IT) nie pełni wyłącznie funkcji narzędziowej, lecz stanowi strategiczny czynnik zdolny do zasadniczego przekształcania sektorów gospodarki, redefiniowania reguł konkurencji oraz generowania całkowicie nowych modeli przedsiębiorstw. Autorzy dowodzili, że gwałtowne obniżenie kosztów pozyskiwania, przetwarzania oraz transmisji informacji uruchomiło „rewolucję informacyjną", której skutki obejmą każde przedsiębiorstwo. W ramach prowadzonej analizy publikacja ta wprowadziła koncepcję łańcucha wartości jako narzędzie umożliwiające uchwycenie strategicznego znaczenia technologii informacyjnej. Wyodrębnienie działań przedsiębiorstwa jako sekwencji powiązanych funkcji podstawowych oraz pomocniczych umożliwia ukazanie sposobów, w jakie technologia informacyjna przenika wszystkie obszary aktywności, oddziałując na koszty, wspomagając proces dyferencjacji oraz wzmacniając relacje z dostawcami i klientami. Autorzy wskazują, że kluczowe idee zawarte w publikacji zachowują pełną aktualność. Współczesne modele biznesowe podmiotów takich jak Amazon, Netflix czy

[4] M.E. Porter, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Vol.: -, Free Press (NY), 1985.

Walmart stanowią bezpośredną materializację oraz dalszy rozwój koncepcji Portera i Millara dotyczących wykorzystania informacji jako źródła przewagi konkurencyjnej. Choć pierwotne ramy analityczne podlegały krytyce za ograniczoną adekwatność w odniesieniu do organizacji cyfrowych i usługowych, ich zasadnicze założenia pozostają fundamentem współczesnego myślenia strategicznego[5].

W 1998 roku Stabell i Fjeldstad podkreślili, że w realiach współczesnej, dynamicznie przekształcającej się gospodarki klasyczne ramy analityczne często okazują się niewystarczające. Autorzy wskazali na potrzebę uzupełnienia oraz rozwinięcia koncepcji Michaela Portera, w tym modelu łańcucha wartości, tak aby dostarczyć menedżerom adekwatnych narzędzi do identyfikowania przewagi konkurencyjnej w sektorach usługowych, wiedzochłonnych oraz opartych na platformach cyfrowych. Propozycja Stabella i Fjeldstada stanowi ważny etap rozwoju teorii zarządzania strategicznego, oferując bardziej precyzyjne instrumentarium badawcze. Badacze argumentują, że tradycyjny model łańcucha wartości, pomimo znaczącej użyteczności, nie pozwala na pełne uchwycenie złożoności współczesnych modeli biznesowych, szczególnie w gospodarce cyfrowej, w której kreowanie wartości przyjmuje charakter nieliniowy i cykliczny[6].

Ujęcie zaprezentowane przez Hinesa i Richa w 1997 roku stanowi istotny krok w rozwoju zarządzania strategicznego, gdyż przenosi mapowanie strumienia wartości (VSM) z poziomu techniki stosowanej głównie w środowisku produkcyjnym na poziom kompleksowej, interdyscyplinarnej metodologii służącej diagnozowaniu oraz doskonaleniu całych łańcuchów dostaw. Autorzy umiejętnie połączyli zasady *lean manufacturing* z coraz bardziej złożonym, opartym na informacji środowiskiem gospodarczym schyłku XX wieku. Dla właściwego uchwycenia znaczenia tego wkładu konieczne jest osadzenie go w szerszym nurcie rozwoju teorii zarządzania. W połowie lat 80. XX wieku Porter wprowadził model łańcucha wartości jako strukturę analityczną umożliwiającą identyfikację źródeł przewagi konkurencyjnej poprzez systematyczną analizę działań podstawowych oraz wspierających organizacji. Równocześnie Porter i Millar (1985) podkreślali, że technologia informacyjna stopniowo przeniknie wszystkie elementy łańcucha wartości, przeobrażając procesy,

---

5 M.E. Porter, V.E. Millar, How Information Gives You Competitive Advantage. Vol.: 63(4), Harvard Business Review, Harvard Business School Press, 1985; M. E. Porter, V. E. Millar, How information gives you competitive advantage: The information revolution is transforming the nature of competition. In: *Knowledge and special libraries* (pp. 85-103). Routledge, 2009.

6 Ch. B. Stabell, Ø. D. Fjeldstad, Configuring value for competitive advantage: on chains, shops, and networks. *Strategic management journal*, *19*(5), 1998, 413-437.

modyfikując struktury sektorowe oraz generując nowe formy przewagi konkurencyjnej i całkowicie odmienne modele biznesowe.

Ujęcie Hinesa i Richa z 1997 roku dostarcza instrumentarium odpowiadającego prognozowanej, wzajemnie powiązanej rzeczywistości gospodarczej. Kluczowym osiągnięciem jest wprowadzenie nowej typologii mapowania strumienia wartości i łańcucha dostaw, zdecydowanie wykraczającej poza tradycyjne, wewnętrzne zastosowania VSM. Autorzy podejmowali próbę przezwyciężenia problemu ograniczonej przejrzystości rozbudowanych strumieni wartości, zjawiska, którego skalę potęgowały globalne oraz cyfrowe procesy transformacyjne[7] wskazywane we wcześniejszych pracach Portera i Millara. Proponowane ramy strukturalne wspierają proces podejmowania decyzji i profesjonalizują wykorzystanie VSM jako narzędzia analitycznego, adekwatnego do złożonych warunków współczesnego biznesu. Intelektualnym fundamentem koncepcji Hinesa i Richa pozostaje filozofia *lean manufacturing* oraz System Produkcyjny Toyoty (TPS), ukształtowane przez Taiichiego Ohno[8] i Shigeo Shingo[9]. Ta koncepcja opiera się na systematycznej identyfikacji oraz eliminacji marnotrawstwa (muda), prowadzącej do zwiększenia efektywności i produktywności. Jej zasadniczym założeniem jest ograniczanie czynności niedodających wartości, co usprawnia przepływ procesów i podnosi ogólną wydajność organizacji. W tym ujęciu szczegółowo przedstawiono siedem klasycznych kategorii marnotrawstwa w TPS: nadprodukcję, skutkującą nadmiernymi zapasami i wydłużonymi czasami realizacji; oczekiwanie, będące rezultatem przestojów w przepływie materiałów; transport, który choć bywa niezbędny, wymaga ograniczania ze względu na ryzyko uszkodzeń oraz straty komunikacyjne; niewłaściwe przetwarzanie wynikające z zastosowania nadmiernie złożonych technologii; nadmierne zapasy generujące koszty składowania oraz maskujące problemy systemowe; zbędne ruchy pracowników spowodowane nieergonomicznym środowiskiem pracy; a także defekty, które bezpośrednio powodują straty finansowe.

Ujęcie Hinesa i Richa z 1997 roku stanowi istotny wkład, który profesjonalizuje VSM oraz łączy perspektywę doskonalenia operacyjnego z wymiarem strategicznym. Autorzy przedstawili praktyczny zestaw narzędzi odpowiadający realiom środowiska gospodarczego, które dopiero zaczynało konfrontować się ze skutkami rewolucji informacyjnej prognozowanej

---

[7] R. Borowiecki, B. Siuta-Tokarska, J. Maroń, M. Suder, A. Thier, K. Żmija, Developing digital economy and society in the light of the issue of digital convergence of the markets in the European Union countries. *Energies*, 14(9), 2021, 2717.

[8] T. Ohno, System produkcyjny Toyoty. *Więcej niż produkcja na dużą skalę, ProdPress. com, Wrocław*, 2008, 17.

[9] S. Shingo, *The sayings of Shigeo Shingo: Key strategies for plant improvement*. Routledge, 2018.

przez Portera i Millara oraz z nieliniowymi mechanizmami tworzenia wartości opisanymi później przez Stabella i Fjeldstada. Największą wartością tego dorobku nie są jednak same instrumenty, lecz sposób ich spójnego i komplementarnego zastosowania, pozwalający na ujawnianie złożonych problemów systemowych, niewidocznych przy wykorzystaniu pojedynczego narzędzia analitycznego[10].

Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować kilka kluczowych rekomendacji. W przypadku przedsiębiorstw tradycyjnych wskazane jest wykorzystywanie siedmiu narzędzi w sposób synergiczny, zgodnie z podejściem przedstawionym w studium przypadku, co umożliwia identyfikację systemowych form marnotrawstwa. Takie ujęcie wyznacza drogę od powierzchownych usprawnień ku adresowaniu głębokich źródeł nieefektywności oraz ograniczonej responsywności organizacyjnej. W odniesieniu do podmiotów usługowych i cyfrowych zasadne jest stosowanie VSM do analizy procesów funkcjonujących w ramach konfiguracji sklepu wartości lub sieci wartości, z uwzględnieniem nieliniowego, wiedzochłonnego charakteru współczesnych strumieni wartości. Obejmuje to mapowanie przepływu informacji, kompetencji oraz interakcji z klientami w celu identyfikacji wąskich gardeł i obszarów wymagających doskonalenia. Niezależnie od typu organizacji kluczowe znaczenie przypada inwestycjom w systemy informatyczne i infrastruktury danych zapewniające widoczność procesów w czasie rzeczywistym, co stanowi warunek efektywnego stosowania VSM. Technologia informacyjna powinna być traktowana jako integralny komponent procesu tworzenia wartości, a nie jako funkcja pomocnicza, gdyż umożliwia zarówno szczegółową analizę, jak i całościowe ujęcie, do którego koncepcja Hinesa i Richa była pierwotnie ukierunkowana.

Kaplinsky zwrócił uwagę, że procesy globalizacyjne przekształcają łańcuch wartości w struktury odznaczające się asymetryczną dystrybucją rent. W opracowaniu z 2000 roku wskazywał, iż coraz większa część wartości dodanej kumuluje się poza sferą produkcji, przede wszystkim w obszarach związanych z projektowaniem, kształtowaniem marki oraz dystrybucją. Spostrzeżenie to znacząco redefiniowało pytania o lokalizację generowania wartości w łańcuchu oraz o to, kto posiada zdolność jej przechwytywania. Kaplinsky wprowadził również pojęcie *unequalisation*, odnoszące się do narastających nierówności wynikających z zajmowanej pozycji w łańcuchu. W praktycznym wymiarze oznacza to, że strategiczne przesunięcie wzdłuż łańcucha wartości może mieć większą wagę niż jednostkowa efektywność operacyjna. W konsekwencji koncepcja łańcucha wartości została poszerzona

[10] P.Hines, N. Rich, The Seven Value Stream Mapping Tools. *Vol.:* 17(1), *International Journal of Operations & Production Management*, Emerald, 1997.

o wymiar odnoszący się zarówno do polityki rozwojowej, jak i do zagadnień sprawiedliwości dystrybucyjnej. Ustalenia Kaplinsky'ego przyczyniły się tym samym do ukształtowania paradygmatu badań nad mechanizmami podziału rent w ramach globalnych łańcuchów wartości[11].

Analiza łańcucha wartości[12] stanowi fundamentalne narzędzie zarządzania strategicznego[13], umożliwiające organizacjom dekompozycję własnych aktywności w celu identyfikacji źródeł przewagi konkurencyjnej oraz obszarów, w których możliwe jest zoptymalizowanie kosztów bądź zwiększenie wartości dostarczanej klientowi. Model ten opiera się na założeniu, że przedsiębiorstwo generuje wartość wtedy, gdy cena akceptowana przez nabywców za produkt lub usługę przewyższa łączny koszt działań niezbędnych do ich wytworzenia oraz dostarczenia. Analiza łańcucha wartości umożliwia zatem menedżerom uchwycenie sposobów, w jakie konfiguracja procesów wewnętrznych oraz relacje z dostawcami i klientami oddziałują na rentowność oraz pozycję rynkową podmiotu. Koncepcja ta, choć pierwotnie sformułowana z myślą o przedsiębiorstwach produkcyjnych, uległa ewolucji, aby sprostać wyzwaniom współczesnej gospodarki opartej na usługach, wiedzy i globalnych powiązaniach. Wraz z procesami globalizacji i rewolucją informacyjną zapoczątkowaną w latach 80. XX wieku okazało się, że tradycyjne, linearne ujęcie nie wystarcza do opisu złożonych ekosystemów biznesowych. Niniejszy raport zmierza do syntetycznego przedstawienia tej ewolucji, lokując kluczowe koncepcje, w tym fundamentalny model Michaela Portera[14], alternatywne konfiguracje wartości Stabella i Fjeldstada[15], oraz narzędzia takie jak *Value Stream Mapping* (VSM)[16] w szerszym układzie odniesienia. Centralnym elementem analizy jest jednak polska synteza opracowania *A Handbook for Value Chain Research* autorstwa Raphaela Kaplinsky'ego i Mike'a Morrisa[17], która oferuje unikatową, makroekonomiczną perspektywę dotyczącą globalnych łańcuchów wartości oraz ich znaczenia dla rozwoju gospodarczego.

---

[11] R. Kaplinsky, *Globalisation and Unequalisation: What Can Be Learned from Value Chain Analysis?* Vol.: 37(2), *Journal of Development Studies*, Taylor & Francis, 2000.

[12] J. Walas-Trębacz, Podejścia i kryteria wykorzystywane w ocenie sprawności łańcucha wartości przedsiębiorstwa. *Dylematy i metamorfozy współczesnego zarządzania*, 1997, 155.

[13] D. Dąbrowski, Szacowanie przewagi konkurencyjnej w procesie rozwoju nowego produktu – ujęcie praktyczne. *Zarządzanie organizacjami w społeczeństwie informacyjnym. Strategie – projekty – procesy*, 2022, 67-78.

[14] M. Ghicajanu, Competitive analysis of the business with the Michael Porter model. *Annals of the University of Petrosani. Economics*, *21*(1), 2021, 169-178.

[15] T. Falencikowski, Istota chmury wartości – założenia podstawowe. *Prace Naukowe Wałbrzyskiej Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości*, *32*(2), 2015, 121-129.

[16] I. Setiawan, O. S. P. Tumanggor , H. H. Purba, Value Stream Mapping: Literature review and implications for service industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, *23*(2), 2021, 155-166.

[17] R. Kaplinsky, M. Morris, *A handbook for value chain research.* Vol. 113, Brighton, University of Sussex, Institute of Development Studies, 2000.

Ujęcie Kaplinsky'ego i Morrisa (2001) stanowi istotny punkt zwrotny w ewolucji myśli strategicznej, gdyż wykracza poza ramy analizy korporacyjnej i lokuje koncepcję łańcucha wartości w szerokim kontekście globalnego podziału pracy oraz procesów rozwojowych. O ile Porter nadał łańcuchowi wartości wymiar strategiczny na poziomie pojedynczej organizacji, a Stabell i Fjeldstad rozszerzyli tę perspektywę na sektory usługowe i sieciowe, Kaplinsky i Morris wprowadzili ujęcie makroekonomiczne, szczególnie istotne dla analiz skutków globalizacji w odniesieniu do gospodarek rozwijających się. Dzięki zastosowaniu koncepcji takich jak mapowanie globalnych łańcuchów wartości, analiza struktur ładu korporacyjnego czy typologie trajektorii udoskonalania, ich podejście wyjaśnia, dlaczego producenci funkcjonujący w warunkach ubogich często nie osiągają proporcjonalnych korzyści z uczestnictwa w łańcuchu wartości oraz jakie działania strategiczne mogą podjąć w celu poprawy swojej pozycji. W tym ujęciu łańcuch wartości przestaje pełnić funkcję wyłącznie narzędzia analizy biznesowej, a staje się ramą interpretacyjną umożliwiającą badanie polityki gospodarczej, mechanizmów rozwojowych oraz zróżnicowanej dystrybucji korzyści. Syntetyczne zestawienie rozwoju tych koncepcji prowadzi do wniosku, że pełne zrozumienie mechanizmów tworzenia wartości wymaga połączenia kilku komplementarnych perspektyw. Fundament analizy organizacyjnej zapewnia strategiczna perspektywa Portera, natomiast modele Stabella i Fjeldstada pozwalają uchwycić złożoność struktur usługowych oraz sieciowych. Ujęcie Kaplinsky'ego i Morrisa wprowadza wymiar globalny i rozwojowy, kluczowy dla zrozumienia mechanizmów zachodzących w całych systemach produkcji. Jednocześnie technologia informacyjna, zgodnie z koncepcją Portera i Millara, stanowi siłę transformującą, która przenika wszystkie te modele, modyfikując konfiguracje procesów oraz mechanizmy kumulowania wartości. Narzędzia takie jak VSM tworzą pomost między poziomem strategicznym a operacyjną realizacją działań, umożliwiając eliminację marnotrawstwa oraz systematyczne doskonalenie procesów. Współczesny menedżer, analityk czy badacz powinien zatem traktować te koncepcje nie jako konkurencyjne, lecz jako wzajemnie uzupełniające się warstwy analityczne, które łącznie pozwalają uchwycić złożony, dynamiczny i sieciowy charakter współczesnych systemów gospodarczych[18].

Ujęcie zaprezentowane przez Humphreya i Schmitza (2001) koncentruje się na analizie mechanizmów koordynacji w globalnym łańcuchu wartości, wprowadzając kategorię *governance*, opisującą relacje wykraczające poza czysto rynkową wymianę. Autorzy wskazują, że globalny łańcuch wartości nie jest zbiorem odrębnych transakcji, lecz strukturą nacechowaną

[18] R. Kaplinsky, M. Morris, *A Handbook for Value Chain Research*. Vol.: –, Institute of Development Studies/IDRC, 2001.

istnieniem mechanizmów kontroli i nadzoru, narzucanych zazwyczaj przez dominujących nabywców, takich jak duże korporacje międzynarodowe czy globalni detaliści. W tym ujęciu *governance* odnosi się do zdolności wybranych podmiotów do ustanawiania, monitorowania oraz egzekwowania parametrów określających funkcjonowanie pozostałych uczestników łańcucha, obejmujących wymogi jakościowe, specyfikacje produktowe, wzornictwo, technologie wytwarzania, standardy pracy czy normy środowiskowe. Mechanizmy te służą ograniczeniu ryzyka związanego z potencjalną niewydolnością dostawców, zwłaszcza wywodzących się z gospodarek rozwijających się, a dla podmiotów dominujących stanowią narzędzie zabezpieczenia ciągłości dostaw, utrzymania jakości oraz ochrony reputacji marki. Dla producentów z gospodarek rozwijających się uczestnictwo w łańcuchach charakteryzujących się silnymi mechanizmami *governance* rodzi konsekwencje dwojakiego rodzaju. Z jednej strony dostęp do rynków globalnych wymaga spełnienia narzuconych standardów, co staje się warunkiem koniecznym wejścia oraz utrzymania pozycji w międzynarodowym systemie produkcji. Z drugiej strony współpraca z wymagającymi odbiorcami sprzyja procesom rozwojowym, umożliwiając transfer wiedzy, technologii i kompetencji, a tym samym wspierając procesy udoskonalania. Humphrey i Schmitz akcentują, że formy oraz intensywność mechanizmów *governance* różnią się w zależności od specyfiki branży, stopnia złożoności transakcji oraz zdolności dostawców do samodzielnego rozwiązywania problemów. Zrozumienie tych mechanizmów posiada istotne znaczenie dla polityki rozwojowej, gdyż pozwala określić, w jaki sposób przedsiębiorstwa z krajów rozwijających się mogą efektywniej integrować się z globalnym systemem gospodarczym i zwiększać korzyści wynikające z uczestnictwa. Ujęcie Humphreya i Schmitza stało się fundamentem dalszych badań nad globalnymi łańcuchami wartości, kształtując podstawy późniejszych typologii modeli zarządzania w tych strukturach[19].

Kolejny istotny etap stanowi typologia *governance*[20] zaproponowana przez Gereffiego, Humphreya i Sturgeona, obejmująca formy rynkowe, modułowe, relacyjne, podyktowane oraz hierarchiczne. Autorzy powiązali ją z trzema zmiennymi: złożonością transakcji, możliwością ich kodyfikacji oraz kompetencjami dostawców. Ramy te wyjaśniają, dlaczego w obrębie jednego sektora mogą występować odmienne struktury władzy i marż w zależności od segmentu oraz wykorzystywanej technologii. W odniesieniu do koncepcji łańcucha wartości

[19] J. Humphrey, H. Schmitz, Governance in Global Value Chains. Vol.: 32(3), *IDS Bulletin*, Institute of Development Studies/Wiley. 2001.

[20] H. Izdebski, Od administracji publicznej do *public governance*. *Zarządzanie Publiczne/Public Governance*, (1(1), 2007, 7-20.

oznacza to, że „konfiguracja wartości" pozostaje sprzężona z „konfiguracją koordynacji". Znaczenie praktyczne tego ujęcia polega na konieczności dopasowania strategii wejścia i awansu do odpowiedniego typu *governance*. Nastąpiło tym samym przesunięcie akcentu badawczego z pytań „co" i „gdzie" na pytania „jak" oraz „kto" w procesie tworzenia wartości. W rezultacie łańcuch wartości został ugruntowany także jako kategoria polityki handlowej i przemysłowej. Ujęcie zaproponowane przez Gereffiego, Humphreya i Sturgeona (2005) uznawane jest za jedno z najważniejszych osiągnięć w obszarze analizy globalnych łańcuchów wartości, ponieważ rozwija wcześniejsze koncepcje dotyczące mechanizmów koordynacji i przedstawia kluczową typologię pięciu struktur *governance*. Autorzy koncentrują się na wyjaśnieniu, dlaczego w różnych sektorach oraz odmiennych warunkach transakcyjnych powstają zróżnicowane formy współdziałania między przedsiębiorstwami. Ich zasadniczy wkład polega na opracowaniu spójnych ram analitycznych, które wiążą formy zarządzania w łańcuchu wartości z trzema fundamentalnymi determinantami. Pierwszą z nich jest złożoność transakcji, rozumiana jako poziom skomplikowania informacji oraz wiedzy wymaganej w wymianie pomiędzy podmiotami uczestniczącymi w procesie tworzenia wartości. Drugą determinantą jest możliwość kodyfikacji, rozumiana jako stopień, w jakim wiedza oraz specyfikacje produktowe i procesowe mogą zostać jednoznacznie zapisane i przekazane bez ryzyka błędnej interpretacji. Trzeci czynnik stanowią kompetencje dostawców, określające ich zdolność do samodzielnego spełnienia wymagań nabywcy bez konieczności intensywnego wsparcia z jego strony. Zestawienie tych trzech elementów pozwala wyjaśnić, dlaczego globalne łańcuchy wartości przyjmują odmienne formy koordynacji oraz w jaki sposób struktury *governance* kształtują się i ewoluują w odpowiedzi na uwarunkowania technologiczne, organizacyjne i rynkowe. W oparciu o te trzy zmienne autorzy wyodrębnili pięć podstawowych typów zarządzania globalnym łańcuchem wartości[21], które układają się w kontinuum, od form cechujących się najmniejszym stopniem kontroli ze strony podmiotu wiodącego (nabywcy) po struktury najsilniej przez niego nadzorowane. Ujęcie Gereffiego, Humphreya i Sturgeona stanowi kompleksowe narzędzie analityczne pozwalające badać funkcjonowanie gospodarki globalnej. Autorzy ukazują, że relacje między przedsiębiorstwami nie sprowadzają się ani do prostych transakcji rynkowych, ani do sztywnych struktur hierarchicznych, lecz obejmują rozbudowane spektrum form koordynacji pośredniej. Zaproponowana typologia stała się kluczowa dla zrozumienia mechanizmów organizacji globalnej produkcji, identyfikowania barier wejścia dla przedsiębiorstw z krajów rozwijających

[21] B. Ocicka, Współczesne strategie zarządzania międzynarodowymi łańcuchami dostaw. *Studia Ekonomiczne*, (283), 2016, 61-74.

się oraz oceny ich potencjału rozwojowego, w tym procesów udoskonalania (*upgrading*) realizowanych w ramach globalnych łańcuchów wartości[22].

Analiza globalnego łańcucha wartości (GVC) stanowi kluczową koncepcję umożliwiającą uchwycenie mechanizmów organizacji współczesnej, geograficznie rozproszonej produkcji. Ewolucję tej teorii można prześledzić poprzez trzy zasadnicze ujęcia, które łącznie tworzą spójną perspektywę interpretacyjną globalnych procesów gospodarczych. Wprowadzony przez Humphreya i Schmitza (2002) koncept *governance* odegrał fundamentalną rolę w przekształcaniu sposobu postrzegania GVC. Autorzy dowodzili, że łańcuch wartości nie funkcjonuje jako zbiór swobodnych transakcji rynkowych, lecz podlega aktywnej koordynacji przez dominujące podmioty, które ustanawiają i egzekwują standardy dotyczące produktów oraz procesów wytwarzania. Mechanizmy te ograniczają ryzyka i zapewniają stabilność jakości, co dla dostawców z krajów rozwijających się oznacza równocześnie istotną barierę wejścia oraz potencjalną ścieżkę rozwoju kompetencji poprzez procesy udoskonalania.

Koncepcja przedstawiona wcześniej przez Humphreya i Schmitza została uporządkowana oraz pogłębiona przez Gereffiego, Humphreya i Sturgeona (2005), którzy opracowali kluczową typologię pięciu form zarządzania w globalnym łańcuchu wartości. Autorzy wykazali, że relacje między przedsiębiorstwami mogą przyjmować różnorodne konfiguracje, od prostych transakcji rynkowych, poprzez bardziej zintegrowane modele modularne i relacyjne, aż po struktury oparte na ścisłej kontroli w łańcuchu podporządkowanym oraz pełną integrację w ramach hierarchii korporacyjnej. Jednocześnie wskazali, że dobór określonego modelu zarządzania zależy od trzech kluczowych determinant: stopnia złożoności transakcji, możliwości kodyfikacji wiedzy oraz kompetencji dostawców. Zaproponowana typologia stała się standardowym narzędziem analitycznym w badaniach relacji między podmiotami funkcjonującymi w globalnym systemie produkcji. Następnie Gereffi i Fernández-Stark ujęli te koncepcje w formie kompletnego narzędzia analitycznego, przedstawiając analizę GVC jako strukturę opartą na czterech zasadniczych wymiarach: strukturze wejścia - wyjścia, umożliwiającej mapowanie całego procesu tworzenia wartości; geografii, odnoszącej się do rozmieszczenia poszczególnych etapów produkcji; mechanizmach zarządzania określających relacje władzy i koordynacji; oraz możliwościach rozwojowych, czyli procesach udoskonalania (*upgrading*). Wymiar ostatni posiada szczególne znaczenie, gdyż wyjaśnia, w jaki sposób przedsiębiorstwa oraz gospodarki mogą strategicznie wzmacniać

[22] G. Gereffi, J. Humphrey; T. Sturgeon, The Governance of Global Value Chains. Vol.: 12(1), *Review of International Political Economy*, Taylor & Francis, 2005.

swoją pozycję w łańcuchu, poprzez doskonalenie procesów i produktów, przejmowanie bardziej zaawansowanych funkcji, takich jak projektowanie czy marketing, bądź poprzez wejście do sektorów charakteryzujących się wyższym poziomem wymagań technologicznych.

Ewolucja teorii GVC przebiegała zatem od rozpoznania podstawowych mechanizmów koordynacji, poprzez ich precyzyjną typologizację, aż do wypracowania kompleksowego instrumentarium badawczego. Współcześnie stanowi ono nie tylko fundament opisu funkcjonowania gospodarki globalnej, lecz także podstawę konstruowania strategii rozwojowych przedsiębiorstw oraz państw dążących do trwałej przewagi w warunkach zglobalizowanej produkcji [23].

W drugim wydaniu opracowania Gereffiego i Fernández-Stark (2016) ramy analityczne globalnego łańcucha wartości (GVC) zostały zaktualizowane i poszerzone, przedstawiając GVC jako dojrzałe, wielowymiarowe narzędzie badawcze służące wyjaśnianiu, w jaki sposób globalizacja kształtuje przemysł, gospodarki narodowe oraz sytuację pracowników. Autorzy akcentują, że analiza GVC pozwala odpowiedzieć na zasadnicze pytania dotyczące tego, kto, gdzie oraz w jakim zakresie uzyskuje korzyści z globalnych procesów wytwórczych. W rozwiniętym ujęciu doprecyzowują oni swoje ramy metodologiczne, opierając je na sześciu głównych wymiarach. Pierwszy z nich, struktura wejścia - wyjścia, obejmuje mapowanie całego łańcucha tworzenia wartości: od pozyskania surowców, poprzez kolejne etapy produkcji i świadczenia usług, aż do użytkownika końcowego, i stanowi punkt wyjścia każdej analizy GVC. Drugi wymiar, geograficzny, koncentruje się na lokalizacji poszczególnych działań, co umożliwia identyfikację globalnego podziału pracy oraz formowanie klastrów przemysłowych. Trzeci wymiar, struktura zarządzania, wyjaśnia mechanizmy koordynacji i kontroli w łańcuchu, w szczególności rolę firm wiodących narzucających standardy produktowe i procesowe, kształtujących relacje władzy oraz dystrybucję zysków. Czwarty wymiar obejmuje procesy udoskonalania, opisując trajektorie, dzięki którym przedsiębiorstwa oraz gospodarki mogą wzmacniać swoją pozycję poprzez doskonalenie procesów i produktów, przejmowanie nowych funkcji lub przechodzenie do bardziej zaawansowanych sektorów. Piąty, rozbudowany w tej edycji wymiar, odnosi się do kontekstu instytucjonalnego, podkreślając, że funkcjonowanie globalnych łańcuchów wartości jest kształtowane przez regulacje, polityki handlowe, normy społeczne oraz warunki infrastrukturalne na poziomie lokalnym i międzynarodowym. Szósty wymiar, interakcje interesariuszy, zwraca uwagę na rolę zróżnicowanych aktorów, takich jak przedsiębiorstwa, państwa, organizacje pozarządowe czy konsumenci, w kształtowaniu

[23] G. Gereffi, K. Fernández-Stark, *Global Value Chain Analysis: A Primer*. Vol.: –, Duke CGGC (Duke University), 2011.

standardów pracy, praktyk środowiskowych oraz ogólnej dynamiki łańcucha. Ujęcie przedstawione przez Gereffiego i Fernández-Stark (2016) ukazuje analizę GVC jako zaawansowaną metodologię, która nie ogranicza się do opisu globalnych procesów wytwórczych, lecz stanowi praktyczne narzędzie projektowania strategii rozwoju gospodarczego i społecznego. Autorzy akcentują znaczenie polityki publicznej oraz otoczenia instytucjonalnego, wskazując, że odpowiednio skonstruowane regulacje i działania państwa mogą w istotny sposób zwiększać zdolność przedsiębiorstw i pracowników do korzystania z efektów wynikających z uczestnictwa w gospodarce globalnej[24].

Porter (1996) wskazuje, że wiele przedsiębiorstw błędnie utożsamia strategię z efektywnością operacyjną. Efektywność oznacza wykonywanie tych samych zadań lepiej niż konkurenci, co choć stanowi warunek konieczny, nie zapewnia trwałej przewagi, ponieważ najlepsze praktyki mogą zostać szybko skopiowane. W ujęciu Portera rzeczywista strategia opiera się na odmienności, świadomym wyborze unikalnej konfiguracji działań pozwalającej dostarczać klientom wyróżniającą wartość. Fundament strategii stanowi zatem kreowanie unikalnej pozycji rynkowej, wynikającej z obsługi specyficznych segmentów klientów bądź zaspokajania jasno określonych potrzeb. Realizacja takiej pozycji wymaga podejmowania kompromisów, czyli świadomej rezygnacji z określonych działań, produktów lub segmentów rynku, aby skoncentrować zasoby na obszarach stanowiących o wyjątkowości organizacji. Według Portera próba zaspokojenia wszystkich potrzeb wszystkich klientów prowadzi do erozji przewagi konkurencyjnej. Kluczowym wymiarem strategii jest tworzenie dopasowania pomiędzy wszystkimi działaniami organizacji tak, aby wzajemnie się wzmacniały i budowały spójny, trudny do naśladowania system. Porter podkreśla również, że największym zagrożeniem dla strategii bywają decyzje podejmowane wewnątrz firmy, menedżerowie, koncentrując się wyłącznie na ciągłych usprawnieniach, mogą nieświadomie upodabniać własną organizację do konkurentów. Z tego powodu rola lidera polega na definiowaniu unikalnej pozycji, dokonywaniu wymagających wyborów oraz strzeżeniu spójności i integralności całego systemu działań[25].

Porter i Heppelmann (2014) analizują, w jaki sposób rewolucja technologiczna związana z inteligentnymi, połączonymi produktami zasadniczo przeobraża naturę konkurencji oraz kształt współczesnych strategii biznesowych. Autorzy argumentują, że nie mamy do czynienia z prostą ewolucją technologii, lecz z trzecią falą transformacji opartej na

[24] G. Gereffi, K. Fernández-Stark, *Global Value Chain Analysis: A Primer (Second Edition)*. Vol.: –, Duke CGGC (Duke University), 2016.

[25] M.E. Porter, What Is Strategy? Vol.: 74(6), *Harvard Business Review*, Harvard Business School Press, 1996.

technologiach informacyjnych, która redefiniuje zarówno same branże, jak i granice między nimi. W ich ujęciu produkty, dotychczas mające charakter wyłącznie mechaniczny lub elektryczny, przekształcają się w złożone systemy integrujące sprzęt, oprogramowanie, czujniki oraz infrastrukturę komunikacyjną. Dane generowane w czasie rzeczywistym tworzą nowe źródła wartości i zasadniczo zmieniają logikę działania przedsiębiorstw. Porter i Heppelmann wskazują, że zdolności inteligentnych produktów można uporządkować w czterech kategoriach: monitorowanie stanu i sposobu użytkowania, zdalne sterowanie funkcjami, optymalizację wydajności na bazie analizy danych oraz autonomiczne działanie oparte na algorytmach i uczeniu maszynowym. Pojawienie się tych funkcjonalności przekształca klasyczną strukturę konkurencji opisaną w modelu pięciu sił. Rywalizacja konkurencyjna nabiera nowego wymiaru, ponieważ przedsiębiorstwa konkurują nie tylko ceną i jakością, lecz również oprogramowaniem, analizą danych i usługami posprzedażowymi. Zwiększają się także bariery wejścia wynikające z kosztów tworzenia oprogramowania, utrzymania infrastruktury chmurowej oraz rozwoju zaawansowanej analityki danych. Zmianie ulega również siła przetargowa nabywców, którzy zyskują większą dostępność informacji, lecz jednocześnie stają się silniej związani z dostawcą ze względu na długofalowy charakter usług towarzyszących produktowi. Istotnym następstwem tej transformacji jest zacieranie tradycyjnych granic branżowych oraz powstawanie tzw. systemów systemów. Przedsiębiorstwa wytwarzające dobra materialne zaczynają funkcjonować w ekosystemach obejmujących oprogramowanie, analitykę danych oraz usługi sieciowe. Przykładowo producent maszyn rolniczych konkuruje nie tylko z innymi producentami sprzętu, lecz także z firmami informatycznymi oferującymi systemy zarządzania gospodarstwem oraz z podmiotami specjalizującymi się w analizie danych. Powoduje to konieczność zasadniczego przedefiniowania tożsamości strategicznej organizacji, które muszą określić, czy ich przewaga będzie wynikać z dostarczania produktu, budowy platformy, czy też świadczenia kompleksowych usług opartych na danych[26].

Jacobides, Cennamo i Gawer (2018) podejmują próbę stworzenia spójnej i rygorystycznej teorii ekosystemów biznesowych, której celem jest uporządkowanie i skonsolidowanie rozrastającej się, lecz często niespójnej literatury dotyczącej tego zjawiska. Autorzy precyzują, że ekosystem stanowi grupę podmiotów powiązanych specyficznymi współzależnościami, które nie mają charakteru ani w pełni hierarchicznego, jak w obrębie jednej organizacji, ani czysto transakcyjnego, właściwego otwartym rynkom. Kluczowym

[26] M.E. Porter, J.E. Heppelmann, How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Vol.: 92(*11), *Harvard Business Review*, Harvard Business School Press, 2014.

komponentem ich definicji jest pojęcie niewymiernych komplementarności, rozumianych jako takie relacje między produktami bądź usługami różnych podmiotów, w których wartość powstaje wyłącznie dzięki specyficznemu powiązaniu określonych partnerów. Oznacza to, że zestawienie dwóch elementów oferowanych przez określonych uczestników generuje wartość nieosiągalną w sytuacji zastąpienia któregokolwiek z nich innym, nawet pozornie podobnym komponentem. Autorzy wskazują ponadto wyraźne różnice między ekosystemami a innymi formami organizacji gospodarczej. Łańcuch dostaw opiera się na liniowym przepływie wartości oraz relacjach pomiędzy nabywcą a sprzedawcą[27]. Platformy stanowią szczególną odmianę ekosystemów, w których interakcje są moderowane przez podmiot centralny, choć nie każdy ekosystem funkcjonuje wokół platformy. Z kolei rynki opierają się na wymiennych, generycznych komplementarnościach, co umożliwia łatwą zastępowalność partnerów. Centralnym zagadnieniem w analizie Jacobidesa, Cennamo i Gawer jest struktura współzależności między uczestnikami ekosystemu. Autorzy identyfikują zróżnicowane role, takie jak podmiot kluczowy, stabilizujący całość układu; podmiot kontrolujący wąskie gardło, dysponujący zasobem o krytycznym znaczeniu; oraz komplementorów dostarczających produkty i usługi uzupełniające. Twierdzą, że powodzenie ekosystemu zależy od zdolności jego architektury do koordynacji działań oraz zapewnienia adekwatnego podziału wartości, tak aby wszyscy uczestnicy pozostawali zmotywowani do dalszej współpracy. Wskazują jednocześnie na istotne wyzwania, takie jak ryzyko *holdupu*, trudności w zarządzaniu innowacjami w warunkach współzależności oraz konieczność utrzymywania równowagi korzyści między partnerami. Ujęcie Jacobidesa, Cennamo i Gawer (2018) stanowi fundament współczesnego rozumienia ekosystemów biznesowych, ukazując, że istotę tych struktur oraz klucz do analizy strategicznej wyznacza właśnie specyficzna sieć niewymiernych współzależności[28].

Jones, Demirkaya i Bethmann (2019) przedstawiają szeroki przegląd koncepcji oraz metod analizy globalnych łańcuchów wartości (GVC), pełniąc rolę przewodnika wyjaśniającego, w jaki sposób GVC przekształciły światowy handel oraz organizację produkcji. Autorzy definiują GVC jako pełne spektrum działań obejmujących projektowanie, wytwarzanie, dystrybucję i inne funkcje niezbędne do wprowadzenia produktu na rynek, podkreślając, że ich cechą wyróżniającą jest geograficzne rozproszenie tych procesów pomiędzy liczne firmy oraz państwa. Wskazują również, iż znaczna część handlu w gospodarce

[27] J. Klamerek, K. Kutnik, Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw: jak minimalizować straty i poprawić efektywność transportu. *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie*, 2023, 37.2: 163-169.

[28] M.G. Jacobides, C. Cennamo, A. Gawer, Towards a Theory of Ecosystems. Vol.: 39(8), *Strategic Management Journal*, Wiley, 2018.

opartej na GVC dotyczy dóbr pośrednich oraz usług, a nie jedynie produktów finalnych. Autorzy porządkują zasadnicze pojęcia analityczne wykorzystywane w badaniach GVC. Pierwszym z nich jest zarządzanie, odnoszące się do sposobów, w jakie podmioty wiodące koordynują i kontrolują działania w ramach całego łańcucha. Drugim, modernizacja, rozumiana jako proces przechodzenia firm lub gospodarek na bardziej dochodowe poziomy działalności, między innymi poprzez przejmowanie funkcji projektowych lub wejście do bardziej zaawansowanych technologicznie sektorów. Trzecim kluczowym pojęciem jest dystrybucja wartości, analizująca mechanizmy podziału zysków pomiędzy uczestników łańcucha. Autorzy omawiają także główne metody badawcze zastosowane w analizie GVC, od jakościowych studiów sektorowych ukazujących relacje władzy i logikę koordynacji, po ilościowe analizy danych handlowych umożliwiające mapowanie globalnych powiązań wytwórczych[29].

Gereffi (2018) podsumowuje swoje wieloletnie badania nad globalnym łańcuchem wartości, wskazując, iż struktury te stały się jednym z kluczowych mechanizmów organizacji współczesnego kapitalizmu. Autor podkreśla, że gospodarka światowa odeszła od handlu produktami finalnymi na rzecz fragmentacji procesów wytwórczych, w których kolejne etapy, od projektowania po dystrybucję, są rozmieszczone między różnymi krajami, tworząc rozbudowaną sieć powiązań produkcyjnych. Analiza GVC pozwala uchwycić logikę organizacji globalnego handlu oraz określić, jakie strategie rozwojowe są najbardziej efektywne dla przedsiębiorstw i państw. Centralnym komponentem ujęcia Gereffiego jest koncepcja zarządzania łańcuchem wartości. Autor zaznacza, że struktury te są aktywnie koordynowane przez firmy wiodące, które ustalają standardy, warunki współpracy oraz zasady podziału wartości. Szczególną uwagę poświęca konfiguracjom napędzanym przez nabywców, w których duże marki detaliczne kontrolują rozproszoną sieć produkcyjną, determinując dynamikę funkcjonowania całego systemu.

Z perspektywy rozwojowej kluczowe znaczenie posiada proces modernizacji, polegający na nabywaniu nowych kompetencji umożliwiających przechodzenie do bardziej zaawansowanych, wyżej marżowych aktywności oraz uniknięcie pułapki niskiej wartości dodanej. Gereffi podkreśla, że samo uczestnictwo w globalnym łańcuchu wartości nie stanowi gwarancji sukcesu. Konieczna jest aktywna rola państwa oraz instytucji lokalnych, które poprzez politykę przemysłową, edukacyjną i innowacyjną wspierają przedsiębiorstwa w budowaniu zdolności niezbędnych do modernizacji. Analiza obejmuje również nowe

[29] L. Jones, M. Demirkaya, E. Bethmann, Global Value Chain Analysis: Concepts and Approaches. Vol.: –, *Journal of International Commerce and Economics*, U.S. International Trade Commission, 2019.

zjawiska, takie jak cyfryzacja oraz zrównoważony rozwój, określające kierunki ewolucji GVC[30].

Przeprowadzona rekonstrukcja ewolucji pojęcia łańcucha wartości ukazuje, że kategoria ta przeszła drogę od relatywnie statycznej, wewnątrzorganizacyjnej ramy analitycznej do jednego z kluczowych narzędzi opisu współczesnego kapitalizmu. W klasycznym ujęciu Portera łańcuch wartości służył przede wszystkim dekompozycji działalności przedsiębiorstwa na działania generujące koszt i wartość oraz projektowaniu spójnej konfiguracji aktywności. Kolejne doprecyzowania i rozszerzenia, od alternatywnych konfiguracji wartości, poprzez rozwinięte techniki mapowania strumienia wartości, aż po koncepcje globalnego łańcucha wartości i ekosystemów, stopniowo odrywały analizę od wyłącznego wymiaru wewnątrzorganizacyjnego, włączając w nią relacje międzyorganizacyjne, podział władzy, mechanizmy koordynacji oraz dystrybucję korzyści w skali ponadnarodowej. W rezultacie łańcuch wartości został osadzony równocześnie w logice strategii przedsiębiorstwa, polityki rozwojowej oraz regulacji globalnych powiązań produkcyjno-logistycznych. Szczególną rolę odegrały w tym zakresie badania nad *governance* w globalnych łańcuchach wartości oraz nad znaczeniem technologii informacyjnych i inteligentnych produktów, które unaoczniły, że konfiguracja przepływów informacji, wiedzy i danych jest współcześnie równie istotna jak fizyczna architektura procesów. Oznacza to, że analiza łańcucha wartości nie może zostać zredukowana do prostego opisu sekwencji działań, lecz wymaga uwzględnienia systemu zależności, komplementarności oraz uwarunkowań instytucjonalnych i technologicznych.

Konsekwencją tej ewolucji jest potrzeba stosowania wielowarstwowego podejścia badawczego. Z jednej strony aktualne pozostaje mikro-strategiczne ujęcie koncentrujące się na konfiguracji procesów wewnątrz przedsiębiorstwa. Z drugiej, rośnie znaczenie perspektywy globalnej, obejmującej strukturę łańcucha wartości, typy *governance*, możliwości *upgradingu* oraz rolę aktorów wiodących w kształtowaniu standardów i reguł konkurencji. Tak rozumiany łańcuch wartości funkcjonuje jako konstrukt pomostowy, integrujący analizy strategiczne i rozwojowe

W dalszych częściach rozprawy przyjęcie tak szeroko ujętej kategorii łańcucha wartości pozwala na analizę sektora motoryzacyjnego, w którym krzyżują się procesy globalizacji, transformacji cyfrowej oraz wdrażania systemów opartych na sztucznej inteligencji. Odwołanie do ewolucji tej koncepcji umożliwia osadzenie wyników badań empirycznych w szerszym,

[30] G. Gereffi, *Global Value Chains and Development: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism*. Vol.: –, Cambridge University Press, 2018.

teoretycznie zakorzenionym układzie odniesienia, nadając wnioskom charakter nie tylko opisowy, lecz również wyjaśniający i prognostyczny.

1.2. Specyfika branży motoryzacyjnej

Niniejsza część rozdziału poświęcona jest rekonstrukcji specyfiki sektora motoryzacyjnego jako szczególnego przypadku przemysłu funkcjonującego w obrębie globalnego łańcucha wartości. Celem podrozdziału jest ukazanie, dlaczego właśnie ta branża stanowi uprzywilejowane pole analizy dla badań nad konfiguracją łańcucha wartości, formami *governance*, procesami *industrial upgrading* oraz dyfuzją innowacji technologicznych i organizacyjnych. Motoryzacja łączy wysoki poziom złożoności architektury produktu, wielowarstwową i modułową strukturę łańcucha dostaw, silną regionalizację produkcji przy jednoczesnym włączeniu w globalne sieci oraz wyjątkowo restrykcyjny reżim regulacyjny i jakościowy. W literaturze sektor ten traktowany jest jako modelowy przykład branży o integralnej architekturze wyrobu, wymagającej zaawansowanych zdolności integracyjnych po stronie producentów OEM oraz megadostawców, a zarazem jako kluczowy kanał transferu inwestycji bezpośrednich, relokacji funkcji produkcyjnych oraz kształtowania nowego międzynarodowego podziału pracy. W dalszej części podrozdziału syntetyzowane są ustalenia badań nad regionalnymi blokami produkcyjnymi, modularyzacją wyrobu i procesu, zmianą ról dostawców oraz specyfiką modernizacji przemysłu motoryzacyjnego w Europie Środkowo-Wschodniej, co pozwala osadzić późniejsze analizy empiryczne w jednoznacznie określonym kontekście sektorowym.

Sturgeon i Van Biesebroeck (2011) analizują ewolucję oraz strukturę globalnego łańcucha wartości w przemyśle motoryzacyjnym, koncentrując się na tym, w jaki sposób kryzys gospodarczy z lat 2008-2009 przyspieszył wcześniejsze tendencje i zwiększył znaczenie krajów rozwijających się w tej branży. Autorzy wskazują, że sektor motoryzacyjny, w odróżnieniu od przemysłu elektronicznego, charakteryzuje się silną regionalizacją produkcji, co oznacza, iż pojazdy wytwarzane są zazwyczaj w pobliżu rynków zbytu. Regionalizacja ta sprawiła, że skutki kryzysu były w dużej mierze ograniczone do poszczególnych obszarów, Ameryki Północnej, Europy oraz Azji Wschodniej, zamiast rozprzestrzeniać się globalnie w ramach jednego, silnie zintegrowanego łańcucha wartości. Jednocześnie rosnąca rola gospodarek wschodzących, takich jak Chiny czy Indie, jako kluczowych ośrodków wzrostu popytu, stworzyła nowe możliwości rozwojowe dla lokalnych dostawców. Podmioty z tych krajów, które początkowo funkcjonowały jako poddostawcy o ograniczonym zakresie kompetencji,

zaczęły stopniowo przejmować bardziej zaawansowane funkcje, co stanowi istotny element procesów modernizacji oraz kreowania wartości dodanej w ramach globalnych łańcuchów wartości. Autorzy podkreślają, że przemiany te odzwierciedlają szerzej zakrojone zmiany strukturalne w gospodarce światowej oraz wzrost znaczenia krajów rozwijających się dla konfiguracji i dynamiki współczesnego przemysłu motoryzacyjnego[31].

MacDuffie i Fujimoto (2019) argumentują, że tradycyjni producenci samochodów, często określani jako „dinozaury", utrzymają dominującą pozycję w branży motoryzacyjnej przez kolejne dekady. Wbrew prognozom wielu komentatorów, według których nowi gracze, zwłaszcza firmy technologiczne, mieli zrewolucjonizować sektor i doprowadzić do marginalizacji dotychczasowych liderów, autorzy wskazują na trwałe przewagi kompetencyjne wykształcone przez przedsiębiorstwa motoryzacyjne w długim okresie. Ich zdaniem przewaga ta wynika przede wszystkim z unikalnej zdolności do zarządzania wyjątkowo złożonym procesem projektowania oraz produkcji pojazdów. Złożoność ta wynika z faktu, że samochody stanowią zaawansowane technicznie systemy złożone z tysięcy komponentów, które muszą funkcjonować w sposób zintegrowany, niezawodny i zgodny z rygorystycznymi normami bezpieczeństwa, środowiskowymi i regulacyjnymi. Autorzy podkreślają, że kompetencje w zakresie integracji systemów stanowią kluczową przewagę tradycyjnych wytwórców, przewagę, której nowi uczestnicy rynku, dysponujący często specjalistyczną wiedzą w wąskich obszarach technologicznych, nie są w stanie szybko odtworzyć. MacDuffie i Fujimoto zauważają także, że chociaż technologie takie jak elektromobilność czy autonomizacja wprowadzają istotne zmiany, większość patentów oraz doświadczeń w tych dziedzinach pozostaje w rękach dotychczasowych producentów, co wynika z wieloletnich inwestycji w badania i rozwój realizowanych jeszcze przed wejściem firm technologicznych do sektora motoryzacyjnego. Autorzy twierdzą, że zamiast zostać zdominowanymi przez przedsiębiorstwa technologiczne, producenci samochodów mogą korzystać z ich kompetencji poprzez partnerstwa strategiczne, pozyskując wiedzę w obszarach oprogramowania, technologii baterii czy czujników, jednocześnie wykorzystując własną biegłość w wytwarzaniu oraz integracji. W opinii MacDuffiego i Fujimoto utrzymanie pozycji konkurencyjnej wymaga jednak od tradycyjnych producentów dynamicznych działań: szybkiego rozwoju kompetencji w obszarach nowych technologii, zawierania sojuszy pozwalających dzielić wysokie koszty rozwoju oraz aktywnego wykorzystania potencjału dostawców. W konkluzji autorzy

[31] T. J. Sturgeon, J. Van Biesebroeck, Global value chains in the automotive industry: An enhanced role for developing countries? *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, 4*(1-3), 2011, 181-205. https://doi.org/10.1504/IJTLID.2011.041904.

podkreślają, że pomimo głębokich przemian zachodzących w branży motoryzacyjnej, to właśnie dotychczasowi liderzy wykazują najwyższą gotowość do ich przetrwania i dalszej dominacji, ponieważ dysponują unikalną zdolnością zarządzania złożonością oraz integracji systemów[32].

MacDuffie i Fujimoto (2019) argumentują, że tradycyjni producenci samochodów, określani jako „dinozaury", utrzymają dominującą pozycję w branży motoryzacyjnej pomimo wzrostu konkurencji ze strony firm technologicznych. Ich zdaniem źródłem tej przewagi jest wyjątkowo wysoka złożoność samochodu jako produktu. W przeciwieństwie do elektroniki użytkowej pojazdy stanowią ciężkie, poruszające się obiekty funkcjonujące w przestrzeni publicznej i podlegające rygorystycznym regulacjom bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska. Architektura samochodu, obejmująca tysiące precyzyjnie zintegrowanych komponentów, pozostaje strukturalnie stabilna od dziesięcioleci, a jej opanowanie wymaga rozbudowanych kompetencji. Autorzy podkreślają, że kluczową przewagą tradycyjnych producentów jest zdolność do integracji systemów, obejmująca zarządzanie złożonym łańcuchem części, dostawców i procesów. Nowi gracze, mimo innowacyjności w wybranych obszarach, takich jak oprogramowanie, technologie baterii czy sensory, nie dysponują doświadczeniem pozwalającym na skuteczną koordynację całego systemu pojazdu. Ponadto większość technologii związanych z elektromobilnością i autonomizacją, włącznie z patentami, pozostaje w rękach dotychczasowych producentów, którzy przez lata inwestowali w badania i rozwój jeszcze przed wejściem firm technologicznych do sektora. MacDuffie i Fujimoto konkludują, że zamiast gwałtownej rewolucji w strukturze rynku motoryzacyjnego należy oczekiwać stopniowej ewolucji, w której tradycyjni producenci będą współpracować z firmami technologicznymi, adaptując nowe rozwiązania, lecz zachowają nadrzędną pozycję dzięki unikalnym zdolnościom integracyjnym[33].

Doran (2004) analizuje fundamentalną transformację łańcucha dostaw w przemyśle motoryzacyjnym, napędzaną przejściem na produkcję modułową. Autor wskazuje, że tradycyjny, hierarchiczny model dostawców oparty na poziomach Tier 1, Tier 2 i Tier 3 staje się niewystarczający wobec rosnącej złożoności systemów pojazdu. Producenci samochodów (OEM) przekazują coraz większą odpowiedzialność za projektowanie, integrację i zarządzanie komponentami głównym dostawcom, którzy przekształcają się z wytwórców pojedynczych

[32] J. Humphrey, O. Memedovic, The global automotive industry value chain: What prospects for upgrading by developing countries? *UNIDO Sectoral Studies Series,* 2003. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23857.84325

[33] J. P. MacDuffie, T. Fujimoto, Why dinosaurs will keep ruling the auto industry. *Harvard Business Review, 88*(6), 2010, 23-25. https://hbr.org/2010/06/why-dinosaurs-will-keep-ruling-the-auto-industry.

części w integratorów złożonych modułów, takich jak kompletne kokpity, systemy elektryczne czy układy zawieszenia. W konsekwencji od dostawców oczekuje się nowego zestawu kompetencji, obejmującego zaawansowane zarządzanie projektami, koordynację sieci poddostawców, zdolność integracji złożonych systemów oraz współdzielenie ryzyka z OEM. Doran podkreśla, że proces ten prowadzi do głębokiej restrukturyzacji branży: tylko podmioty zdolne do adaptacji, rozwijania kompetencji systemowych oraz przejmowania bardziej zintegrowanej roli będą w stanie utrzymać konkurencyjną pozycję w zmieniającej się architekturze sektora motoryzacyjnego[34].

Raporty branżowe oraz zestawienia danych sektorowych uwypuklają praktyczny wymiar tej złożoności, przeciętny samochód obejmuje dziesiątki tysięcy części, co wymaga wielowymiarowego zarządzania logistyką, kontroli jakości oraz precyzyjnego harmonogramowania dostaw. Tak duża liczba komponentów oznacza, że nawet niewielkie zakłócenie na poziomie Tier 3 może generować opóźnienia w montażu końcowym i istotne koszty dla OEM. Wskaźniki te ilustrują skalę międzynarodowej kooperacji i potwierdzają, że bezpieczeństwo dostaw oraz przejrzystość łańcucha wartości stały się priorytetami strategicznymi. Dokumenty branżowe podkreślają zatem konieczność inwestycji w cyfrowe systemy śledzenia komponentów, standaryzację opakowań i procedur logistycznych. Jednocześnie akcentuje się, że transformacja w kierunku pojazdów elektrycznych i autonomicznych generuje nowe, krytyczne komponenty, baterie, czujniki oraz oprogramowanie, które koncentrują ryzyko w innych ogniwach łańcucha. W konsekwencji konieczna staje się przebudowa relacji dostawczych oraz tworzenie partnerstw z producentami baterii i technologii elektronicznych. W analizie z 2003 roku, zatytułowanej *Modularization in the Auto Industry: Interlinked Multiple Hierarchies of Product, Production and Supplier Systems*, Akira Takeishi i Takahiro Fujimoto przedstawiają złożony obraz modularności w przemyśle motoryzacyjnym. Autorzy argumentują, że uproszczone interpretacje tego procesu są nietrafne, gdyż modularyzacja obejmuje wielowymiarowe zmiany architektoniczne zachodzące co najmniej w trzech obszarach. Proponują ramy konceptualne ukazujące działalność rozwojową oraz produkcyjną jako system wzajemnie powiązanych i nakładających się hierarchii, co umożliwia spójne uchwycenie tej złożonej transformacji.

[34] D. Doran, Rethinking the supply chain: An automotive perspective. *Supply Chain Management: An International Journal, 9*(1), 2004, 102-109.

Centralnym elementem ich tezy jest koncepcja trzech współzależnych hierarchii: hierarchii produktu, hierarchii produkcji oraz hierarchii systemu dostawców[35]. Autorzy twierdzą, że jakakolwiek zmiana w jednej z tych struktur nieuchronnie wywołuje napięcia oraz konieczność adaptacji w pozostałych, prowadząc do dynamicznych i zależnych od obranej trajektorii transformacji całej branży. Pierwsza hierarchia, architektura produktu, odnosi się do sposobu projektowania pojazdu oraz jego podziału na mniejsze podsystemy lub moduły, ukierunkowanego na osiągnięcie funkcjonalnej niezależności poszczególnych części. Druga hierarchia dotyczy systemu produkcji, który musi zostać dostosowany do modułowej architektury produktu, co często oznacza organizację linii montażowych umożliwiającą instalację większych, wstępnie zmontowanych jednostek. Trzecią hierarchię stanowi system dostawców, czyli sieć relacji między producentem a partnerami zewnętrznymi, która również podlega rekonfiguracji, gdy na zewnątrz delegowane są zadania obejmujące projektowanie i montaż całych modułów. Podejście modułowe w architekturze produktu oznacza odejście od tradycyjnego, integralnego projektowania, w którym komponenty są silnie ze sobą powiązane, na rzecz tworzenia większych, strukturalnie spójnych jednostek ze znormalizowanymi interfejsami. Dobitnym przykładem są moduły kokpitu, integrujące deskę rozdzielczą, system klimatyzacji, poduszki powietrzne oraz elektronikę w jedną kompletną strukturę. Taka zmiana projektowa wpływa bezpośrednio na produkcję: zamiast montować setki drobnych elementów na głównej linii, możliwe staje się instalowanie gotowych, przetestowanych modułów. To z kolei reorganizuje łańcuch dostaw, dostawcy pierwszego szczebla (Tier 1) przejmują znacząco większą odpowiedzialność, stając się integratorami systemów zarządzającymi własnymi sieciami poddostawców drugiego i trzeciego szczebla. Autorzy podkreślają, że motywacje stojące za wdrażaniem modularności różniły się między regionami, w Japonii, Europie i Stanach Zjednoczonych akcentowano odmienne cele oraz aspekty tego procesu. Niezależnie od tych różnic, napięcia pomiędzy trzema wskazanymi hierarchiami pojawiają się nieuchronnie. Na przykład dążenie do pełnej modułowości produktu może okazać się trudne do wdrożenia w istniejącym systemie produkcyjnym lub może napotkać opór ze strony dostawców, którzy nie dysponują odpowiednimi zdolnościami integracyjnymi. Takeishi i Fujimoto konkludują, że powodzenie implementacji strategii modułowej zależy od umiejętności zarządzania tymi wzajemnymi zależnościami oraz rozwiązywania konfliktów między architekturą produktu, logiką produkcji a strukturą relacji międzyorganizacyjnych, co

[35] J. Koźlak, M. Żabińska, Koncepcja holonicznego systemu do zarządzania łańcuchami dostaw. *Automatyka/Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*, 2011, 15: 271-279.

sprawia, iż proces ten jest znacznie bardziej złożony, niż mogłoby się wydawać na pierwszy rzut oka[36].

Pavlínek, Domański i Guzik (2009) analizują wpływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) na transformację przemysłu motoryzacyjnego w Europie Środkowej, wskazując, że choć napływ kapitału zagranicznego doprowadził do istotnej modernizacji sektora, proces przemysłowego awansu (*industrial upgrading*) przebiegał nierównomiernie i miał ograniczony wymiar funkcjonalny. Autorzy badają, w jakim stopniu BIZ umożliwiły przedsiębiorstwom w regionie, zwłaszcza w Czechach, Polsce, na Słowacji i Węgrzech, przechodzenie na wyższe poziomy w globalnym łańcuchu wartości, rozróżniając trzy główne typy awansu: procesowy, obejmujący optymalizację produkcji; produktowy, polegający na wytwarzaniu bardziej zaawansowanych technologicznie wyrobów; oraz funkcjonalny, związany z przejmowaniem bardziej rentownych funkcji, takich jak badania i rozwój, projektowanie czy zarządzanie strategiczne.

Wyniki analizy wskazują jednoznacznie, że BIZ w istotny sposób przyczyniły się do osiągnięcia awansu procesowego i produktowego, przekształcając zakłady w regionie w jedne z najnowocześniejszych fabryk na świecie. Autorzy podkreślają jednak, że awans funkcjonalny pozostał wyraźnie ograniczony. Kluczowe kompetencje związane z badaniami i rozwojem, projektowaniem oraz podejmowaniem decyzji strategicznych zachowały korporacje w krajach macierzystych, co oznacza, że lokalne jednostki nie uzyskały autonomii w obszarze najwyżej wartościowanych funkcji w łańcuchu wartości. W konsekwencji zakłady produkcyjne w Europie Środkowej pełnią przede wszystkim rolę wysoko wydajnych ośrodków produkcyjno-montażowych, realizujących strategie opracowywane w centrach decyzyjnych poza regionem[37].

Frigant i Layan (2009) analizują, w jaki sposób rozpowszechnienie produkcji modułowej w przemyśle motoryzacyjnym przekształciło międzynarodowy podział pracy w Europie, skupiając się na perspektywie francuskich dostawców komponentów. Autorzy dowodzą, że przejście od tradycyjnej, częściowej organizacji produkcji do systemów opartych na dostarczaniu większych, zintegrowanych modułów zasadniczo zmieniło relacje pomiędzy producentami pojazdów a ich dostawcami. W nowej architekturze przemysłu dostawcy przejmują odpowiedzialność za projektowanie, integrację i wytwarzanie kompletnych

[36] A. Takeishi, T. Fujimoto, Modularization in the auto industry: Interlinked multiple hierarchies of product, production and supplier systems. *International Journal of Automotive Technology and Management, 3*(1/2), 2003, 79-98.

[37] P. Pavlínek, B. Domanski, R. Guzik, Industrial upgrading through foreign direct investment in Central European automotive manufacturing. *European Urban and Regional Studies, 16*(1), 2009, 43-63.

systemów, co wymaga ścisłej współpracy z producentami, a jednocześnie naraża ich na intensywną presję kosztową. Frigant i Layan wskazują, że sprzeczne wymagania wynikające z potrzeby intensywnej współpracy technicznej i presji kosztowej doprowadziły do wykształcenia nowej geografii europejskiego przemysłu motoryzacyjnego. Z jednej strony bliskość geograficzna sprzyja efektywnej koordynacji technicznej i logistycznej, co utrwala znaczenie Europy Zachodniej jako ośrodka działań wymagających intensywnej współpracy z producentami. Z drugiej strony nacisk na obniżanie kosztów skłonił wielu dostawców do lokowania produkcji w krajach Europy Środkowo-Wschodniej, oferujących niższe koszty pracy oraz znaczący potencjał rozwojowy. W rezultacie państwa tej części kontynentu stały się istotnymi ogniwami nowego podziału pracy, przejmując znaczną część wytwarzania komponentów modułowych[38].

Dicken (2015) przedstawia jedną z najbardziej wpływowych analiz procesów globalizacji gospodarczej, argumentując, że globalizacja nie stanowi jednolitego ani zakończonego etapu, lecz dynamiczny i permanentnie zmieniający się proces, który przeobraża światową mapę gospodarczą w sposób pełen sprzeczności oraz asymetrii. Autor podkreśla, że gospodarka światowa nie „spłaszcza się", lecz podlega ciągłemu globalnemu przesunięciu, w ramach którego centra produkcji, innowacji i władzy ekonomicznej przemieszczają się, tworząc nowe hierarchie, zależności oraz strefy marginalizacji. Dicken identyfikuje czterech kluczowych aktorów kształtujących architekturę globalnej gospodarki: korporacje transnarodowe, pełniące rolę głównych projektantów i koordynatorów globalnych sieci produkcyjnych; państwa, które jednocześnie konkurują i współpracują w przyciąganiu inwestycji oraz budowaniu przewag lokalnych; pracę, rozumianą jako zasób o kluczowym znaczeniu dla lokalizacji i funkcjonowania procesów wytwórczych; oraz konsumentów, których popyt kierunkuje globalne przepływy towarów i usług. W analizie globalnych procesów gospodarczych Dicken posługuje się pojęciem globalnych sieci produkcyjnych, opisujących fragmentację oraz geograficzne rozproszenie etapów produkcji i powiązań między nimi. Wprowadza również metaforę „śliskich" i „lepkich" przestrzeni, ukazującą napięcie pomiędzy mobilnością kapitału a lokalnymi, trudnymi do kopiowania atutami, takimi jak wiedza, infrastruktura, instytucje czy zasoby ludzkie. które przyciągają inwestycje i sprzyjają koncentracji działalności gospodarczej. Szczególną rolę w tych procesach odgrywa rozwój

[38] V. Frigant, J. B. Layan, Modular production and the new division of labour within Europe: The perspective of French automotive parts suppliers. *European Urban and Regional Studies, 16*(1), 2009, 11-25.

technologiczny, który umożliwia reorganizację łańcuchów produkcji oraz poszerzanie zasięgu geograficznego korporacji [39].

Gereffi i Fernández-Stark (2011) przedstawiają syntetyczne ujęcie metodologii analizy globalnego łańcucha wartości, wskazując, że podejście to pozwala zrozumieć mechanizmy tworzenia i przechwytywania wartości w gospodarce światowej poprzez dekompozycję procesu produkcyjnego na składowe czynności oraz analizę ich geograficznego rozmieszczenia. Centralnym elementem tej analizy jest koncepcja zarządzania łańcuchem wartości, która umożliwia określenie, kto sprawuje kontrolę nad poszczególnymi etapami procesu oraz jak relacje władzy wpływają na podział wartości między uczestnikami. Autorzy wyróżniają pięć głównych typów zarządzania: rynkowy, modułowy, relacyjny, hierarchiczny oraz typu captive, w którym mniejsze podmioty pozostają silnie podporządkowane dominującym nabywcom.

Istotnym komponentem ujęcia Gereffiego i Fernández-Stark jest koncepcja modernizacji (upgradingu), definiowana jako proces umożliwiający firmom, regionom lub gospodarkom przechodzenie do działań o wyższej wartości dodanej, co stanowi warunek trwałej konkurencyjności oraz rozwoju gospodarczego. Autorzy przedstawiają analizę GVC jako narzędzie o wymiarze aplikacyjnym, wykorzystywane przez decydentów publicznych, przedsiębiorstwa oraz instytucje rozwojowe do identyfikacji możliwości włączenia się w globalne sieci produkcyjne oraz podnoszenia swojej pozycji w międzynarodowym podziale pracy. Gereffi i Fernández-Stark akcentują również, że globalny łańcuch wartości pozostaje strukturą dynamiczną, podlegającą ciągłym przeobrażeniom wynikającym ze zmian technologicznych, politycznych oraz strategicznych działań przedsiębiorstw, co implikuje konieczność jego systematycznego monitorowania i analizy[40].

Jullien i Pardi (2013) badają mechanizmy, poprzez które światowy sektor motoryzacyjny ulega zasadniczym przeobrażeniom, skutkując nową konfiguracją międzynarodowego podziału pracy. Autorzy akcentują istnienie dwóch współwystępujących kierunków zmian: kształtowanie nowych gałęzi przemysłu samochodowego w państwach wschodzących oraz głęboką reorganizację w dotychczasowych ośrodkach produkcyjnych, takich jak Europa Zachodnia, Ameryka Północna czy Japonia. W gospodarkach rozwijających się przedsiębiorstwa motoryzacyjne tworzą rozbudowane struktury wytwórcze, obejmujące już nie tylko montaż końcowy, lecz także prace konstrukcyjne i rozwój produktów, co sprzyja lepszemu dopasowaniu oferty do specyficznych wymagań lokalnych rynków. Równolegle

[39] P. Dicken, *Global shift: Mapping the changing contours of the world economy* (7th ed.). Guilford Press, 2015.
[40] G. Gereffi, K. Fernandez-Stark, *Global value chain analysis: A primer* (2nd ed.). Duke University Center on Globalization, Governance & Competitiveness, 2016.

w dojrzałych ośrodkach przemysłowych zachodzi proces racjonalizacji, obejmujący likwidację wybranych zakładów, łączenie operacji produkcyjnych oraz skupienie wysiłków na obszarach generujących najwyższą wartość dodaną. Należą do nich zaawansowane prace badawczo-rozwojowe, rozwój strategicznych technologii, takich jak napędy elektryczne czy rozwiązania autonomiczne, a także zarządzanie marką oraz architekturą międzynarodowych sieci produkcji. W konsekwencji państwa wysoko rozwinięte w coraz większym stopniu profilują się w kierunku innowacji i strategicznego sterowania globalnymi sieciami wartości, natomiast gospodarki wschodzące przestają funkcjonować wyłącznie jako lokalizacje montażowe i stają się pełnoprawnymi elementami światowego łańcucha wartości, rozwijając własne kompetencje projektowe i inżynieryjne. Jullien i Pardi zaznaczają, iż obserwowane procesy nie sprowadzają się do prostego przesunięcia produkcji do obszarów o niższych kosztach, lecz stanowią rozbudowaną rekonstrukcję globalnego łańcucha wartości, w której zarówno nowe, jak i tradycyjne regiony motoryzacyjne uzyskują wyspecjalizowane, komplementarne funkcje w strukturze światowej gospodarki[41].

Fujimoto (2014) formułuje tezę, iż przewaga konkurencyjna Japonii oraz innych państw azjatyckich w handlu międzynarodowym wynika z zgodności pomiędzy architekturą produktów a zdolnościami organizacyjnymi przedsiębiorstw. Autor wprowadza rozróżnienie na dwa zasadnicze typy architektury: integralną, w której poszczególne komponenty pozostają silnie powiązane i wymagają intensywnej koordynacji podczas projektowania i produkcji, oraz modularną, opartą na bardziej ujednoliconych elementach, projektowanych oraz wytwarzanych oddzielnie, a następnie składanych w spójną strukturę. Architektura integralna dominuje w sektorze motoryzacyjnym, natomiast modularna charakteryzuje branże takie jak produkcja komputerów osobistych. Fujimoto wskazuje, iż japońskie firmy, uformowane przez praktyki organizacyjne oparte na długotrwałym zatrudnieniu, intensywnej wymianie wiedzy oraz ścisłej, trwałej współpracy z dostawcami, wykształciły szczególne kompetencje w zakresie integracji i koordynacji systemów technicznych. Te „zdolności organizacyjne w zakresie integracji" tworzą fundament przewagi komparatywnej Japonii w wytwarzaniu dóbr o architekturze integralnej. Badania empiryczne przywołane przez autora ukazują statystycznie potwierdzoną korelację między poziomem integralności architektury produktów a ich udziałem w japońskim eksporcie. Zaprezentowane ujęcie oferuje odmienny sposób interpretacji międzynarodowego podziału pracy, objaśniając, z jakiego powodu poszczególne państwa koncentrują się na

[41] B. Jullien, T. Pardi, Structuring new automotive industries, restructuring old ones: The new division of labour in the global automotive industry. *International Journal of Automotive Technology and Management, 17*(1/2), 2017, 1-15.

różnych kategoriach wytwarzanych dóbr. Japonia koncentruje się na dobrach o architekturze integralnej, podczas gdy gospodarki takie jak Stany Zjednoczone czy Tajwan uzyskują przewagi w obszarach produktów modularnych, wymagających odmiennych profili kompetencyjnych i innych modeli organizacyjnych[42].

Pan i Ng (2015) badają wpływ współpracy badawczo-rozwojowej z odmiennymi grupami partnerów na zdolność przedsiębiorstw motoryzacyjnych do tworzenia innowacji produktowych i procesowych. Analiza opiera się na danych ankietowych uzyskanych od 126 firm tajwańskiego sektora samochodowego, obejmujących zarówno producentów pojazdów, jak i wytwórców części. Autorzy wyróżniają cztery zasadnicze kategorie partnerów B+R, dostawców, odbiorców, rywali rynkowych oraz instytucje naukowe, przyjmując, iż każda forma współdziałania wnosi specyficzny wkład w rozwój innowacyjny organizacji. Wyniki empiryczne dowodzą, że współpraca z dostawcami wywiera jednoznacznie pozytywne oddziaływanie na innowacje zarówno produktowe, jak i procesowe. Wynika to z faktu, iż dostawcy posiadają wyspecjalizowaną wiedzę dotyczącą komponentów i materiałów, która stanowi podstawę ulepszeń konstrukcyjnych oraz zmian w technologiach wytwarzania. Kooperacja z odbiorcami okazuje się szczególnie znacząca dla innowacji produktowych, ponieważ umożliwia precyzyjne dostosowanie wyrobów do oczekiwań nabywców; jej oddziaływanie na innowacje procesowe nie zostało statystycznie potwierdzone. Relacje z konkurentami prowadzą do wyników o bardziej złożonym charakterze. Analiza ukazuje, iż współdziałanie w tym obszarze sprzyja innowacjom procesowym dzięki wymianie najlepszych praktyk. Jednocześnie jego wpływ na innowacje produktowe pozostaje niejednoznaczny, co wynika z napięcia pomiędzy potrzebą współpracy a ryzykiem ujawnienia informacji o znaczeniu strategicznym. Współpraca z uniwersytetami oraz instytutami badawczymi okazuje się szczególnie ważna dla innowacji produktowych, ponieważ zapewnia dostęp do zasobów wiedzy naukowej, wspierając rozwój technologii o charakterze bardziej przełomowym. Centralnym elementem modelu analitycznego jest zdolność absorpcyjna przedsiębiorstwa, definiowana jako wewnętrzna kompetencja umożliwiająca identyfikowanie, przyswajanie i wykorzystywanie wiedzy zewnętrznej. Pan i Ng wykazują, że kompetencja ta pełni funkcję moderatora wzmacniającego efekty wynikające ze współpracy badawczo-rozwojowej. Organizacje o rozbudowanych kompetencjach badawczych znacznie efektywniej przetwarzają wiedzę pozyskiwaną od partnerów w konkretne innowacje, podczas gdy podmioty o niskiej zdolności absorpcyjnej wykorzystują potencjał relacji zewnętrznych jedynie

[42] T. Fujimoto, Architecture-based comparative advantage in Japan and Asia. *Evolutionary and Institutional Economics Review,* 11(1), 2014, 1-36.

w ograniczonym zakresie. W konsekwencji wybory dotyczące partnerów B+R nabierają znaczenia strategicznego, ponieważ poszczególne formy współdziałania prowadzą do odmiennych typów innowacji. Z tego powodu wskazywane jest portfelowe ujęcie współpracy, obejmujące wielorakie źródła wiedzy. Równocześnie analiza wyraźnie pokazuje, że współpraca zewnętrzna osiąga najwyższą efektywność, gdy jest wspierana przez systematyczne rozwijanie wewnętrznych kompetencji badawczo-rozwojowych[43].

Sturgeon, Van Biesebroeck i Gereffi (2008) przedstawiają nową konstrukcję analityczną pozwalającą wyjaśnić przemiany zachodzące w globalnym sektorze motoryzacyjnym, argumentując, że tradycyjne modele oparte na wertykalnie zintegrowanych przedsiębiorstwach oraz narodowych systemach wytwarzania nie oddają już współczesnej złożoności tej branży. Autorzy łączą trzy komplementarne orientacje badawcze, globalny łańcuch wartości, sieci produkcyjne oraz klastry przemysłowe, wskazując, iż dopiero ich zestawienie umożliwia uchwycenie pełnej dynamiki ewolucji sektora. Perspektywa globalnego łańcucha wartości pozwala analizować sekwencję działań tworzących wartość oraz formy zarządzania spajające przedsiębiorstwa w wymiarze międzynarodowym. Koncepcja sieciowa ukazuje szczegółowe zależności i przepływy pomiędzy podmiotami, natomiast ujęcie klastrów akcentuje znaczenie przestrzennej koncentracji jednostek oraz korzyści wynikających z aglomeracji. Centralnym procesem kształtującym współczesną organizację przemysłu samochodowego jest postępująca modularyzacja projektowania oraz wytwarzania pojazdów. Modularyzacja oznacza konstruowanie pojazdów jako zbioru zintegrowanych podsystemów, takich jak kompletny kokpit czy moduł jezdny, co pozwoliło producentom OEM na szeroki outsourcing kluczowych funkcji. W jej wyniku ukształtowała się nowa grupa globalnych dostawców pierwszego rzędu, którzy przejęli znaczną część odpowiedzialności za projektowanie, inżynierię oraz wytwarzanie zaawansowanych modułów. Wiodący producenci samochodów przekształcili się zatem z w pełni zintegrowanych wytwórców w integratorów systemów i strażników marki, koncentrując swoje działania na projektowaniu, marketingu oraz finalnym montażu pojazdów, jednocześnie kierując rozbudowanymi światowymi sieciami dostawców. W wymiarze geograficznym sektor organizuje się wokół regionalnych bloków produkcyjnych w Ameryce Północnej, Europie oraz Azji Wschodniej, w których czołowi dostawcy lokują swoje zakłady, podążając za producentami OEM zgodnie z zasadą *follow sourcing*. Prowadzi to do powstawania nowych klastrów motoryzacyjnych, które odtwarzają złożone relacje istniejące w tradycyjnych centrach przemysłowych. Organizacyjne

[43] J. N. Pan, E. Ng, R&D collaboration and innovative performance in the automotive industry. *Journal of Business Research, 68*(1), 2015, 229-235.

rozproszenie działalności sprawia, że jednym z kluczowych wyzwań staje się koordynacja przepływu wiedzy oraz zarządzanie standardami technicznymi w wielowarstwowej strukturze dostaw. Autorzy podkreślają, że pomimo rosnącej roli dużych dostawców, to producenci OEM nadal utrzymują dominującą pozycję w łańcuchu wartości, definiując wymagania techniczne, kontrolując jakość oraz determinując relacje kontraktowe. Przedstawiona konstrukcja analityczna wnosi znaczący wkład do literatury, ponieważ integruje analizę organizacyjną z geografią ekonomiczną, dostarczając spójnego wyjaśnienia genezy współczesnej, sieciowej oraz regionalnie skoncentrowanej struktury przemysłu motoryzacyjnego[44].

Przedstawiona powyżej charakterystyka sektora motoryzacyjnego ukazuje go jako dziedzinę o wyjątkowo wysokiej złożoności organizacyjnej i technologicznej, w której skupiają się kluczowe procesy współczesnej globalizacji gospodarczej. Branża motoryzacyjna jawi się jako obszar, w którym integralna architektura produktu, modularyzacja wyrobów i procesów, przeobrażenia ról OEM i globalnych dostawców oraz regionalizacja wytwarzania współistnieją z wysoce zhierarchizowanymi strukturami władzy w łańcuchu wartości oraz asymetrycznym rozłożeniem funkcji generujących najwyższą wartość dodaną. Dla gospodarek przyjmujących inwestycje, w tym państw Europy Środkowo-Wschodniej, oznacza to jednoczesne występowanie zaawansowanej modernizacji procesowej i produktowej oraz ograniczonego awansu funkcjonalnego, co utrwala ich pozycję jako wysoce efektywnych „platform produkcyjnych", lecz nie w pełni autonomicznych ośrodków kreowania innowacji. Takie ujęcie pozwala traktować przemysł samochodowy jako swoiste laboratorium badań nad globalnym łańcuchem wartości, w którym zagadnienia organizacji łańcucha dostaw, *governance*, cyfryzacji, współpracy B+R czy zastosowań systemów AI stanowią komponent konstrukcyjny modelu biznesowego, a nie jedynie dodatkowy wymiar jego funkcjonowania. W rezultacie dalsze części rozprawy mogą odwoływać się do konsekwentnie zarysowanego tła sektorowego, co wzmacnia zarówno trafność interpretacyjną uzyskanych rezultatów, jak i ich zdolność do uogólnienia.

1.3. Kluczowe obszary funkcjonowania łańcucha wartości w motoryzacji

Niniejsze treści ukierunkowane są na precyzyjne wyodrębnienie i konceptualizację kluczowych obszarów funkcjonowania łańcucha wartości w sektorze motoryzacyjnym,

[44] T. J. Sturgeon, J. Van Biesebroeck, G. Gereffi, Value chains, networks and clusters: Reframing the global automotive industry. *Journal of Economic Geography, 8*(3), 2008, 297-321.

rozumianych jako krytyczne węzły, w których kumulują się zarówno ryzyka, jak i potencjał kształtowania przewagi konkurencyjnej. W przeciwieństwie do podejść ogólnosystemowych, akcent zostaje położony na te elementy łańcucha, które w warunkach elektryfikacji napędu, cyfryzacji procesów oraz rosnących wymogów zrównoważonego rozwoju podlegają szczególnie głębokim przeobrażeniom. Analizie poddane zostają zatem obszary zaopatrzenia i zarządzania dostawcami, odporności i buforowania w łańcuchu dostaw, konfiguracji systemów produkcyjnych zgodnie z logiką Lean 4.0, a także zintegrowanego wykorzystania technologii Przemysłu 4.0 dla zwiększania elastyczności, przejrzystości oraz zdolności predykcyjnych. Równoległym polem zainteresowania są nowe wymiary zrównoważonego rozwoju, obejmujące wyzwania materiałowe i środowiskowe związane z elektromobilnością, oraz przeobrażenia dotyczące relacji z klientami, zarządzania doświadczeniem użytkownika i jakości, które sprzęgają sferę popytu z decyzjami podejmowanymi w wyższych ogniwach łańcucha. Szczególne znaczenie przypisane zostaje także kapitałowi ludzkiemu jako warunkowi koniecznemu absorpcji technologii cyfrowych oraz realnego wykorzystania danych. W rezultacie podrozdział konstruuje wielowymiarową mapę obszarów krytycznych, która w dalszych częściach rozprawy zostaje przełożona na zestaw zmiennych i konstrukcji wykorzystywanych w modelu badawczym.

Reddy et al. (2024) prezentują szczegółowe studium odporności łańcucha dostaw w branży motoryzacyjnej, skupiając uwagę na zasadniczym zagadnieniu operacjonalizacji tej odporności poprzez mierniki efektywności. Autorzy podkreślają, iż pomimo rosnącej częstotliwości zakłóceń, takich jak pandemia COVID-19, utrzymuje się istotna luka między modelami koncepcyjnymi rozwijanymi w literaturze akademickiej a praktycznymi wymaganiami przedsiębiorstw dotyczącymi oceny zdolności adaptacyjnych. Celem opracowania jest więc identyfikacja, porównanie oraz hierarchizacja wskaźników odporności z dwóch perspektyw: badań naukowych oraz praktyki producentów OEM i dostawców Tier 1 i Tier 2. Zastosowano metodologię o charakterze mieszanym, łączącą zaawansowane techniki analizy tekstu z badaniami empirycznymi. Perspektywę teoretyczną uchwycono poprzez analizę *text mining* obejmującą zbiór 195 recenzowanych publikacji dotyczących odporności łańcucha dostaw, po której dokonano ustalania priorytetów wyłonionych wskaźników przy użyciu metody analitycznego procesu hierarchicznego (AHP). Wyniki tej części analizy identyfikują trzy kluczowe miary: zmienność czasu realizacji zamówień, wskaźnik OTIF oraz elastyczność wolumenową dostawców. Ustalona hierarchia odzwierciedla konceptualizację odporności jako funkcji przewidywalności, niezawodności oraz zdolności adaptacyjnych. Perspektywę praktyczną odtworzono na podstawie wywiadów z menedżerami sektora

motoryzacyjnego, wykorzystując analizę *conjoint* oraz regresję porządkową do oceny ich preferencji dotyczących poszczególnych wskaźników. Ustalono, że przedstawiciele praktyki również utożsamiają odporność przede wszystkim z OTIF oraz elastycznością wolumenową, jednakże w przeciwieństwie do ujęć akademickich nadają wyjątkowo wysoką rangę poziomowi zapasów części o podwyższonym ryzyku. Wskazuje to na bardziej pragmatyczną postawę przemysłu, w której bufory materiałowe pełnią rolę krytycznego zabezpieczenia ciągłości produkcji w warunkach niepewności. Analiza ujawnia również zróżnicowanie priorytetów między uczestnikami branży. Producenci OEM oraz dostawcy Tier 1 i Tier 2 odmiennie definiują kluczowe determinanty odporności, co wynika z ich zróżnicowanego usytuowania w łańcuchu wartości oraz odmiennych profili ryzyka. Autorzy stwierdzają, iż istnieje wyraźna i strukturalna rozbieżność pomiędzy perspektywą akademicką a przemysłową, zarówno w zakresie konceptualizacji odporności, jak i doboru narzędzi jej pomiaru. Podkreślają potrzebę intensyfikacji współpracy pomiędzy środowiskiem naukowym a praktyką gospodarczą oraz wypracowania wspólnego, ujednoliconego zestawu wskaźników, który umożliwi bardziej efektywne zarządzanie ryzykiem w warunkach rosnącej globalnej niestabilności [45].

Shafique, Khan i Babar opracowali kompleksowy model strategicznego zaopatrzenia, ukierunkowany na wspieranie praktyk zarządzania zielonym łańcuchem dostaw. W warunkach nasilającej się presji regulacyjnej oraz społecznej przedsiębiorstwa stają przed pilnym zadaniem integrowania kryteriów środowiskowych z decyzjami zakupowymi. Tradycyjne modele *sourcingu*, koncentrujące się głównie na kosztach, jakości i czasie dostawy, okazują się niewystarczające wobec nowych wyzwań.

Analiza wykazała, że do najważniejszych kryteriów stosowanych przy wyborze ekologicznego dostawcy zalicza się posiadanie certyfikowanego systemu zarządzania środowiskowego, na przykład ISO 14001. Równie istotna okazała się zdolność dostawcy do projektowania wyrobów z myślą o ochronie środowiska, czyli ekoprojektowania, obejmującego zastosowanie materiałów przyjaznych naturze oraz zapewnienie możliwości recyklingu[46]. Do pozostałych istotnych kryteriów zaliczono efektywność w gospodarowaniu zasobami, w tym zużyciem wody i energii, a także funkcjonowanie skutecznych mechanizmów kontroli zanieczyszczeń oraz zarządzania odpadami. Model akcentuje ponadto znaczenie elementów takich jak stosowanie zasad zielonej logistyki i transportu. Badanie dodatkowo uwypukliło

[45] T.A.B. Reddy, M. Balaji, M.S. Sankhla, S. Saha, Measuring supply chain resilience along the automotive value chain – A comparative research on literature and industry. *International Journal of Project Management*, 2024.

[46] A. Bekisz, M. Kruszyński, Ekologistyka i ekoprojektowanie na przykładzie branży motoryzacyjnej. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 2022, 73: 5-21.

znaczenie gotowości dostawcy do współdziałania z przedsiębiorstwem zamawiającym w realizacji wspólnie definiowanych celów środowiskowych[47].

Mrugalska i Wyrwicka (2022) przedstawiają syntetyczne ujęcie dotychczasowych badań nad integracją *Lean Production* z technologiami Przemysłu 4.0, ukazując, że oba nurty nie tylko nie pozostają ze sobą w sprzeczności, lecz tworzą wysoce komplementarny system zarządzania produkcją. Syntetyzowane wyniki badań potwierdzają, iż technologie cyfrowe, takie jak Internet Rzeczy, analiza Big Data[48], sztuczna inteligencja czy systemy cyberfizyczne, znacząco wzmacniają kluczowe mechanizmy Lean, szczególnie w obszarze identyfikowania i eliminowania marnotrawstwa. Sensory IoT oraz analityka danych w czasie rzeczywistym umożliwiają precyzyjny nadzór nad procesami, maszynami i przepływami materiałowymi, co przekłada się na efektywniejsze wykrywanie przestojów, nadprodukcji oraz zbędnego transportu. Cyfryzacja oddziałuje także na rozwój poszczególnych narzędzi Lean. Autonomiczne roboty oraz systemy wizyjne wspierają implementację zasady Jidoka poprzez automatyzację kontroli jakości i natychmiastowe wykrywanie defektów, natomiast symulacje cyfrowe oraz technologie cyfrowego bliźniaka istotnie usprawniają koncepcję Just-in-Time, podnosząc precyzję prognozowania popytu oraz optymalizację zapasów. W literaturze akcentowane jest także, że rozwiązania Przemysłu 4.0 wzmacniają kulturę ciągłego doskonalenia, dostarczając pracownikom nowych narzędzi wizualizacji oraz diagnozy problemów. W analizowanych studiach przypadku odnotowano liczne korzyści wynikające z implementacji podejścia określanego jako Lean 4.0: wyższą produktywność, zwiększoną elastyczność, skrócenie czasów reagowania na zmienność popytu oraz poprawę warunków pracy dzięki automatyzacji zadań monotonnych i obciążających fizycznie. Jednocześnie podkreślono występowanie istotnych barier, obejmujących wysokie koszty wdrożeń technologicznych, niedostatki kompetencji cyfrowych, trudności integracyjne, ryzyka cyberbezpieczeństwa oraz opór organizacyjny wobec zmian[49].

Bode i Wagner (2025) analizują stosowanie strategii buforowania w sektorze motoryzacyjnym, ukazując wyraźne różnice pomiędzy praktykami przedsiębiorstw zajmujących odmienne pozycje w łańcuchu dostaw. Wyniki ich badań jednoznacznie potwierdzają, iż producenci OEM, dostawcy Tier 1 oraz dostawcy Tier 2 wykorzystują różne

---

47 M.N. Shafique, S. A. R. Khan, M. Babar, *Strategic sourcing model for green supply chain management*, 2022/2023.

48 A. Letkiewicz, K. Szulc, W kierunku *green smart city-case study* Trójmiasta. *Współczesna Gospodarka*, 13(1 (37), 2022. 59-73.

49 B. Mrugalska, M. K. Wyrwicka, Lean Production Systems 4.0 – A comprehensive review. *International Journal of Production Research,* 2022.

mechanizmy łagodzenia ryzyka, a zakres dostępnych im narzędzi pozostaje silnie zależny od ich roli oraz siły przetargowej w strukturze branży.

Producenci OEM w największym stopniu opierają się na buforach finansowych oraz relacyjnych. Utrzymywanie rezerw gotówkowych oraz budowanie trwałych, strategicznych relacji z wybranymi dostawcami Tier 1 umożliwia im zabezpieczanie ciągłości montażu oraz ograniczanie podatności na zakłócenia. Równocześnie znaczną część ryzyka przesuwają w dół łańcucha, redukując własną ekspozycję kosztem dostawców niższych szczebli.

Dostawcy Tier 1 zajmują pozycję najbardziej obciążoną presją systemową. To na nich skupiają się zarówno wymagania OEM-ów, jak i niepewność dotycząca dostępności komponentów od Tier 2. Badanie wskazuje, że podmioty te wykorzystują najbardziej rozbudowany i zróżnicowany zestaw strategii buforowania, obejmujący utrzymywanie nadwyżek mocy produkcyjnych oraz gromadzenie zapasów komponentów pozyskiwanych od dostawców niższych szczebli. Podejście to zapewnia wysoką elastyczność, lecz generuje znaczące obciążenia finansowe i organizacyjne. Najwyższą podatność wykazują firmy Tier 2 i niższych poziomów. Dysponują one ograniczonymi zasobami, słabą pozycją negocjacyjną oraz bardzo wąskim zakresem dostępnych instrumentów. Najczęściej ich jedynym buforem pozostaje utrzymywanie zapasów wyrobów gotowych, co wiąże się z zamrożeniem kapitału i ograniczeniem płynności, przy jednoczesnym braku zabezpieczenia przed istotniejszymi zakłóceniami. To właśnie te przedsiębiorstwa stanowią najbardziej wrażliwe ogniwo całego układu. Wyniki badań pokazują, że zróżnicowane i nieskoordynowane strategie buforowania, choć logiczne z perspektywy pojedynczych przedsiębiorstw, prowadzą do systemowego niedopasowania w skali całej branży. Odporność budowana przez OEM-y opiera się w dużej mierze na transferze ryzyka w dół łańcucha, co zwiększa podatność Tier 2 i tworzy zagrożenie kaskadowych zakłóceń. Analiza dowodzi, iż odporność poszczególnych firm nie przekłada się bezpośrednio na odporność całego sektora, a nierówny rozkład ryzyka sprawia, że globalny łańcuch dostaw w motoryzacji pozostaje bardziej kruchy, niż sugerują to rezultaty osiągane na najwyższych szczeblach hierarchii[50].

Badania Karamatsoukisa et al. (2025) ukazują wyraźne odejście od tradycyjnych, statycznych modeli zaopatrzenia na rzecz rozwiązań bazujących na danych, pozwalających skuteczniej reagować na rosnącą zmienność rynkową. W zaprezentowanym ujęciu szczególną rangę zyskują metody umożliwiające dynamiczną identyfikację oraz kwantyfikację ryzyka związanego z dostawcami i warunkami rynkowymi. Zastosowanie technik predykcyjnych,

[50] C. Bode, S. M. Wagner, Risk mitigation, adaptability and sectoral resilience: Buffering in an automotive supply chain across tiers. *International Journal of Project Management,* 2025.

w tym uczenia maszynowego, umożliwiło precyzyjniejsze prognozowanie zmian w czasie realizacji dostaw, cen surowców oraz prawdopodobieństwa awarii, co stanowi fundament bardziej świadomego zarządzania *sourcingiem*. Widoczne są również wyraźne przeobrażenia w sposobach kształtowania odporności. Opracowany przez autorów model stochastyczny integruje analitykę danych z metodami optymalizacji odpornej, dzięki czemu pozwala na dobór strategii zaopatrzeniowych uwzględniających szerokie spektrum potencjalnych zakłóceń. Testy symulacyjne potwierdzają, że takie rozwiązanie prowadzi do niższych kosztów całkowitych oraz wyższej terminowości dostaw w zestawieniu z dotychczas stosowanymi praktykami. Analiza ujawnia również istotną zmianę w sposobie postrzegania dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia. Zamiast prostego podziału zamówień pomiędzy dwóch dostawców, skuteczniejsze okazuje się zróżnicowanie oparte na ocenie ryzyka, w ramach którego komponenty o wysokiej wrażliwości powierzane są dostawcom bardziej niezawodnym, natomiast elementy mniej krytyczne kierowane są do partnerów tańszych, lecz obarczonych większą zmiennością. Podkreślono przy tym znaczenie jakości danych dotyczących dostawców, ponieważ to właśnie ich dokładność i aktualność w największym stopniu warunkują efektywność wdrażanych strategii. Opisane tendencje odzwierciedlają szersze zmiany obserwowane w sektorze produkcji dyskretnej, gdzie coraz większą wagę przykłada się do budowania odporności łańcucha dostaw w oparciu o wiarygodne i szczegółowe informacje. W konsekwencji rośnie znaczenie narzędzi analitycznych umożliwiających podejmowanie decyzji zaopatrzeniowych uwzględniających zarówno bieżące warunki rynkowe, jak i potencjalne zakłócenia[51].

Wyniki badań Trojanowskiej et al., (2022) ukazują wyraźny zwrot w stronę systemów produkcyjnych integrujących zasady Lean Management z rozwiązaniami Przemysłu 4.0. Analiza literatury pokazuje, że połączenie tych dwóch nurtów stopniowo staje się standardem w nowoczesnych zakładach, a technologie cyfrowe coraz częściej pełnią funkcję instrumentów wzmacniających realizację podstawowych założeń Lean. Szczególnie widoczne są przeobrażenia wynikające z upowszechnienia rozwiązań takich jak Internet Rzeczy, sztuczna inteligencja czy analiza Big Data, które umożliwiają automatyczne gromadzenie i przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym. W efekcie proces identyfikacji i eliminowania marnotrawstwa nabiera większej precyzji, a monitorowanie kluczowych wskaźników, w tym wydajności maszyn, przebiega w sposób ciągły oraz zautomatyzowany. Dostrzegalne są także zmiany w stosowaniu poszczególnych narzędzi Lean. Technologie cyfrowe wspierają

[51] A. Karamatsoukis et al., Data-driven robust strategic sourcing for operations in discrete manufacturing. *International Journal of Project Management*, 2025.

mapowanie strumienia wartości dzięki zdolności do symulowania i optymalizowania procesów produkcyjnych przy wykorzystaniu systemów cyberfizycznych oraz cyfrowych bliźniaków[52]. Z kolei autonomiczne środki transportu oraz zaawansowane systemy planowania wzmacniają realizację zasad Just-in-Time, umożliwiając bardziej elastyczne sterowanie przepływami materiałowymi. W obszarze zapewnienia jakości rosnącą rolę pełnią systemy wizyjne oparte na sztucznej inteligencji, które automatycznie identyfikują niezgodności i wspierają zasadę Jidoka. Coraz szerzej stosowane są również technologie rozszerzonej rzeczywistości wykorzystywane do tworzenia cyfrowych instrukcji pracy oraz wspierania pracowników, co sprzyja standaryzacji i podnoszeniu kompetencji. Widoczne są jednak także bariery utrudniające pełną integrację Lean i Przemysłu 4.0. W licznych analizowanych publikacjach podkreśla się wysokie koszty wdrożeń, niedostatek kompetencji cyfrowych oraz problemy z integracją nowych systemów z istniejącą infrastrukturą. Często akcentowany jest również opór wobec zmian obserwowany w organizacjach przyzwyczajonych do tradycyjnych metod pracy. Zestawione wyniki badań ukazują stopniową, lecz konsekwentną ewolucję koncepcji Lean w kierunku systemów bardziej predykcyjnych, zwinnych oraz opartych na danych. Coraz częściej wskazuje się, że przyszłość produkcji opierać się będzie na połączeniu filozofii ciągłego doskonalenia z cyfrowymi rozwiązaniami umożliwiającymi bieżące monitorowanie i analizę procesów. W rezultacie kształtują się systemy produkcyjne cechujące się nie tylko niższym poziomem marnotrawstwa, lecz także większą elastycznością oraz odpornością na zakłócenia[53].

W wynikach przeglądu literatury przedstawionego przez Spieske i Birkela (2021) ujawnia się wyraźne przesunięcie w stronę wykorzystania technologii Przemysłu 4.0 jako instrumentów wzmacniających odporność łańcucha dostaw. Analiza, osadzona w realiach zakłóceń ujawnionych podczas pandemii COVID-19, wskazuje, iż technologie cyfrowe stały się kluczowym elementem umożliwiającym przedsiębiorstwom zwiększenie przejrzystości, elastyczności oraz zwinności operacyjnej. Szczególnie zaakcentowano znaczenie Internetu Rzeczy oraz analityki Big Data, które pozwalają na ciągłe monitorowanie przepływów towarów i zasobów. Dane pozyskiwane z inteligentnych sensorów zapewniają pełną widoczność w łańcuchu dostaw, co sprzyja szybszemu wykrywaniu nieprawidłowości i potencjalnych zagrożeń. W badaniach dostrzegalna jest ponadto rosnąca rola sztucznej inteligencji oraz

[52] Z. Wiśniewski, S. Kolasiński, Rekonfiguracja systemu wytwórczego z pomocą mapowania strumienia wartości – studium przypadku. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie* / Politechnika Śląska, 2016, 99: 585-597.

[53] J. Trojanowska et al., Development trends of production systems through the integration of Lean concept and Industry 4.0 solutions. *Applied Sciences*, 12(10), 2022, 4885.

uczenia maszynowego, wspierających zdolność szybkiego reagowania na zakłócenia. Algorytmy predykcyjne, analizujące dane pochodzące z wielu źródeł, umożliwiają trafniejsze prognozowanie popytu, przewidywanie opóźnień oraz identyfikację ryzyka awarii. Ułatwia to wcześniejsze podejmowanie działań zapobiegawczych oraz dynamiczne dostosowywanie procesów zaopatrzeniowych i produkcyjnych. W sferze elastyczności zaakcentowano znaczenie technologii takich jak druk 3D oraz robotyka. Druk addytywny pozwala na szybkie wytwarzanie części zamiennych i komponentów bez konieczności oczekiwania na dostawy z odległych lokalizacji, co skraca czas reakcji na przerwy w zaopatrzeniu. Elastyczne systemy robotyczne, które poddają się szybkiemu przezbrajaniu, umożliwiają natomiast dostosowanie poziomu produkcji do zmian popytu. Na szczególne podkreślenie zasługuje także rola technologii *blockchain*, która zgodnie z wynikami przeglądu znacząco wzmacnia współpracę pomiędzy partnerami łańcucha dostaw. Jej transparentność oraz odporność na modyfikacje sprzyjają tworzeniu bezpiecznego środowiska wymiany danych, ograniczając tarcia informacyjne i zwiększając zaufanie pomiędzy uczestnikami sieci. W literaturze akcentuje się, że rosnąca dojrzałość cyfrowa przedsiębiorstw pozostaje bezpośrednio powiązana z ich odpornością na współczesne zakłócenia[54].

W wynikach analiz zaprezentowanych przez Helbiga i współautorów (2024) dostrzegalne jest wyraźne przesunięcie ryzyka w kontekście surowców w globalnym sektorze pojazdów elektrycznych, wynikające z przechodzenia na nowe technologie chemiczne akumulatorów. Badanie ukazuje, że odchodzenie od baterii NMC na rzecz technologii LFP redukuje zależność od kobaltu i niklu, lecz równocześnie generuje nowe presje surowcowe. Transformacja ta prowadzi bowiem do gwałtownego wzrostu zapotrzebowania na fosforany oraz wysoko oczyszczony grafit, których globalna produkcja i przetwarzanie pozostają silnie skoncentrowane w Chinach, a w przypadku fosforanów również w Maroku. Analiza podkreśla, iż rosnąca popularność technologii LFP może paradoksalnie pogłębiać zależność regionów takich jak Europa i Ameryka Północna od chińskich łańcuchów dostaw. Wyniki modelowania pokazują, że szybka adopcja baterii LFP prowadziłaby do znaczącego wzrostu importu zarówno materiałów katodowych, jak i gotowych ogniw z Chin w perspektywie nadchodzącej dekady. Zjawisko to nabiera szczególnej wagi w świetle narastających napięć geopolitycznych oraz globalnej rywalizacji technologicznej. Analiza objęła również technologie przyszłości, w tym baterie sodowo-jonowe, często przedstawiane jako alternatywa eliminująca zależność od litu. Wyniki ujawniają jednak, że ich upowszechnienie generuje całkowicie nowy łańcuch

[54] A. Spieske, H. Birkel, Improving supply chain resilience through Industry 4.0: A systematic literature review under the impressions of the COVID-19 pandemic. *Computers & Industrial Engineering*, 158, 2021, 107452.

popytu na wyspecjalizowane surowce, przy czym obecna infrastruktura produkcyjna pozostaje w dużej mierze skoncentrowana w Azji. Oznacza to, iż żadna z obecnych technologii akumulatorowych nie jest pozbawiona ryzyka surowcowego. Analiza jednoznacznie dowodzi, że nawet przy szerokim rozproszeniu zasobów naturalnych, wąskie gardła w procesach rafinacji ulokowane w pojedynczych państwach tworzą istotne zagrożenia dla całego łańcucha dostaw[55].

Wyniki analiz przedstawionych przez Martínez-Martínez i Cervera-Taulet (2025) wskazują, że doświadczenie klienta odgrywa znacznie większą rolę w sukcesie produktów zrównoważonych, niż dotychczas zakładano. Przegląd literatury ujawnia, iż zarządzanie doświadczeniem klienta nadal najczęściej ogranicza się do momentu zakupu, choć jego oddziaływanie obejmuje wszystkie fazy cyklu życia produktu, od projektowania, poprzez użytkowanie, aż po etap wycofania i utylizacji. Wyniki badań akcentują rosnącą wagę włączania klientów już na etap tworzenia i rozwoju produktów. Informacje zwrotne użytkowników dotyczące wcześniejszych rozwiązań umożliwiają projektowanie wyrobów, które nie tylko spełniają wymogi ekologiczne, lecz są również wygodne, intuicyjne i lepiej dostosowane do codziennych potrzeb. Sprzyja to większej akceptacji rynkowej innowacji opartych na zasadach zrównoważonego rozwoju. Ważne obserwacje odnoszą się także do fazy użytkowania. Analiza wykazała, iż pozytywne doświadczenia klientów sprzyjają bardziej odpowiedzialnemu korzystaniu z produktów. Przejrzyste instrukcje, intuicyjne aplikacje monitorujące zużycie energii oraz wsparcie w zakresie właściwej konserwacji promują zachowania proekologiczne. Budowane w ten sposób zaufanie przekłada się na długotrwałą lojalność wobec marki. Największą lukę badawczą zidentyfikowano jednak w fazie końca życia produktu. Niewiele przedsiębiorstw projektuje doświadczenie klienta związane ze zwrotem bądź recyklingiem, mimo że wyniki badań wyraźnie dowodzą, iż przyjazne i nieskomplikowane procedury istotnie zwiększają skłonność konsumentów do oddawania zużytych wyrobów. Utrudnienia na tym etapie skutecznie ograniczają efektywność gospodarki o obiegu zamkniętym[56].

Wyniki badania przeprowadzonego przez Singh i Kaur (2024) wskazują, że w warunkach Przemysłu 4.0 czynnik ludzki pozostaje fundamentalnym elementem

[55] C. Helbig et al., Vulnerability of electric vehicle batteries to global battery chemistry disruptions. *Nature Communications*, 15, Article 1956, 2024.

[56] A. Martínez-Martínez, A. Cervera-Taulet, Integrating customer experience management into the sustainable product life cycle: A systematic review and agenda. *Sustainability*, 17(3), 2025, 1123; zob. szerzej: P. Bórawski, A. Bełdycka-Bórawska, E. J. Szymańska, K. J. Jankowski, B. Dubis, J. W. Dunn, Development of renewable energy sources market and biofuels in The European Union. *Journal of cleaner production*, 228, 2019, 467-484; M. Rutkowska, Ł. Popławski, Model zrównoważonej gospodarki o obiegu zamkniętym. *Studia i prace WNEIZ US*, 47, 2017, 119-128.

funkcjonowania nowoczesnych systemów produkcyjnych. Analiza indyjskiego sektora motoryzacyjnego ujawnia, iż transformacja cyfrowa nie prowadzi do eliminowania pracowników, lecz do głębokiej zmiany charakteru ich ról oraz zakresu wymaganych kompetencji. Zebrane dane wskazują, że rośnie zapotrzebowanie na pracowników łączących umiejętności techniczne z kompetencjami miękkimi. Wśród umiejętności technicznych szczególną rangę uzyskały analityka danych, podstawy programowania, obsługa systemów cyberfizycznych oraz znajomość zasad cyberbezpieczeństwa. Pracownicy coraz częściej interpretują dane generowane przez maszyny i podejmują na ich podstawie szybkie decyzje, zamiast wykonywać wyłącznie czynności powtarzalne. Jednocześnie badanie akcentuje wyjątkowo wysoką rangę kompetencji miękkich. Na czele listy pożądanych cech znalazły się umiejętność krytycznego myślenia, rozwiązywania złożonych problemów oraz skutecznego porozumiewania się. W dynamicznym otoczeniu produkcyjnym istotna jest również zdolność do funkcjonowania w interdyscyplinarnych zespołach, integrujących specjalistów z obszarów IT, inżynierii i produkcji. Analiza zgromadzonych danych ujawniła jednak wyraźną lukę kompetencyjną. Indyjski system edukacyjny oraz firmowe programy szkoleniowe nie nadążają za dynamiką rozwoju nowych technologii. Największe niedobory zidentyfikowano w obszarze analityki danych oraz integracji systemów informatycznych. Wskazuje to na pilną potrzebę intensyfikacji działań szkoleniowych oraz dostosowania programów edukacyjnych do wymagań przemysłu. Wyniki badania zwracają ponadto uwagę na ewolucję roli menedżerów. W środowisku Przemysłu 4.0 kluczowe znaczenie uzyskuje koordynowanie współpracy ludzi z inteligentnymi maszynami oraz budowanie kultury organizacyjnej opartej na ciągłym uczeniu się i otwartości na zmianę. Przedsiębiorstwa inwestujące w rozwój pracowników osiągają wyraźnie lepsze rezultaty we wdrażaniu innowacyjnych technologii[57].

Wyniki badania Ahmada et al. (2023) pokazują, iż integracja systemów CRM opartych na Big Data z zarządzaniem jakością staje się jednym z kluczowych kierunków rozwoju w sektorze motoryzacyjnym. Analiza oparta na danych pozyskanych od przedsiębiorstw branży potwierdza istnienie silnej zależności pomiędzy zaawansowaną analityką informacji o klientach a poprawą jakości wyrobów oraz sprawnością procesów.

Badanie wykazało, iż przedsiębiorstwa wykorzystujące Big Data w systemach CRM uzyskują wyraźnie lepsze rezultaty w sferze zarządzania jakością. Dane pozyskiwane z różnorodnych źródeł, mediów społecznościowych, recenzji online, inteligentnych pojazdów czy centrów obsługi, umożliwiają szybkie identyfikowanie powtarzających się usterek,

[57] R. Singh, P. Kaur, Human skills in Industry 4.0 - Evidence from the Indian automotive sector. *Global Business Review*, 2024.

problemów konstrukcyjnych oraz kwestii związanych z użytkowaniem pojazdów. Przetwarzanie tych informacji w czasie rzeczywistym pozwala na znacznie szybszą reakcję niż w ramach tradycyjnych metod kontroli jakości. Integracja Big Data z praktykami TQM sprzyja transformacji od podejścia reaktywnego do modelu predykcyjnego. Firmy dysponujące zaawansowanymi narzędziami analitycznymi mogą prognozować potencjalne problemy jakościowe, zanim staną się one powszechne. Przekłada się to na szybsze modyfikacje konstrukcyjne, wcześniejsze wdrażanie akcji serwisowych oraz skuteczniejsze eliminowanie źródeł usterek. Takie podejście pozwala ograniczyć koszty związane z reklamacjami oraz poprawia ogólną niezawodność pojazdów. Badanie wykazało także, że wykorzystanie Big Data w systemach CRM ma bezpośredni wpływ na satysfakcję i lojalność klientów. Personalizacja ofert serwisowych, rekomendacje dotyczące konserwacji pojazdu czy szybkie informowanie o aktualizacjach oprogramowania, wzmacniają relację z odbiorcą końcowym. Klienci dostrzegają większe zaangażowanie producenta w troskę o ich potrzeby także po dokonaniu zakupu, co przekłada się na wzrost lojalności wobec marki. Korzyści wynikające z integracji wykraczają jednak poza obszar marketingu i jakości. Informacje o preferencjach klientów oraz sposobach użytkowania pojazdów stanowią źródło inspiracji dla działów badawczo-rozwojowych, wspierając projektowanie nowych funkcjonalności i rozwiązań technologicznych. Działy zaopatrzenia natomiast uzyskują dostęp do bardziej precyzyjnych danych dotyczących jakości i niezawodności komponentów, co ułatwia ocenę dostawców oraz podejmowanie decyzji zakupowych[58].

Naffin, Wolf i Seuring (2023) pokazują, że mimo rosnącej presji na wdrażanie zrównoważonych praktyk, większość firm nadal korzysta z podstawowych i mało efektywnych metod oceny swoich dostawców. Wyniki badania potwierdziły wyższą efektywność audytów drugiej strony, które umożliwiają bezpośrednią obserwację warunków pracy, procesów oraz systemów zarządzania u dostawców. Dostarczają one bardziej wiarygodnych danych, lecz ich stosowanie pozostaje ograniczone ze względu na wysokie koszty i znaczne obciążenie organizacyjne. W rezultacie audyty mogą objąć jedynie niewielką część bazy dostawców, natomiast pozostała część łańcucha pozostaje poza realnym nadzorem. Badanie wykazało również, iż certyfikaty zewnętrzne stanowią przydatne narzędzie selekcyjne, potwierdzając istnienie podstawowych systemów zarządzania środowiskowego lub społecznego. Ich wartość jako miary rzeczywistych osiągnięć jest jednak ograniczona, ponieważ wiele przedsiębiorstw traktuje proces certyfikacji głównie jako formalny wymóg, a nie impuls do doskonalenia

[58] N. Ahmad, Z. Ullah, M. Arshad, Big-data-driven CRM and quality integration in the automotive industry. *The TQM Journal*, 36(9), 2023, 1-20.

procesów. Najbardziej obiecujące rezultaty, zgodnie z wynikami analizy, przynosi współpraca rozwojowa z dostawcami. Przykłady przedsiębiorstw angażujących się we wspólne inicjatywy, dzielących się wiedzą techniczną oraz wspierających partnerów w doskonaleniu procesów dowodzą, że takie działania prowadzą do trwałej poprawy wyników zrównoważonego rozwoju. Jest to jednak rozwiązanie wymagające większego zaangażowania i nakładów zasobowych, dlatego pozostaje stosowane relatywnie rzadko[59].

Przeprowadzona rekonstrukcja kluczowych obszarów funkcjonowania łańcucha wartości w motoryzacji ukazuje sektor ten jako złożony układ, w którym strategiczne zaopatrzenie, odporność łańcucha dostaw, konfiguracja systemów produkcyjnych, zrównoważony rozwój, zarządzanie relacjami z klientami oraz rozwój kompetencji pracowników stanowią współzależne, a nie izolowane domeny zarządzania. W literaturze przedmiotu wyraźnie ujawnia się konwergencja trzech perspektyw: orientacji na redukcję marnotrawstwa i zwiększanie efektywności; ujęcia cyfrowego, eksponującego rolę danych, analityki i systemów cyberfizycznych; oraz perspektywy środowiskowo-społecznej, wprowadzającej wymóg długookresowej odpowiedzialności za materiały, procesy i relacje z interesariuszami. W rezultacie odporność, elastyczność, innowacyjność i zrównoważenie przestają funkcjonować jako odrębne kategorie, lecz stają się cechami emergentnymi całego, silnie powiązanego łańcucha. Z perspektywy dalszej części rozprawy szczególnie istotne pozostaje to, iż zidentyfikowane obszary dają się przełożyć na jednoznacznie określone konstrukty badawcze, obejmujące między innymi praktyki zaopatrzeniowe, poziom cyfrowej dojrzałości, rozwiązania w zakresie zielonego łańcucha dostaw, wykorzystanie danych o kliencie oraz profil kompetencyjny kadr. Tym samym podrozdział tworzy meta-ramę interpretacyjną, umożliwiającą spójne powiązanie klasycznej koncepcji łańcucha wartości ze współczesnymi zjawiskami globalizacji, rewolucji cyfrowej i elektromobilności, stanowiąc bezpośrednie ogniwo łączące część teoretyczną z projektowaniem modelu empirycznego rozprawy.

Podsumowując, pierwszy rozdział pracy stanowi pogłębione wprowadzenie teoretyczne, koncentrujące się na koncepcji zarządzania łańcuchem wartości (ŁW) w globalnym sektorze motoryzacyjnym. Przedstawiono ewolucję idei ŁW, od klasycznych ujęć Michaela E. Portera po współczesne koncepcje globalnego łańcucha wartości (GVC). Zdefiniowano łańcuch wartości jako układ skoordynowanych działań ukierunkowanych na kreowanie oraz maksymalizowanie wartości dla odbiorcy końcowego. Dogłębnie

[59] R. Naffin, J. Wolf, S. Seuring, Testing sustainable supplier performance measurement approaches. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(5), 2023, 2285-2301.

przeanalizowano specyfikę branży motoryzacyjnej, wyróżniającej się wyjątkową złożonością technologiczną oraz szerokim geograficznym rozproszeniem. Wskazano, iż sektor ten tworzy gęsta sieć wzajemnych powiązań pomiędzy Producentami Oryginalnego Wyposażenia (OEM) a dostawcami różnych szczebli (Tier 1, Tier 2). Globalne rozproszenie produkcji wymusza stosowanie zaawansowanych systemów logistycznych i informatycznych, działających z wyjątkową precyzją. Scharakteryzowano kluczowe obszary funkcjonowania ŁW w tym sektorze, obejmujące cały cykl życia produktu, od intensywnych procesów badawczo-rozwojowych (R&D) i projektowania, poprzez produkcję podzespołów, aż po końcowy montaż, który wymaga wysokiej elastyczności operacyjnej. Uwzględniono również zagadnienia związane ze sprzedażą, dystrybucją oraz kluczowymi dla producentów usługami posprzedażowymi. Efektywne zarządzanie tymi obszarami stanowi warunek minimalizacji kosztów przy równoczesnej maksymalizacji wartości. W konsekwencji zbudowano solidne fundamenty teoretyczne, niezbędne dla zrozumienia kontekstu strategicznej transformacji branży motoryzacyjnej w warunkach silnej globalnej konkurencji. Segment ten tworzy konieczne tło dla dalszych, bardziej zaawansowanych analiz empirycznych.

Rozdział 2
Konkurencyjność globalna i innowacje w sektorze motoryzacyjnym

Współczesny sektor motoryzacyjny znajduje się w centrum rewolucji technologicznej i biznesowej, przechodząc najbardziej intensywną fazę przeobrażeń od momentu swojego ukształtowania. Ugruntowane paradygmaty, oparte na silniku spalinowym oraz tradycyjnych modelach własności, ustępują gwałtownie miejsca nowej epoce wyznaczanej przez elektryfikację napędu, autonomizację jazdy, łączność cyfrową oraz rozwój ekonomii współdzielenia. Ta bezprecedensowa transformacja wywołuje głębokie przetasowania na globalnej scenie, zmuszając dotychczasowych liderów do obrony zajmowanych pozycji i jednocześnie otwierając przestrzeń dla nowych, elastycznych uczestników rynku, w tym gigantów technologicznych oraz startupów. W tak turbulentnym otoczeniu globalna konkurencyjność przestaje być wyłącznie funkcją skali wytwarzania czy efektywności kosztowej, stając się złożonym układem, w którym o sukcesie rozstrzyga zdolność do nieprzerwanego tworzenia i implementowania rozwiązań o charakterze przełomowym. Innowacja przestaje stanowić fakultatywny element strategii rozwoju, stając się warunkiem koniecznym oraz głównym czynnikiem budowania trwałej przewagi konkurencyjnej. W tym świetle niniejszy rozdział poddaje wnikliwej analizie naturę współczesnej rywalizacji w sektorze motoryzacyjnym. Przeanalizowano, w jaki sposób innowacje, zarówno produktowe, procesowe, jak i biznesowe, kształtują strategie rynkowe wiodących przedsiębiorstw. Szczególną uwagę poświęcono roli kluczowych technologii, takich jak sztuczna inteligencja, Internet Rzeczy oraz analiza Big Data, w kreowaniu wartości dla odbiorcy i optymalizacji łańcucha dostaw. Celem rozdziału jest wykazanie, że w dzisiejszym sektorze motoryzacyjnym zdolność do innowacji staje się synonimem zdolności do przetrwania i rozwoju.

2.1. Otoczenie konkurencyjne w branży motoryzacyjnej

NiniejszyNiniejsza część analizuje otoczenie konkurencyjne w globalnym przemyśle motoryzacyjnym, ze szczególnym uwzględnieniem pozycji oraz uwarunkowań europejskiego sektora. Ujęcie wykracza poza klasyczne perspektywy struktury rynku i pięciu sił

konkurencyjnych, koncentrując się na przecięciu trzech wymiarów: geopolitycznego, technologicznego oraz regulacyjnego. Z jednej strony badane jest narastające napięcie między logiką globalnego łańcucha wartości a tendencjami deglobalizacyjnymi, manifestującymi się w regionalizacji, protekcjonizmie oraz przebudowie konfiguracji produkcji i zaopatrzenia. Z drugiej uwydatniona zostaje rosnąca rola nowych konkurentów, zwłaszcza chińskich producentów pojazdów elektrycznych, których przewaga ma charakter systemowy i obejmuje zarówno kontrolę nad kluczowymi zasobami, jak i przyspieszoną dynamikę innowacji produktowych oraz cyfrowych. Analizę dopełnia wymiar instytucjonalny, w którym europejska polityka klimatyczna, standardy środowiskowe oraz interwencje przemysłowe stają się istotnymi determinantami struktury kosztów, kierunków rozwoju technologicznego oraz strategii przedsiębiorstw. W efekcie otoczenie konkurencyjne motoryzacji jawi się jako wielowarstwowy układ napięć między efektywnością a odpornością, globalną integracją a regionalnym zabezpieczeniem oraz neutralnością technologiczną a preferowaniem regulacji w kontekście wybranych rozwiązań napędowych[60]. Celem tej części jest odtworzenie opisanej złożonej konfiguracji w sposób, który pozwala powiązać uwarunkowania makro- i mezoekonomiczne ze sposobami kształtowania łańcucha wartości na poziomie przedsiębiorstwa.

W świetle zidentyfikowanych przez Crestiego et al. strukturalnych zależności oraz rosnącej podatności europejskiego sektora motoryzacyjnego na zakłócenia w globalnym łańcuchu wartości, szczególnego znaczenia nabierają wyniki badań przedstawione przez Zhanga i Lustenbergera (2025). Autorzy ci zwracają uwagę na narastającą presję konkurencyjną ze strony chińskich producentów pojazdów elektrycznych, której źródła wykraczają daleko poza przewagi kosztowe czy dostęp do surowców. Ich analizy dowodzą, że konkurencyjność przedsiębiorstw chińskich opiera się na systemowej integracji zasobów, technologii i procesów organizacyjnych, umożliwiającej skracanie cykli innowacyjnych do poziomu niespotykanego w Europie. Zhang i Lustenberger wskazują, iż producenci chińscy potrafią wprowadzać nowe modele pojazdów w ciągu osiemnastu do dwudziestu czterech miesięcy, podczas gdy europejscy wytwórcy najczęściej potrzebują na to czterdziestu ośmiu do sześćdziesięciu miesięcy. Tak znacząca różnica w tempie innowacji wynika z głębokiej integracji całego łańcucha wartości baterii, od pozyskania surowców, poprzez ich przetwarzanie, aż po produkcję gotowych ogniw oraz z rozbudowanego zaplecza w obszarze oprogramowania, systemów cyfrowych i architektury pojazdów. Autorzy wskazują ponadto, że

[60] J. Janczewski, Innowacja jako narzędzie przedsiębiorczości małej firmy na przykładzie usług motoryzacyjnych. *Przedsiębiorczość - Edukacja*, 2006, 2: 27-40.

przewagi chińskich producentów konsekwentnie wzmacnia silna orientacja na koncepcję *software-defined vehicle*, bezpośrednio odpowiadająca rosnącym oczekiwaniom konsumentów dotyczącym funkcjonalności cyfrowych. W analizach tych zaakcentowano również ograniczenia strategii protekcjonistycznych. Symulacje przeprowadzone przez Zhanga i Lustenbergera pokazują, iż zastosowanie wysokich ceł na import chińskich pojazdów elektrycznych zapewniłoby jedynie krótkookresową poprawę pozycji europejskich producentów, jednocześnie prowadząc do wzrostu cen detalicznych oraz spowolnienia tempa elektryfikacji transportu. Tego rodzaju działania wiązałyby się ponadto z ryzykiem wprowadzenia przez Chiny taryf odwetowych na europejskie produkty, w szczególności segmentu premium. Autorzy argumentują, iż protekcjonizm redukuje presję konkurencyjną, a tym samym osłabia bodźce do przyspieszania procesów innowacyjnych w Europie. Na podstawie przeprowadzonych analiz Zhang i Lustenberger wskazują, że odpowiedzią na rosnącą przewagę konkurencyjną producentów chińskich nie jest zamykanie rynku, lecz wzmacnianie europejskich zdolności technologicznych oraz skracanie cykli rozwojowych nowych produktów. W szczególności akcentują potrzebę intensyfikacji prac badawczo-rozwojowych nad kolejnymi generacjami baterii, zwłaszcza technologiami stałoelektrolitowymi, a także konieczność rozwoju zaawansowanego oprogramowania oraz systemów zarządzania danymi w pojazdach. Równocześnie podkreślają wagę budowy bardziej odpornego łańcucha dostaw poprzez dywersyfikację geograficzną oraz lokalizację części procesów produkcyjnych na obszarze Europy[61].

W ujęciu długookresowym wyniki badań Crestiego i współautorów oraz Zhanga i Lustenbergera ukazują współczesne oblicze europejskiej motoryzacji jako sektora funkcjonującego w warunkach rosnącej zależności od globalnego łańcucha wartości oraz nasilonej konkurencji technologicznej. W szerszej perspektywie historycznej procesy te wpisują się jednak w ciąg wcześniej obserwowanych tendencji. Analiza przeprowadzona przez Schlie i Yipa (2000) dowodzi, iż już na przełomie XX i XXI wieku przemysł motoryzacyjny nie zmierzał ku pełnej globalizacji, lecz rozwijał się zgodnie z logiką multilokalności. Autorzy wykazali, że mimo narastającej internacjonalizacji handlu i ekspansji korporacji transnarodowych, podstawowe determinanty konkurencji pozostawały silnie zakorzenione w odmiennych uwarunkowaniach regionalnych. Schlie i Yip wykazali, iż zróżnicowane preferencje nabywców, lokalne regulacje techniczne i środowiskowe oraz odmienne struktury kosztowe utrwalały podział na trzy dominujące regiony motoryzacyjne: Amerykę Północną,

[61] Y. Zhang, U. Lustenberger, *Balancing Protectionism and Innovation: The Future of the European Automotive Industry in the Age of Chinese Electric Vehicles*. Singularity Academy & Lustenberger + Partners, 2025.

Europę Zachodnią i Azję Wschodnią. Z tego względu koncepcja uniwersalnych, globalnych platform produktowych okazywała się trudna do wdrożenia bez istotnych i kosztownych adaptacji do rynku docelowego. W badaniu podkreślono, że najbardziej efektywne strategie realizowały przedsiębiorstwa potrafiące łączyć korzyści globalnej integracji z elastycznością operacyjną na poziomie lokalnym. Szczególną uwagę zwrócono na model japońskich producentów, którzy, w przeciwieństwie do bardziej scentralizowanych firm amerykańskich, stosowali stopniową adaptację produktów i procesów, co pozwalało im sprawniej reagować na lokalne uwarunkowania popytowe i instytucjonalne. Wyniki badania Schlie i Yipa pokazały również, że procesy konsolidacyjne, manifestujące się w licznych fuzjach i aliansach strategicznych, nie zawsze prowadziły do oczekiwanych synergii. Ograniczenia te wynikały przede wszystkim z odmiennych kultur organizacyjnych oraz różnic w systemach produkcyjnych, które utrudniały pełną integrację. Jednocześnie zwrócono uwagę na rosnącą rolę rynków wschodzących jako przyszłych centrów wzrostu, podkreślając konieczność tworzenia zróżnicowanych modeli biznesowych dostosowanych do ich specyficznych warunków ekonomicznych oraz instytucjonalnych. W ten sposób zaprezentowana przez Schlie i Yipa diagnoza multilokalności stanowi ważne tło dla współczesnych analiz zmian strukturalnych w sektorze, ukazując, iż obecne napięcia pomiędzy integracją globalną a regionalizacją produkcji, identyfikowane zarówno w wynikach Crestiego, jak i w prognozach Zhanga i Lustenbergera, mają trwały charakter i wynikają z głęboko zakorzenionych mechanizmów rozwojowych tej branży[62].

Kontynuując obserwowaną w literaturze ewolucję sektora motoryzacyjnego, od strukturalnej multilokalności opisanej przez Schlie i Yipa (2000) ku coraz głębszej integracji globalnych procesów produkcyjnych i innowacyjnych, wyraźniej ujawnia się znaczenie technologii cyfrowych jako czynnika redefiniującego logikę konkurencji. W tym kontekście wyniki badań przedstawionych przez Hofmanna, Neukarta i Bäcka (2017) stanowią jedno z pierwszych kompleksowych opracowań ukazujących, w jaki sposób sztuczna inteligencja oraz nauka o danych zaczęły przeobrażać fundamenty współczesnej motoryzacji.

Analiza autorów umożliwiła wyodrębnienie trzech zasadniczych obszarów, w których technologie te wywierają największy wpływ: rozwój systemów autonomicznej jazdy, cyfryzację procesów produkcyjnych oraz usługi oparte na łączności pojazdów. W sferze autonomicznej jazdy wykazano, iż techniki głębokiego uczenia, zwłaszcza konwolucyjne sieci neuronowe, stały się podstawowym narzędziem percepcji środowiska drogowego. Badania

[62] E. H. Schlie, G. S. Yip, *Revisiting the world automotive industry*. Organizational Dynamics, 2000.

dowiodły, że zdolności rozpoznawania obiektów, znaków oraz uczestników ruchu osiągają poziom przewyższający możliwości obserwatora ludzkiego, co stanowi kluczowy warunek rozwoju wyższych poziomów automatyzacji jazdy. Z kolei techniki uczenia przez wzmacnianie pozwalają modelować złożone decyzje w warunkach dynamicznie zmieniającego się otoczenia, tworząc fundament systemów decyzyjnych dla pojazdów autonomicznych. W odniesieniu do procesów produkcyjnych wskazano na stopniową transformację tradycyjnych paradygmatów organizacji wytwarzania. Szczególny akcent położono na rosnące znaczenie systemów konserwacji predykcyjnej, opartych na danych generowanych przez rozbudowane sieci sensorów przemysłowych. Algorytmy uczenia maszynowego umożliwiają prognozowanie awarii z wysoką dokładnością, co pozwala optymalizować harmonogramy przeglądów oraz ograniczać nieplanowane przestoje. Ważnym narzędziem wspierającym jakość produkcji stały się także systemy wizji komputerowej, wykrywające defekty lakiernicze czy montażowe w czasie rzeczywistym i na poziomie szczegółowości niedostępnym dla tradycyjnej kontroli manualnej. Trzecim wskazanym obszarem są rozwijające się usługi oparte na analizie danych telemetrycznych. Zgodnie z wynikami badania rosnąca liczba pojazdów wyposażonych w moduły komunikacyjne umożliwia producentom oferowanie nowych modeli usług, takich jak diagnostyka zdalna, personalizowane pakiety serwisowe czy dynamiczne modele ubezpieczeniowe oparte na stylu jazdy. Dane generowane podczas eksploatacji pojazdu stają się jednocześnie zasobem wspierającym rozwój nowych funkcjonalności, co pozwala producentom utrzymywać relację z klientem przez cały cykl życia wyrobu, element dotąd ograniczony w tradycyjnych modelach biznesowych sektora. Wyniki przedstawione przez Hofmanna, Neukarta i Bäcka ukazują stopniowe przesuwanie ciężaru konkurencji z obszaru klasycznej inżynierii mechanicznej ku kompetencjom związanym z oprogramowaniem, analityką danych oraz architekturą systemów. Równocześnie uwidoczniono istotne wyzwania, obejmujące konieczność zarządzania rosnącymi zbiorami danych, zapewniania cyberbezpieczeństwa oraz niedobór specjalistów posiadających odpowiednie kompetencje cyfrowe. W konsekwencji technologie sztucznej inteligencji zaczynają kształtować nowe warunki funkcjonowania przedsiębiorstw motoryzacyjnych, stając się integralnym elementem przemian, które w kolejnych latach będą coraz silniej wyznaczać kierunek rozwoju tego sektora[63].

W świetle zmian technologicznych oraz narastającej złożoności otoczenia konkurencyjnego szczególnego znaczenia nabierają analizy dotyczące strategicznych modeli

[63] M. Hofmann, F. Neukart, T. Bäck, *Artificial Intelligence and Data Science in the Automotive Industry*. ArXiv, 2017.

funkcjonowania przedsiębiorstw w sektorze motoryzacyjnym. Badania nad strukturą konkurencji i przewagą strategiczną akcentują nie tylko zdolność firm do adaptacji technologicznych, lecz również sposób kształtowania strategii w warunkach presji kosztowej, skracających się cykli innowacyjnych oraz rosnących oczekiwań klientów. Na tym tle istotny wkład wnosi studium przypadku przedstawione przez Taskana i współautorów (2022), które problematyzuje klasyczną dychotomię strategiczną zakładającą konieczność wyboru między przywództwem kosztowym a dyferencjacją. Analiza przeprowadzona przez wskazanych autorów dostarcza empirycznych dowodów na możliwość efektywnego wdrożenia strategii hybrydowej w sektorze dostawców motoryzacyjnych, gdzie wymogi wysokiej efektywności kosztowej współistnieją z koniecznością oferowania wartości wykraczającej poza standardowy zakres produktów. Studium przypadku przedsiębiorstwa specjalizującego się w produkcji komponentów metalowych wykazało, iż integracja elementów obu orientacji strategicznych jest realna pod warunkiem osiągnięcia odpowiedniego poziomu dojrzałości technologicznej. Wyniki finansowe analizowanej firmy, obejmujące wskaźniki rentowności oraz dynamikę wzrostu udziału w rynku, przewyższały średnią sektorową, co podważa tradycyjne założenie, że strategie hybrydowe prowadzą do braku jednoznacznego pozycjonowania. Badanie szczegółowo identyfikuje mechanizmy umożliwiające efektywne łączenie dwóch pozornie przeciwstawnych orientacji strategicznych. W odniesieniu do elementów przywództwa kosztowego autorzy wskazali na szerokie wykorzystanie automatyzacji, wdrożenie zasad Lean Management oraz optymalizację procesów logistycznych jako kluczowe czynniki redukcji kosztów jednostkowych. Zastosowanie zaawansowanych systemów produkcyjnych umożliwiło osiągnięcie stabilnej, powtarzalnej efektywności, niezbędnej do konkurowania na rynkach o wysokiej presji cenowej. Jednocześnie przedsiębiorstwo budowało przewagę w obszarze dyferencjacji, nie poprzez modyfikacje samego produktu, który ze względu na specyfikę branży cechował się wysoką standaryzacją, lecz dzięki rozwojowi kompetencji relacyjnych. Ustalono, iż zdolność do szybkiego reagowania na zmiany w zamówieniach, oferowanie wsparcia inżynieryjnego w procesie projektowania oraz utrzymywanie ponadprzeciętnej niezawodności dostaw stanowiły elementy wyraźnie odróżniające firmę od konkurentów. Istotnym czynnikiem umożliwiającym integrację obu orientacji strategicznych okazała się kultura organizacyjna promująca równoczesne dążenie do innowacji i kontroli kosztów, jak również zaawansowane systemy informacyjne.

Zintegrowany system ERP zapewniał pełną przejrzystość kosztową oraz umożliwiał precyzyjne planowanie produkcji, co tworzyło warunki dla elastyczności i skracania czasu reakcji na potrzeby klientów. Wyniki badania Taskana i współautorów stanowią istotny wkład

do literatury dotyczącej strategii konkurencyjnych w sektorze dostawców motoryzacyjnych, ukazując, iż łączenie orientacji kosztowej i dyferencjacyjnej jest możliwe oraz efektywne przy spełnieniu określonych warunków strukturalnych i organizacyjnych. Modele te wpisują się w szersze tendencje ewolucji sektora, w którym elastyczność strategiczna oraz zdolność do równoległego wykorzystywania różnych źródeł przewagi konkurencyjnej stają się coraz bardziej znaczącymi determinantami pozycji rynkowej przedsiębiorstw[64].

W szerszej perspektywie analiz dotyczących strategicznych uwarunkowań funkcjonowania przedsiębiorstw przemysłowych istotne miejsce zajmują badania nad ewolucją globalnego łańcucha wartości, zwłaszcza w obliczu narastającej niestabilności geopolitycznej. Jak wskazuje Gereffi (2021), dotychczasowy model linearnej, kosztowej globalizacji uległ wyczerpaniu, a globalne łańcuchy wartości weszły w fazę strukturalnej rekonfiguracji. Analiza autora miała na celu identyfikację i klasyfikację strategii adaptacyjnych stosowanych przez przedsiębiorstwa w odpowiedzi na rosnący protekcjonizm, eskalujące napięcia handlowe oraz inne formy szoków politycznych i ekonomicznych. Wyniki jednoznacznie potwierdzają, iż firmy odchodzą od paradygmatu lokalizowania produkcji wyłącznie na podstawie minimalizacji kosztów pracy. Zamiast tego rośnie znaczenie takich kryteriów, jak odporność, niezawodność oraz możliwość kontroli ryzyka. W tym kontekście zidentyfikowano kilka dominujących kierunków strategicznych. Po pierwsze, coraz większą rolę zyskuje regionalizacja łańcucha dostaw, polegająca na kształtowaniu odrębnych, częściowo samowystarczalnych systemów produkcyjnych w trzech kluczowych obszarach gospodarczych: Azji, Ameryce Północnej oraz Europie. Wyniki badania wskazują, że rozwiązanie to ogranicza ekspozycję na szoki związane z cłami, rosnącymi kosztami transportu czy napięciami geopolitycznymi, a zarazem skraca dystans między miejscem produkcji a rynkami końcowymi. Po drugie, analiza podważa rozpowszechnione w debacie publicznej przekonanie o masowym powrocie produkcji do krajów macierzystych (*reshoring*). Gereffi wykazał, że strategia ta ma charakter selektywny i znajduje zastosowanie głównie w sektorach o wysokim stopniu automatyzacji lub o strategicznym znaczeniu dla bezpieczeństwa państwa.

Znacznie częściej przedsiębiorstwa stosują model *China plus one*, dywersyfikując swoją działalność w kierunku krajów Azji Południowo-Wschodniej, takich jak Wietnam, Malezja czy Indie, w celu redukcji ryzyka nadmiernej koncentracji w jednym ośrodku. Kolejnym istotnym obszarem ilustrującym kierunek przemian jest rola transformacji cyfrowej. Wyniki badania wskazują, iż technologie Przemysłu 4.0, w tym automatyzacja, robotyzacja,

[64] C. Taskan et al., *A Case Study on Performance Implications of Hybrid Strategy in Automotive Supplier Industry*. ResearchGate, 2022.

cyfrowe platformy zarządzania łańcuchem dostaw oraz zaawansowana analityka danych, znacząco zmieniają logikę decyzji lokalizacyjnych. Automatyzacja obniża znaczenie kosztów pracy jako czynnika determinującego lokalizację produkcji, natomiast cyfryzacja umożliwia efektywną koordynację bardziej złożonych, modułowych i regionalnie dywersyfikowanych struktur dostaw. Badanie Gereffiego ukazuje zatem, iż globalne łańcuchy wartości nie podlegają deglobalizacji w sensie redukcji powiązań międzynarodowych, lecz przechodzą proces głębokiej przebudowy. Stają się krótsze, bardziej elastyczne i odporniejsze na zakłócenia, a zdolność do ich adaptacyjnej rekonfiguracji coraz częściej determinuje pozycję konkurencyjną przedsiębiorstw w warunkach zmieniającej się architektury gospodarki światowe[65].

W kolejnych latach, naznaczonych zarówno skutkami pandemii, jak i narastającymi napięciami geopolitycznymi, problematyka odporności globalnych łańcuchów dostaw uzyskała nowe znaczenie. W tym kontekście szczególnie ważne są ustalenia Gereffiego (2023), który podjął analizę kierunków rekonfiguracji globalnych sieci produkcyjnych w warunkach nasilającej się niepewności polityczno-ekonomicznej. Autor wskazuje, iż dominujący przez dekady paradygmat maksymalnej efektywności kosztowej uległ wyraźnemu przewartościowaniu, a przedsiębiorstwa coraz częściej wdrażają strategie, w których minimalizacja kosztów równoważona jest potrzebą zapewnienia odporności oraz bezpieczeństwa.

Wyniki analizy podkreślają, że nadmierna koncentracja geograficzna produkcji, dotąd postrzegana jako racjonalna z ekonomicznego punktu widzenia, generuje znaczące ryzyko systemowe w okresach zaburzeń. W odpowiedzi na to zidentyfikowano trzy główne grupy strategii rekonfiguracji stosowanych przez przedsiębiorstwa. Po pierwsze, rosnące znaczenie zyskuje regionalizacja, której istotą jest skracanie łańcucha dostaw poprzez organizowanie produkcji w ramach zintegrowanych bloków gospodarczych, takich jak Ameryka Północna, Unia Europejska czy Azja Wschodnia. Model określany jako „produkcja w regionie dla regionu" ogranicza ryzyko zakłóceń transkontynentalnych i umożliwia efektywniejszą koordynację działań. Po drugie, ustalenia badania pokazują, że pełna relokacja produkcji do państwa macierzystego ma charakter incydentalny, gdyż wiąże się z dużymi nakładami oraz wysokimi barierami infrastrukturalnymi. Znacznie częściej obserwowane są strategie takie jak *nearshoring* czy *friend-shoring*, sprowadzające się odpowiednio do lokowania działalności w krajach ościennych lub w gospodarkach uznawanych za stabilnych partnerów politycznych.

[65] G. Gereffi, Trade policies, firm strategies, and adaptive reconfigurations of global value chains. *Journal of International Business Policy*, 4, 2021, 506-522.

Strategie te sprzyjają ograniczaniu ekspozycji na zakłócenia, przy zachowaniu korzystnych parametrów kosztowych. Trzecia grupa działań obejmuje geograficzne rozproszenie działalności, które Gereffi ujmuje jako model China plus one. Wyniki analizy pokazują, że przedsiębiorstwa nie wycofują się z rynku chińskiego, lecz uzupełniają go o lokalizacje w innych państwach Azji, takich jak Wietnam, Indie czy Malezja. Celem jest zmniejszenie ryzyka wynikającego z nadmiernej koncentracji produkcji w jednym kraju, przy jednoczesnym utrzymaniu dostępu do rozwiniętych i konkurencyjnych ekosystemów przemysłowych regionu. Badanie akcentuje także, że przebudowa łańcucha wartości coraz silniej wynika nie tylko z wyborów korporacyjnych, lecz również z interwencji państw. Programy takie jak amerykański CHIPS Act czy unijne mechanizmy wzmacniające autonomię technologiczną działają jako impuls regulacyjny i finansowy, kierujący nowe inwestycje w obszary strategiczne, w tym półprzewodniki i technologie bateryjne. Ważnym elementem zmiany układu produkcyjnego pozostają bezpośrednie inwestycje zagraniczne, obejmujące zarówno przedsięwzięcia typu *greenfield*, jak i rozbudowę istniejącej infrastruktury przemysłowej. W świetle uzyskanych wyników Gereffi argumentuje, że globalny łańcuch wartości nie rozpada się ani nie wycofuje z wymiaru międzynarodowego, lecz podlega zasadniczej przebudowie. Przybiera formę bardziej regionalnych, skróconych i odpornych konfiguracji, których kształt wyznaczają już nie wyłącznie przesłanki ekonomiczne, lecz również wymagania związane z bezpieczeństwem technologicznym, dostępem do kluczowych zasobów oraz narastającymi uwarunkowaniami geopolitycznymi[66].

Na tle nasilającej się presji wynikającej z kryzysu klimatycznego i postępującej degradacji środowiska szczególną wagę zyskują badania analizujące udział globalnych struktur gospodarczych w procesach transformacji ekologicznej. W tym zakresie ważne są ustalenia Gereffiego i De Marchi (2023), którzy posługują się koncepcją globalnego łańcucha wartości (GVC) w celu oceny możliwości systemowego oddziaływania na praktyki środowiskowe w skali międzynarodowej. Wyniki ich studiów pokazują, iż architektura i mechanizmy sterowania w GVC stają się potencjalnie jednym z najbardziej efektywnych instrumentów koordynacji ekologicznej, umożliwiając implementację standardów zrównoważonego rozwoju w sposób bardziej efektywny niż tradycyjne regulacje krajowe.

Analiza ujawniła, że w łańcuchach kontrolowanych przez podmioty dominujące po stronie popytowej, zwłaszcza globalne sieci handlowe oraz międzynarodowe marki, występuje wyraźna nierównowaga sił. Konfiguracja ta pozwala tym organizacjom narzucać wymogi

[66] G. Gereffi, *How to make global supply chains more resilient*. Columbia FDI Perspectives (348), 2023.

środowiskowe rozbudowanej bazie dostawców, szczególnie w państwach rozwijających się. Umieszczenie restrykcyjnych wymogów środowiskowych w specyfikacjach zakupowych prowadzi do obowiązku stosowania przez dostawców bardziej efektywnych technologii, etycznego pozyskiwania materiałów oraz udoskonalonego gospodarowania odpadami. Ustalenia badawcze wskazują więc, że podmioty dominujące mogą funkcjonować jako zasadniczy rodzaj „regulatorów prywatnych" w obszarze zrównoważonego rozwoju.

Kluczowym elementem ustaleń jest pogłębienie koncepcji ekologicznej modernizacji w obrębie GVC. Wyniki analiz wskazują, że presja strategicznych nabywców oraz wzrost świadomości konsumentów generują silne impulsy do podwyższania standardów środowiskowych przez dostawców. Studium przypadków z różnych gałęzi, w tym odzieżowej i elektronicznej, pokazuje, iż inwestycje w modernizację ekologiczną wpływają nie tylko na zdolność sprostania wymogom kontrahentów, ale także prowadzą do redukcji kosztów, poszerzenia dostępu do rynków o wysokich wymaganiach regulacyjnych oraz do umacniania reputacji podmiotów gospodarczych.

Analiza eksponuje również znaczenie norm i certyfikacji środowiskowej jako narzędzi koordynacji oraz nadzoru. Mechanizmy certyfikacyjne pełnią funkcję sygnału rynkowego, zwiększając przejrzystość działań w wielowarstwowych sieciach dostaw i umożliwiając podmiotom dominującym wiarygodną weryfikację praktyk ekologicznych swoich kontrahentów. Jednocześnie zidentyfikowano istotne ograniczenia. Presja obniżania kosztów, charakterystyczna dla struktur z silną pozycją nabywcy, bywa sprzeczna z koniecznością ponoszenia nakładów na zrównoważony rozwój. Konsekwencją jest trudność dużej części małych i średnich dostawców w samodzielnym finansowaniu wdrożeń zaawansowanych rozwiązań środowiskowych.

W ujęciu syntetycznym Gereffi i De Marchi podkreślają, że globalny łańcuch wartości nosi cechy struktury ambiwalentnej: może zarówno wzmacniać utrwalone, niekorzystne praktyki środowiskowe, jak i stanowić kluczowy mechanizm stymulowania transformacji w kierunku zrównoważonego rozwoju. Skuteczne wykorzystanie tego potencjału wymaga jednak systemu zarządzania opartego na współpracy wielu podmiotów, przedsiębiorstw wiodących, państw oraz organizacji społeczeństwa obywatelskiego, co umożliwia precyzyjną diagnozę obszarów wymagających interwencji oraz bardziej efektywne oddziaływanie na praktyki ekologiczne w skali globalnej[67].

[67] G. Gereffi, V. De Marchi, Using the global value chain framework to analyse and tackle global environmental crises. *Journal of Industrial and Business Economics*, 50(1), 2023, 149-168.

W świetle zachodzącej transformacji technologicznej, która przeobraża podstawy funkcjonowania globalnego sektora motoryzacyjnego, szczególnej wagi nabierają oceny formułowane przez kadrę kierowniczą największych przedsiębiorstw. Wyraźną ilustracją tego zjawiska jest stanowisko Olivera Zipse, prezesa zarządu BMW, którego interpretacja skutków planowanego przez Unię Europejską zakazu sprzedaży nowych pojazdów spalinowych od 2035 r. została przedstawiona w analizie *Business Insider* z 2024 r. Ujęcie to skupia uwagę na strategicznych następstwach regulacyjnego przejścia do jednego dominującego rodzaju napędu oraz na jego konsekwencjach dla pozycji konkurencyjnej europejskiego sektora motoryzacyjnego.

Kluczowa teza formułowana w analizie wskazuje, że regulacyjne wymuszenie jednolitego kierunku technologicznego, rozumianego jako pełna elektryfikacja oparta wyłącznie na pojazdach bateryjnych (BEV), niesie ryzyko stopniowego zaniku kompetencji stanowiących dotąd fundament przewagi konkurencyjnej europejskich producentów. Utrzymano, iż zaniechanie dalszego rozwoju wysokosprawnych jednostek spalinowych, które powstały dzięki wieloletnim nakładom inwestycyjnym oraz akumulacji wiedzy inżynieryjnej, prowadzi do utraty strategicznego zasobu technologicznego i przesuwa pole rywalizacji w kierunku domen, w których przewaga leży po stronie innych globalnych podmiotów.

Jednym z centralnych wniosków analizy jest rozpoznanie głębokiej zależności surowcowo-technologicznej od Chin jako konsekwencji pełnej elektryfikacji. Podkreślono, że zastąpienie importu ropy naftowej importem materiałów i komponentów do wytwarzania baterii prowadzi do powstania struktury zależności bardziej skoncentrowanej oraz podatnej na ryzyka geopolityczne. Uzasadniono to dominującą pozycją Chin na niemal wszystkich etapach łańcucha wartości baterii, od rafinacji surowców krytycznych (lit, nikiel, kobalt, grafit), poprzez wytwarzanie elektrod i separatorów, aż po finalne składanie ogniw. Wyniki analizy jednoznacznie sugerują, że taka konfiguracja ogranicza strategiczną autonomię europejskiego przemysłu motoryzacyjnego.

W analizie zwrócono także uwagę na istotne skutki społeczno-ekonomiczne. Podniesiono, że szybkie wycofywanie technologii spalinowych rodzi ryzyko likwidacji milionów miejsc pracy powiązanych z obecnym łańcuchem dostaw, obejmujących zarówno produkcję elementów mechanicznych, jak i działalność serwisową. Wskazano ponadto, iż utrzymująca się wysoka cena pojazdów elektrycznych, w zestawieniu z niedojrzałym rynkiem wtórnym, może prowadzić do ograniczenia dostępności mobilności dla szerokich grup społeczeństwa, pogłębiając nierówności oraz wywołując napięcia o charakterze politycznym.

Następnym kluczowym wątkiem analizowanego stanowiska jest diagnoza stopnia gotowości infrastrukturalnej. Ustalenia wskazują, że rozwój sieci publicznych punktów ładowania postępuje zbyt wolno w relacji do prognozowanego popytu, a europejskie systemy elektroenergetyczne wymagają szeroko zakrojonych modernizacji, aby sprostać pełnej elektryfikacji transportu. Nierozstrzygnięte pozostają również zagadnienia związane z magazynowaniem energii oraz zapewnieniem stabilności jej dostaw.

W świetle przytoczonych ustaleń analiza formułuje postulat utrzymania technologicznej neutralności. Wskazuje, że polityka przemysłowa powinna wspierać szeroki wachlarz rozwiązań obejmujących zaawansowane silniki spalinowe zasilane paliwami syntetycznymi, układy hybrydowe, technologie wodorowe oraz pojazdy elektryczne. Taka dywersyfikacja, zgodnie z argumentacją, podnosi odporność systemową, zmniejsza koncentrację ryzyka o charakterze geopolitycznym i pozwala na bardziej elastyczne reagowanie na zróżnicowane oczekiwania globalnych rynków[68].

Przeprowadzona analiza otoczenia konkurencyjnego przedstawia współczesną motoryzację jako sektor działający w warunkach trwałej niepewności, w których tradycyjne źródła przewagi, takie jak skala działalności, doświadczenie produkcyjne i kunszt inżynierii mechanicznej, ulegają znaczącej reinterpretacji pod wpływem czynników zewnętrznych. Ustalenia wskazują, że strukturę pola rywalizacji wyznacza obecnie jednoczesne oddziaływanie kilku procesów: nasilającej się regionalizacji globalnego łańcucha wartości, przesuwania kluczowych kompetencji ku technologiom elektrycznym i cyfrowym, wzmożonej presji regulacyjnej związanej z polityką klimatyczną oraz wzrostu znaczenia podmiotów spoza dotychczasowych centrów przemysłowych. W takich warunkach przewaga strategiczna traci wymiar wyłącznie kosztowy czy jakościowy, a coraz silniej opiera się na zdolności do elastycznej przebudowy sieci dostaw, integracji zaawansowanych technologii, w tym sztucznej inteligencji i systemów opartych na danych, oraz równoważenia wymagań efektywności z odpornością i zgodnością regulacyjną. Z punktu widzenia kolejnych części rozprawy istotne jest podkreślenie, że opisane determinanty nie pełnią jedynie funkcji tła dla funkcjonowania łańcucha wartości, lecz bezpośrednio kształtują jego architekturę: sposób organizowania relacji dostawczych, wybór technologii napędowych i cyfrowych, logikę współpracy w ramach globalnych i regionalnych układów produkcyjnych oraz formułowanie modeli biznesowych.

[68] Business Insider. *BMW CEO: A 2035 gasoline ban will hit the European car industry 'in its heart' and make it reliant on Chinese batteries,* 2024.

2.2. Innowacje i transformacja cyfrowa w motoryzacji

Wskazane poniżej treści koncentrują się na analizie innowacji technologicznych oraz procesów transformacji cyfrowej, które w sposób strukturalny przeobrażają współczesny sektor motoryzacyjny. Zmiana ta obejmuje zarówno sam pojazd, funkcjonujący jako system cyber-fizyczny coraz silniej definiowany przez oprogramowanie, jak i kompletną architekturę procesów w łańcuchu wartości: od projektowania i wytwarzania, przez fazę użytkowania, aż po serwisowanie i recykling. Szczególną wagę zyskują technologie oparte na sztucznej inteligencji i zaawansowanej analityce danych, które stanowią fundament dla rozwiązań autonomicznej mobilności, systemów diagnostyki predykcyjnej, koncepcji cyfrowego bliźniaka oraz nowych modeli biznesowych opierających się na usługach *data-driven*[69]. Równocześnie obserwowane jest przechodzenie od klasycznych architektur pojazdu, opartych na mechanice oraz rozproszonych układach elektronicznych, ku konstrukcjom scentralizowanym i sieciowym, w których oprogramowanie staje się podstawowym nośnikiem funkcji. Aktualizacje realizowane zdalnie oraz ciągłe uczenie modeli kreują warunki do trwałej rekonfiguracji wartości oferowanej użytkownikowi. W takim ujęciu innowacje produktowe, procesowe i organizacyjne nie funkcjonują już jako odrębne kategorie, lecz pozostają ze sobą ściśle powiązane poprzez wspólną infrastrukturę danych i platformy cyfrowe. Analiza zmierza do uporządkowania najważniejszych kierunków tej transformacji oraz ukazania, w jaki sposób przeobrażają one logikę konkurencji, strukturę kosztów, relacje w łańcuchu dostaw oraz wymagania kompetencyjne stawiane przed organizacjami.

Wraz z ewolucją technologii autonomicznych i ich coraz wyraźniejszym wpływem na kierunek rozwoju współczesnego transportu, pojawia się potrzeba systematycznego uchwycenia ich wielowymiarowych skutków społecznych. W tym świetle szczególną wagę zyskuje analiza Almlöfa i współautorów (2022), obejmująca systematyczny przegląd literatury poświęconej ocenie konsekwencji wdrażania pojazdów autonomicznych. Autorzy postawili sobie za cel identyfikację, klasyfikację i ocenę istniejących ram badawczych wykorzystywanych do analizy wpływu automatyzacji transportu na funkcjonowanie społeczeństw, gospodarek oraz struktur miejskich[70].

Głównym wnioskiem płynącym z powyższych rozważań jest ustalenie, że pomimo dynamicznego wzrostu liczby publikacji, stan wiedzy pozostaje silnie rozproszony

[69] P. Adamczewski, Organizacje data-driven w ewolucji transformacji cyfrowej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 2018, 527: 11-24.

[70] E. Almlöf, H.L. Winslott Hiselius, L. Levin, Frameworks for assessing societal impacts of automated vehicles: A review. *Transportmetrica A: Transport Science*, advance online publication, 2022.

i pozbawiony spójnych, interdyscyplinarnych ram oceny. Wyniki analizy pokazują, iż dominujące nurty badawcze skupiają się przede wszystkim na bezpośrednich efektach transportowych, co prowadzi do nadmiernego zawężenia pola obserwacji. Najczęściej podejmowane są kwestie bezpieczeństwa ruchu, efektywności przepływu pojazdów oraz wpływu na środowisko, obszary o znaczeniu zasadniczym, lecz niewystarczające do uchwycenia pełnej skali zmian wynikających z rozwoju technologii autonomicznych.

Jednocześnie przegląd ujawnił wyraźne braki w odniesieniu do zagadnień o bardziej złożonym i długookresowym charakterze. W szczególności dotyczy to wpływu pojazdów autonomicznych na rynek pracy, zmian w strukturach zatrudnienia oraz przekształceń przestrzeni miejskiej. Wyniki wskazują, że kwestie sprawiedliwości społecznej, dostępności mobilności dla grup wrażliwych oraz dystrybucyjnych konsekwencji technologii pozostają analizowane jedynie marginalnie, choć ich znaczenie dla długotrwałych procesów społecznych i urbanistycznych jest zasadnicze. Autorzy podkreślają, że obecnie stosowane metody badawcze nie pozwalają na pełną ocenę tych zjawisk, co tworzy ryzyko istotnych luk poznawczych w prognozach dotyczących skutków automatyzacji transportu.

Kolejny kluczowy rezultat przeglądu dotyczy stwierdzenia, że znaczna część istniejących ram analitycznych przyjmuje charakter technocentryczny. Analiza wykazała, iż skupiają się one przede wszystkim na właściwościach samej technologii, takich jak zdolność percepcyjna systemów, algorytmy podejmowania decyzji czy zachowanie pojazdu w określonych sytuacjach drogowych[71], przy jednoczesnym pomijaniu społecznych i instytucjonalnych uwarunkowań wdrażania autonomicznej mobilności. Elementy takie jak akceptacja społeczna, poziom zaufania do technologii, otoczenie regulacyjne czy logika modeli biznesowych operatorów usług transportowych są w wielu opracowaniach traktowane marginalnie, choć to właśnie one w znacznym stopniu determinują tempo i zakres upowszechniania technologii autonomicznych[72].

Wraz z postępującą automatyzacją transportu oraz dynamicznym rozwojem usług mobilności współdzielonej, pojazdy autonomiczne coraz częściej postrzegane są jako kluczowy element przyszłych systemów mobilności miejskiej. W syntetycznym przeglądzie literatury Almaskati i współautorzy (2024) przedstawiają kompleksową ocenę dotychczasowych ustaleń dotyczących skutków wdrażania flot współdzielonych pojazdów autonomicznych (Shared

[71] A. Letkiewicz, Uwarunkowania i narzędzia zwiększania efektywności przedsiębiorstw transportu drogowego w sieciach międzyorganizacyjnych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomika Transportu i Logistyka*, (53 Przedsiębiorstwo transportowe – funkcjonowanie i rozwój), 2014, 83-102.

[72] E. Almlöf, H.L. Winslott Hiselius, L. Levin, Frameworks …, op. cit., 2022

Autonomous Vehicles - SAV), identyfikując zarówno potencjalne korzyści, jak i ryzyka związane z ich integracją z istniejącą infrastrukturą transportową. Autorzy postawili sobie za cel systematyczną analizę oddziaływania SAV na funkcjonowanie miast, środowisko, rynek pracy oraz strukturę społeczną, a także ocenę kluczowych barier technologicznych i regulacyjnych, które ograniczają tempo ich upowszechniania.

Głównym wnioskiem przeglądu jest stwierdzenie, że choć potencjalne korzyści płynące z wdrażania SAV są znaczne, ich urzeczywistnienie zależy od szeregu warunków brzegowych, zwłaszcza od przyjętych modeli operacyjnych oraz ram regulacyjnych. Analiza badań ilościowych wskazuje, że floty SAV mogą znacząco ograniczyć zapotrzebowanie na przestrzeń parkingową w miastach, co ma istotne implikacje zarówno dla planowania urbanistycznego, jak i kształtowania przestrzeni publicznych. W wielu symulacjach potwierdzono również możliwość redukcji kongestii oraz poprawy płynności ruchu drogowego, o ile osiągnięty zostanie wysoki poziom współdzielenia przejazdów. Jednocześnie zidentyfikowano poważne ryzyko tzw. wzbudzonego popytu: jeśli podróż stanie się tańsza, wygodniejsza i dostępna na żądanie, łączna liczba pokonywanych pojazdokilometrów może wzrosnąć, co paradoksalnie prowadzi do pogorszenia warunków ruchu.

Natomiast w obszarze oddziaływania na środowisko wyniki badań okazują się niejednoznaczne. Podkreśla się, że elektryczne floty SAV mogą w znacznym stopniu ograniczać emisję gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczeń powietrza w miastach. Jednocześnie efekt ten może ulec osłabieniu w wyniku zwiększonej mobilności, jeśli wzbudzony popyt doprowadzi do wyższego całkowitego zużycia energii. Bilans środowiskowy SAV zależy zatem od intensywności współdzielenia, struktury źródeł wytwarzania energii oraz efektywności algorytmów zarządzania ruchem i flotą.

Wyniki analizy odsłaniają również istotne konsekwencje społeczne i ekonomiczne. W literaturze akcentuje się, że technologia SAV może zwiększać dostępność transportową dla osób starszych, niepełnosprawnych oraz użytkowników pozbawionych możliwości prowadzenia pojazdu. Jednocześnie istnieje poważne ryzyko pogłębienia nierówności, jeśli usługi te będą kosztowne lub ograniczone do obszarów o najwyższej rentowności. Analiza wskazała ponadto, że szerokie wdrożenie pojazdów autonomicznych może skutkować znaczną redukcją zatrudnienia w sektorze transportu, co wymaga uwzględnienia mechanizmów łagodzenia skutków społecznych oraz działań ukierunkowanych na przekwalifikowanie pracowników.

Badanie wskazuje ponadto na szereg barier technologicznych, regulacyjnych i społecznych. Na pierwszy plan wysuwa się kwestia niezawodności systemów

autonomicznych w trudnych warunkach pogodowych, niedostateczne mechanizmy cyberbezpieczeństwa oraz brak jednoznacznych ram prawnych dotyczących odpowiedzialności za szkody w razie wypadków z udziałem pojazdów autonomicznych. Wyniki akcentują również kluczową rolę akceptacji społecznej i poziomu zaufania do technologii, które pozostają niskie, stanowiąc istotny czynnik spowalniający wdrażanie rozwiązań na szeroką skalę[73].

Postępująca cyfryzacja pojazdów oraz przekształcanie ich w systemy definiowane programowo (*Software-Defined Vehicles* - SDV) prowadzą do zasadniczej zmiany w sposobach wykrywania i usuwania usterek eksploatacyjnych. W pogłębionej analizie Bickelhaupt i Schmitt (2023) dokonują systematycznej oceny wyzwań i możliwości wynikających z przejścia od tradycyjnych metod diagnostyki do podejść opartych na danych, charakterystycznych dla scentralizowanej architektury obliczeniowej nowej generacji. Autorzy postawili sobie za cel wskazanie ograniczeń obecnie stosowanych narzędzi diagnostycznych oraz ocenę potencjału, jaki pojazdy SDV oferują w obszarze predykcji, zapobiegania awariom i zdalnego zarządzania stanem technicznym pojazdów.

Głównym wnioskiem analizy jest stwierdzenie, że tradycyjne standardy diagnostyczne, takie jak *On-Board Diagnostics* (OBD), okazują się strukturalnie nieprzystające do złożoności współczesnych pojazdów. Wyniki badań wskazują, iż diagnostyka oparta wyłącznie na kodach błędów traci skuteczność, gdy źródłem usterek stają się nie tyle fizyczne awarie komponentów, ile nieprawidłowości w oprogramowaniu oraz interakcje między licznymi jednostkami sterującymi (ECU). Ustalono, że coraz większa liczba modułów elektronicznych oraz ich wzajemnych zależności prowadzi do pojawienia się usterek, których tradycyjne narzędzia nie są w stanie ani skutecznie wykryć, ani poprawnie zinterpretować.

Analiza autorów wskazuje jednak, że nowa architektura SDV oferuje jakościowo odmienne możliwości diagnostyczne. Pojazdy definiowane programowo, wyposażone w scentralizowane jednostki obliczeniowe o wysokiej mocy, pozwalają na gromadzenie, integrowanie i analizowanie znacznie większych strumieni danych telemetrycznych w czasie rzeczywistym. Wyniki badań jednoznacznie potwierdzają, że otwiera to przestrzeń dla diagnostyki predykcyjnej. Stałe monitorowanie parametrów pracy pojazdu oraz zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego umożliwia przewidywanie potencjalnych awarii z dużym

[73] D. Almaskati, M. Song, N. Huynh, A comprehensive review of shared autonomous vehicles: Impacts and challenges. *Journal of Intelligent and Connected Vehicles,* 7(1), 2024, 1-28.

wyprzedzeniem, co przekłada się na planowanie działań serwisowych w sposób proaktywny i ograniczający zakłócenia eksploatacji[74].

Kolejnym ważnym wnioskiem z badania jest ocena potencjału technologii zdalnych, zwłaszcza diagnostyki online oraz aktualizacji *Over-The-Air* (OTA). Ustalono, że architektura SDV pozwala producentom identyfikować i rozwiązywać dużą część problemów bez konieczności wizyty pojazdu w serwisie. Ponadto wykazano, iż wiele usterek oprogramowania można usuwać poprzez zdalne aktualizacje, co wyraźnie redukuje koszty eksploatacyjne, skraca czas napraw oraz podnosi jakość doświadczeń użytkowników.

Równocześnie autorzy podkreślają, że przejście do diagnostyki opartej na danych wiąże się z istotnymi wyzwaniami. Wyniki badań wskazują, iż gwałtownie rosnąca ilość generowanych danych wymaga zaawansowanych rozwiązań w zakresie ich przetwarzania, magazynowania i transmisji. Najbardziej krytyczną kwestią okazuje się jednak cyberbezpieczeństwo: scentralizowana, sieciowo połączona architektura, umożliwiająca aktualizacje OTA, tworzy nowe wektory ataków, które mogą zagrozić zarówno integralności systemów pojazdu, jak i bezpieczeństwu użytkowników[75].

Dynamiczna ekspansja technologii symulacyjnych i narzędzi integracyjnych w obszarze Przemysłu 4.0 doprowadziła do szerokiego zastosowania koncepcji cyfrowych bliźniaków, umożliwiających równoległe odwzorowanie rzeczywistych procesów produkcyjnych w środowisku wirtualnym. W analizie przeprowadzonej przez Mendi, Dumana i Gökçe przedstawiono empiryczne potwierdzenie tej koncepcji na przykładzie funkcjonującej, zautomatyzowanej linii produkcyjnej w sektorze motoryzacyjnym. Autorzy skoncentrowali się na ocenie realnych możliwości i efektywności wdrożenia cyfrowego bliźniaka jako instrumentu służącego do stałego monitorowania, analizy oraz usprawniania procesów.

Badanie objęło analizę zrobotyzowanej stacji spawania stanowiącej kluczowy moduł rozpatrywanej linii montażowej. Autorzy opracowali i wdrożyli trójwarstwową strukturę cyfrowego bliźniaka, składającą się z: (1) warstwy fizycznej, obejmującej rzeczywiste elementy stanowiska, dwa roboty spawalnicze KUKA, stół obrotowy oraz systemy transportowe, zasilane danymi pochodzącymi ze sterowników PLC Siemens; (2) warstwy wirtualnej, reprezentowanej przez precyzyjny model symulacyjny zbudowany w środowisku Siemens Plant Simulation; oraz (3) warstwy komunikacyjnej opartej na protokole OPC UA,

[74] M. Przydatek, M. Zawadzki, T. Pajchrowski, Zastosowanie metody uczenia maszynowego do procesu zarządzania energią w pojeździe elektrycznym. *Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering*, 2022, 107: 143-155.

[75] S. Bickelhaupt, R. H. Schmitt, Challenges and opportunities of future vehicle diagnostics in software-defined vehicles. *SAE Technical Paper* 2023-01-0847, 2023.

gwarantującej dwukierunkową i niemal natychmiastową wymianę danych pomiędzy systemem fizycznym a jego cyfrowym odpowiednikiem.

yniki wdrożenia potwierdziły wysoką przydatność tego rozwiązania. Autorzy wykazali, że cyfrowy bliźniak umożliwia identyfikację nieefektywności operacyjnych, przewidywanie opóźnień oraz testowanie scenariuszy optymalizacyjnych bez ingerencji w fizyczną linię produkcyjną. Wskazano również, że system pozwala na szybsze diagnozowanie odchyleń parametrów procesu, co przekłada się na redukcję przestojów i podniesienie stabilności pracy stanowiska. Jednocześnie studium ujawniło, iż implementacja cyfrowego bliźniaka wymaga nie tylko zaawansowanych narzędzi symulacyjnych i infrastruktury komunikacyjnej, lecz także odpowiednich kompetencji analitycznych oraz zdolności interpretacyjnych po stronie użytkowników.

Wyniki badania ujawniły ponadto, że cyfrowy bliźniak pełnił funkcję narzędzia eksperymentalnego, umożliwiającego testowanie alternatywnych konfiguracji procesu bez zakłócania pracy realnej linii produkcyjnej. Autorzy wskazali, iż symulacyjne scenariusze optymalizacyjne pozwoliły na obniżenie obciążenia robotów, redukcję czasów przezbrojeń oraz lepsze zbalansowanie pracy stanowisk wewnątrz komórki produkcyjnej. Zidentyfikowano także dodatkową wartość w postaci możliwości akumulacji wiedzy procesowej; model cyfrowy działał jako repozytorium parametrów i stanów, stanowiąc platformę wsparcia dla przyszłych działań doskonalących. Jednocześnie analiza zwróciła uwagę, że wdrożenie tego typu systemu wymaga wysoce rozwiniętych kompetencji technicznych, obejmujących integrację danych, modelowanie symulacyjne i interpretację wyników, ponieważ to interpretacyjny wymiar technologii decyduje o stopniu wykorzystania jej potencjału.

Autorzy zaakcentowali ponadto, że przeprowadzanie prób nowych trajektorii robotów oraz wariantów przebiegu procesu w środowisku cyfrowym wyraźnie skróciło czas potrzebny na przeorganizowanie i uruchomienie stanowiska. Wskazano również, iż wykorzystanie wirtualnego uruchamiania (*virtual commissioning*) okazało się wyjątkowo efektywne w ograniczaniu kosztów zatrzymań linii oraz w zmniejszaniu liczby błędów pojawiających się podczas wdrożeń[76].

Postępująca automatyzacja transportu pozostaje ściśle związana z dynamicznym postępem metod sztucznej inteligencji, stanowiących obecnie podstawę systemów percepcji, prognozowania oraz decyzyjności w pojazdach autonomicznych. Analiza ścieżek rozwoju tych rozwiązań jest kluczowa dla oceny rzeczywistego poziomu zaawansowania autonomicznej

[76] A. F. Mendi, A. Duman, H. Gökçe, A digital twin case study on automotive production line. *Sensors*, 22(18), 2022, 6963.

mobilności oraz rozpoznania barier spowalniających jej pełną implementację. W tym ujęciu Garikapati, Gupta i Chintalapudi opracowali szeroki przegląd literatury, ukierunkowany na uporządkowanie historycznych i aktualnych zmian w zakresie metod sztucznej inteligencji stosowanych w autonomicznych systemach prowadzenia pojazdów.

Badacze wyodrębnili podstawowe nurty uczenia maszynowego, oceniając ich znaczenie dla rozwoju trzech kluczowych elementów pojazdu autonomicznego: systemów percepcyjnych, algorytmów wyznaczania ścieżki ruchu oraz układów podejmowania decyzji. Pod względem metodycznym opracowanie oparto na uporządkowanym przeglądzie literatury opisującej zasadnicze etapy postępu technologicznego w autonomicznej mobilności, od początkowych systemów eksperckich po współczesne rozwiązania oparte na głębokich sieciach neuronowych.

We wczesnym etapie rozwoju autonomizacji pojazdów dominowały techniki klasycznego uczenia maszynowego, takie jak maszyny wektorów nośnych (SVM) czy filtry Bayesa. Jak podkreślają autorzy, metody te wykorzystywano przede wszystkim do stosunkowo prostych zadań percepcyjnych, detekcji pasów ruchu, wykrywania podstawowych obiektów drogowych czy estymacji pozycji w uporządkowanych środowiskach. Choć techniki te odegrały istotną rolę w początkowej fazie rozwoju systemów autonomicznych, ich ograniczona skalowalność i zdolność generalizacji okazały się niewystarczające w bardziej złożonych warunkach ruchu drogowego.

Prawdziwy przełom, jak wskazują Garikapati et al., nastąpił w momencie adaptacji konwolucyjnych sieci neuronowych (CNN). Autorzy szczegółowo opisują, w jaki sposób architektury CNN zrewolucjonizowały moduł percepcyjny pojazdu, umożliwiając precyzyjną detekcję i klasyfikację obiektów, segmentację semantyczną otoczenia oraz rozpoznawanie znaków drogowych w warunkach silnej zmienności oświetlenia, pogody i dynamiki ruchu. To właśnie rozwój CNN stworzył technologiczną podstawę dla współczesnych systemów percepcji osiągających dokładność przewyższającą możliwości kierowców w wielu zadaniach.

Następną fazę rozwoju stanowiło wykorzystanie rekurencyjnych sieci neuronowych (RNN) oraz ich odmian, w tym LSTM. Jak podkreślają autorzy, rozwiązania te okazały się istotne dla analizy danych o charakterze sekwencyjnym, pozwalając na wiarygodne odwzorowanie i przewidywanie ruchu pieszych, rowerzystów oraz innych pojazdów. Prognozowanie zachowania uczestników ruchu należy do najbardziej wymagających obszarów projektowania pojazdów autonomicznych, dlatego wdrożenie RNN i LSTM stanowiło wyraźny postęp w zwiększaniu bezpieczeństwa oraz stabilności funkcjonowania tych systemów.

Trzecim aspektem, który według autorów odgrywa kluczową rolę w dalszym rozwoju autonomicznej mobilności, jest uczenie przez wzmacnianie (RL). Metoda ta, stosowana w modułach sterowania i podejmowania decyzji, pozwala agentowi wypracować optymalny sposób prowadzenia pojazdu poprzez kolejne interakcje ze środowiskiem symulacyjnym lub, w ograniczonym zakresie, rzeczywistym. Autorzy podkreślają, że RL umożliwia formowanie zachowania samochodu w warunkach dynamicznie zmieniającego się ruchu drogowego, co stanowi warunek osiągnięcia bardziej zaawansowanych poziomów autonomii.

Garikapati, Gupta i Chintalapudi wskazują również zasadnicze bariery technologiczne. Autorzy akcentują zwłaszcza konieczność dysponowania obszernymi, wysokiej jakości zbiorami danych szkoleniowych, nieodzownymi dla tworzenia i weryfikacji złożonych modeli głębokiego uczenia. Zauważają ponadto problem ograniczonej przejrzystości działania sieci neuronowych, co komplikuje proces certyfikacji systemów autonomicznych z uwagi na wymagania bezpieczeństwa funkcjonalnego. Podkreślają także wyzwania związane z zapewnieniem stabilnego działania w rzadko występujących, atypowych sytuacjach drogowych, tzw. przypadkach brzegowych, które w praktyce stanowią najtrudniejszą kategorię dla systemów autonomicznych[77].

Przeprowadzona analiza ukazuje, że innowacje oraz cyfryzacja w sektorze motoryzacyjnym mają wymiar kompleksowy, a ich skutki wykraczają poza dodawanie nowych funkcjonalności pojazdu czy jednostkowe usprawnienia operacyjne. Autonomizacja i sieciowe powiązanie pojazdów, wdrażanie koncepcji pojazdu sterowanego programowo, rozwój cyfrowych bliźniaków stanowisk wytwórczych oraz powszechne zastosowanie zaawansowanej analityki danych prowadzą do zasadniczego przeformułowania pełnego łańcucha wartości, od faz projektowych, przez produkcję i logistykę, po użytkowanie, obsługę techniczną i modele gospodarki informacją. Równocześnie ujawniają się nowe grupy ryzyka i ograniczeń: rosnące znaczenie cyberbezpieczeństwa, silna zależność jakości algorytmów od danych szkoleniowych, trudności ze zdefiniowaniem systemów sztucznej inteligencji, a także napięcia regulacyjne oraz społeczne związane z autonomizacją i przeobrażeniami rynku pracy. W perspektywie dalszych analiz zasadnicze pozostaje to, iż cyfrowa transformacja nie funkcjonuje jako zewnętrzne „tło" działalności przedsiębiorstw, lecz staje się podstawowym czynnikiem organizującym ich strukturę wewnętrzną, układ powiązań z dostawcami oraz partnerami technologicznymi, jak również system rozwoju i rozmieszczenia kompetencji.

[77] D. Garikapati, S. Gupta, N. Chintalapudi, Autonomous vehicles: Evolution of artificial intelligence techniques and applications. *Big Data and Cognitive Computing*, 8(4), 2024, 42.

2.3. Sztuczna inteligencja (AI) w łańcuchu wartości motoryzacji

Prezentowane treści skupiają się na znaczeniu sztucznej inteligencji dla kształtowania i przeformułowywania łańcucha wartości w sektorze motoryzacyjnym. W odróżnieniu od wcześniejszych ujęć, które postrzegały cyfryzację jako zbiór narzędzi wspierających wybrane obszary działalności, przywoływane tu perspektywy ukazują AI jako mechanizm o charakterze przekrojowym, wnikający w kolejne segmenty ŁW, od prognozowania popytu i sterowania zapasami, przez projektowanie układów zaopatrzeniowych i zarządzanie ryzykiem, aż po relacje z klientem oraz zagadnienia etyczne i związane ze zrównoważonym rozwojem. W literaturze wyraźnie wyłania się obraz przejścia od klasycznych modeli planistyczno-kontrolnych do architektury opartej na systemach uczących się, zdolnych do autonomicznego generowania rekomendacji decyzyjnych oraz adaptacji do zakłóceń w czasie rzeczywistym. Szczególną uwagę zwraca się na fakt, że AI nie tylko poprawia efektywność istniejących procesów, lecz redefiniuje logikę ich przebiegu, umożliwia zmianę roli danych (z produktu ubocznego na kluczowy zasób), przekształca dotychczasowe relacje z dostawcami i klientami oraz modyfikuje wymagania wobec struktur organizacyjnych i kompetencyjnych. Celem niniejszego podrozdziału jest zatem konceptualizacja sztucznej inteligencji jako strategicznego czynnika kształtującego łańcuch wartości w sektorze motoryzacji, a nie jedynie jako technicznego dodatku do istniejących rozwiązań informatycznych.

W kontekście rosnącej złożoności globalnego łańcucha dostaw w sektorze motoryzacyjnym, szczególnie podatnym na zakłócenia i wahania rynkowe, sztuczna inteligencja zyskuje status narzędzia nie tylko wspomagającego, ale strukturalnie redefiniującego procesy decyzyjne w całym ŁW. Syntetyczna analiza literatury Mediavilla pozwala na dokonanie systematycznej identyfikacji i klasyfikacji zastosowań technik AI w zarządzaniu logistyką i produkcją w branży motoryzacyjnej, ukazując przesunięcie od tradycyjnych, deterministycznych modeli planowania ku architekturze systemów uczących się, zdolnych do adaptacji w czasie rzeczywistym.

Zastosowana metodologia, oparta na przeglądzie publikacji z lat 2010 - 2021, pozwoliła na wyodrębnienie reprezentatywnego korpusu badań i ich kategoryzację według dominujących paradygmatów sztucznej inteligencji. Głównym wynikiem dokonanej analizy jest wskazanie uczenia maszynowego jako najczęściej wykorzystywanej grupy metod. Mediavilla podkreśla, że szczególnie istotną rolę odgrywają sieci neuronowe oraz klasyczne techniki uczenia nadzorowanego, stosowane przede wszystkim w prognozowaniu popytu na pojazdy i komponenty. Poprawa trafności prognoz bezpośrednio przekłada się bowiem na

optymalizację poziomu zapasów oraz redukcję kosztów magazynowania, co stanowi kluczowy element konkurencyjności w branży charakteryzującej się wysoką kapitałochłonnością.

Drugą wyróżnioną kategorią są systemy oparte na logice rozmytej, stosowane przede wszystkim tam, gdzie procesy decyzyjne przebiegają w warunkach niepewności lub wymagają uwzględnienia zmiennych jakościowych. Mediavilla akcentuje ich szczególne znaczenie w obszarach selekcji i oceny dostawców, gdzie konieczne staje się równoległe uwzględnianie wielu subiektywnych i nieprecyzyjnych kryteriów.

Trzecim obszarem intensywnie reprezentowanym w analizowanej literaturze są algorytmy ewolucyjne, zwłaszcza algorytmy genetyczne. Techniki te dominują w zagadnieniach optymalizacyjnych, typowych dla logistyki sektora motoryzacyji, takich jak harmonogramowanie produkcji, planowanie tras transportowych czy projektowanie sieci dystrybucji. Ich efektywność wynika z możliwości eksploracji bardzo rozległych przestrzeni rozwiązań, szczególnie tam, gdzie problem ma charakter wielokryterialny.

Istotnym ustaleniem jest także identyfikacja rosnącego znaczenia systemów hybrydowych, łączących różne perspektywy AI, takie jak integracja sieci neuronowych z logiką rozmytą lub algorytmami genetycznymi. Mediavilla wskazuje, że rozwiązania hybrydowe cechują się wyższą odpornością na zakłócenia i pozwalają lepiej odzwierciedlać wielowymiarowy charakter procesów logistycznych w motoryzacji. Przeprowadzona synteza zwraca również uwagę na istotne luki badawcze. Pomimo rosnącej popularności technik AI, zastosowania w obszarach takich jak zrównoważony rozwój, śledzenie emisji w łańcuchu wartości, cyberbezpieczeństwo dostawców czy predykcja zakłóceń, pozostają stosunkowo słabo rozwinięte. Mediavilla podkreśla, że pełne wykorzystanie potencjału sztucznej inteligencji będzie wymagało integracji metod analitycznych, znacznie głębszej interoperacyjności danych oraz wypracowania systemów wspomagania decyzji o charakterze holistycznym, a nie funkcjonalnie rozproszonym[78].

Kontynuując analizę zastosowań sztucznej inteligencji w poszczególnych ogniwach motoryzacyjnego łańcucha wartości, szczególnie wyraźnie rysuje się jej rola w obszarze zarządzania zapasami, który ze względu na wysoką kapitało- i czasochłonność procesów pozostaje jednym z najbardziej wrażliwych elementów całego systemu logistycznego. Bennett i Chen przedstawiają uporządkowaną analizę mechanizmów, poprzez które rozwiązania AI modyfikują klasyczne koncepcje planowania materiałowego, wskazując na przesunięcie od reakcyjnych modeli opartych na regułach ku architekturze predykcyjno-autonomicznej.

[78] M. A. Mediavilla, Review and analysis of artificial intelligence methods for automotive supply chain management. *Procedia CIRP, 106*, 2022, 123-128.

Ich opracowanie, oparte na szerokim przeglądzie literatury, akcentuje cztery obszary, w których sztuczna inteligencja umożliwia zasadnicze usprawnienie praktyk zarządczych: estymowanie popytu, doskonalenie polityk zaopatrzenia, automatyzację operacji magazynowych oraz nadzorowanie ryzyka związanego z dostawcami. W zakresie prognozowania popytu Bennett i Chen podkreślają wiodącą rolę algorytmów uczenia maszynowego, zwłaszcza modeli sekwencyjnych typu LSTM, które w sposób istotny przewyższają klasyczne metody ekonometryczne. Autorzy wskazują, że ich przewaga wynika z możliwości przetwarzania nieliniowych zależności oraz integracji danych o zróżnicowanej naturze, od makroekonomicznych trendów rynkowych, przez sygnały generowane w mediach społecznościowych, po dane telemetryczne pochodzące z użytkowanych pojazdów. Tym samym modele te pozwalają konstruować prognozy bardziej odporne na zakłócenia i lepiej odzwierciedlające rzeczywistą dynamikę popytu. Drugim obszarem transformacji, wskazywanym przez Bennetta i Chena, jest dynamiczna optymalizacja polityki zamówień z wykorzystaniem uczenia przez wzmacnianie. Badacze wykazują, że agenci RL, działając w środowisku symulacyjnym są w stanie autonomicznie wypracowywać strategie minimalizujące koszty przy zachowaniu akceptowalnego poziomu ryzyka wyczerpania zapasów. Kluczowe jest tu zdolność adaptacji w czasie rzeczywistym do zmiennych czasów dostaw i zmienności popytu, co odróżnia podejścia oparte na AI od statycznych, opartych na regułach systemów MRP i JIT.

Trzecia zidentyfikowana przez autorów domena obejmuje automatyzację procesów magazynowych, w której AI pełni funkcję infrastrukturalną, umożliwiając zarówno robotyzację transportu wewnętrznego, jak i automatyzację inwentaryzacji. Bennett i Chen podkreślają, że systemy wizji komputerowej stanowią fundament nawigacji autonomicznych wózków transportowych, natomiast drony wyposażone w algorytmy przetwarzania obrazu umożliwiają szybkie i precyzyjne skanowanie stanów magazynowych. Technologie te nie tylko zwiększają efektywność, lecz także ograniczają potencjalne błędy wynikające z interwencji człowieka.

Czwarta i ostatnia domena dotyczy zastosowania przetwarzania języka naturalnego w monitorowaniu ryzyka. Jak wykazują Bennett i Chen, algorytmy NLP analizujące globalne zasoby informacyjne mogą stanowić istotne narzędzie do wczesnego wykrywania zagrożeń w łańcuchu dostaw, w tym sygnałów wskazujących na pogarszającą się sytuację finansową dostawców, zakłócenia wynikające z katastrof naturalnych czy turbulencje geopolityczne. Tym samym AI pozwala na znacznie bardziej precyzyjne i proaktywne zarządzanie ryzykiem, wykraczając poza tradycyjne metody oparte na okresowych audytach i ocenach.

Wyniki wskazywane przez Bennetta i Chena jednoznacznie potwierdzają, że implementacja sztucznej inteligencji w zarządzaniu zapasami prowadzi do istotnej poprawy efektywności, zarówno w zakresie redukcji kosztów i poprawy trafności prognoz, jak i wzrostu odporności łańcucha dostaw wobec nieprzewidywalnych zakłóceń. Autorzy zwracają jednak uwagę, że pełne wykorzystanie tego potencjału wymaga przezwyciężenia barier wdrożeniowych, obejmujących wysokie koszty integracji systemów, konieczność zapewnienia dostępu do wysokiej jakości danych oraz deficyt kompetencji analitycznych w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych. Jako perspektywiczne kierunki dalszych badań Bennett i Chen wskazują integrację AI z technologiami *blockchain*, zwiększającą transparentność przepływów materiałowych, oraz rozwój koncepcji wyjaśniającej fenomen sztucznej inteligencji, która może umożliwić szerszą akceptację autonomicznych systemów decyzyjnych wśród menedżerów i podmiotów odpowiedzialnych za odpowiednie regulacje[79].

W miarę adaptacji sztucznej inteligencji w motoryzacyjnym łańcuchu wartości, coraz wyraźniej ujawnia się transformacja, która nie ma charakteru wyłącznie technologicznego, ale również normatywny. W szczególności rozwój systemów uczących się, podejmujących autonomiczne lub półautonomiczne decyzje w obszarach kluczowych dla bezpieczeństwa, jakości, relacji z dostawcami i klientów, generuje nowe pytania dotyczące odpowiedzialności, przejrzystości oraz praw jednostki. Ferri, Grifoni i Guzzo, dokonując systematycznego przeglądu literatury z zakresu etyki sztucznej inteligencji, ukazują, że zagadnienia te stanowią integralny element dyskusji o przyszłości zarządzania globalnym łańcuchem wartości, również w przemyśle motoryzacyjnym, w którym operowanie ogromnymi wolumenami danych i automatyzacja procesów decyzyjnych są szczególnie intensywne.

W swojej analizie Ferri et al., zwracają uwagę, że podstawowym celem badawczym było mapowanie zasad etycznych dominujących w dyskursie dotyczącym AI oraz identyfikacja sposobów, w jakie podejścia te zostały skonceptualizowane w literaturze naukowej. Autorzy posłużyli się rygorystycznym protokołem PRISMA, przeprowadzając kwerendę publikacji z okresu 2014-2019. Taka metodologia pozwoliła na identyfikację ewolucji, jaką przeszła debata nad etyką AI, od ujęć filozoficznych i abstrakcyjnych ku bardziej praktycznym ramom i wytycznym technologicznym.

Jednym z kluczowych ustaleń Ferriego, Grifoniego i Guzzo jest wyodrębnienie czterech fundamentalnych zasad etycznych: transparentności, sprawiedliwości, odpowiedzialności i prywatności. Jak podkreślają autorzy, transparentność, w praktyce łączona z rozwojem

[79] L. Bennett, Y. Chen, How AI Technologies Are Revolutionizing Inventory Management in Automotive Supply Chains. *Preprints*, 2025.

koncepcji wyjaśniającej zasady działania sztucznej inteligencji, jest warunkiem budowania zaufania do autonomicznych modeli decyzyjnych. W kontekście łańcucha wartości w sektorze motoryzacji nabiera to szczególnego znaczenia, zwłaszcza w systemach odpowiedzialnych za prognozowanie popytu, ocenę dostawców czy zarządzanie ryzykiem, gdzie brak interpretacji może utrudniać audyt i rozliczalność.

Druga zasada, sprawiedliwość, odnosi się do problemu stronniczości algorytmicznej, który w sektorze motoryzacyjnym może manifestować się zarówno w procesach HR i rekrutacji, jak i w modelach oceny ryzyka finansowego, systemach detekcji obiektów czy mechanizmach zarządzania obsługą klienta. Ferri et al., podkreślają, że tendencyjność nie jest jedynie problemem technicznym, lecz ma wymiar społeczny, prowadząc potencjalnie do utrwalania nierówności.

Trzecim filarem jest odpowiedzialność, szczególnie istotna w kontekście autonomizacji decyzji. Autorzy zauważają, że przypisanie odpowiedzialności w przypadku błędów AI pozostaje wyzwaniem, zwłaszcza gdy modele uczą się dynamicznie, a ich logika działania nie jest w pełni deterministyczna. W sektorze motoryzacyjnym dotyczy to m.in. autonomicznych decyzji logistycznych, systemów predykcyjnej konserwacji czy funkcjonalności pojazdów autonomicznych.

Czwarta zasada, prywatność, nabiera kluczowego znaczenia w kontekście sektora motoryzacji ze względu na masową skalę gromadzenia danych: od danych telematycznych, przez sensory pojazdów, po dokumentację łańcucha dostaw. Ferri, Grifoni i Guzzo wskazują, że przetwarzanie takich informacji rodzi pytania o bezpieczeństwo, animizację oraz zakres, w jakim użytkownicy mają kontrolę nad wykorzystaniem swoich danych.

Podczas prowadzenia syntezy wyników badacze zauważają również wyraźną zmianę w sposobie prowadzenia badań nad etyką AI. Początkowo dominowały refleksje teoretyczne i filozoficzne, natomiast nowsze prace coraz częściej proponują konkretne ramy wdrożeniowe, kodeksy postępowania, standardy audytu algorytmicznego czy wytyczne projektowe. Ferri et al., podkreślają jednak, że dyskurs ten wciąż cechuje istotna luka: brak badań empirycznych, które weryfikowałyby skuteczność proponowanych rozwiązań w kontekście realnych systemów[80].

Wraz z coraz głębszą integracją sztucznej inteligencji z pojazdami autonomicznymi i połączonymi, rola systemów interakcji człowiek - maszyna zaczyna wykraczać poza klasyczne funkcje informacyjno - kontrolne, stając się elementem strategicznym dla całego

[80] M. Yazdi, F. Ferri, P. Grifoni, T. Guzzo, Artificial Intelligence and Digital Ethics: A Scoping Review. *Electronics*, 10(2), 2021, 42.

łańcucha wartości. Personalizacja, analizowana między innymi przez Sundara, Yogeeswarana i Lee, ewoluuje z poziomu pojedynczego doświadczenia użytkownika w kierunku ustrukturyzowanego, w pełni *data-driven* procesu, wpływającego na projektowanie pojazdu, budowanie relacji z klientem, planowanie funkcjonalności oprogramowania oraz modele biznesowe producentów.

Badania w tym obszarze konsekwentnie potwierdzają, że rozwój autonomicznej mobilności powoduje przesunięcie punktu ciężkości z funkcji prowadzenia pojazdu na jakość doświadczeń pasażera. Wraz z tym przekształceniem ulega logika wartości w motoryzacji: to nie *hardware* staje się podstawowym wyróżnikiem konkurencyjnym, lecz inteligentne, uczące się systemy, zdolne do modelowania preferencji użytkownika w czasie rzeczywistym. Sztuczna inteligencja, działając jako warstwa integracyjna między pojazdem a pasażerem, przejmuje funkcję mediatora analizującego potrzeby, kontekst i stan emocjonalny użytkownika, a następnie generującego dopasowane rekomendacje i działania.

Literatura wskazuje, że personalizowane HMI tworzą nowy wymiar zarządzania relacjami z klientem w motoryzacyjnym łańcuchu wartości. Modele AI odpowiedzialne za adaptację kabiny i komunikacji pojazdu stają się naturalnym przedłużeniem strategii *post-sales*, integrując dane z użytkowania pojazdu z danymi serwisowymi, telemetrycznymi czy środowiskowymi. Dzięki temu producenci zyskują możliwość kreowania nowych modeli świadczenia usług, od predykcyjnych ofert serwisowych, przez indywidualnie dopasowane pakiety subskrypcyjne, aż po personalizowane aktualizacje *Over-The-Air*. Z perspektywy łańcucha wartości oznacza to stopniowe przechodzenie od jednorazowej transakcji sprzedażowej do relacji ciągłej, opartej na danych i dostarczaniu stale rozwijanych funkcji cyfrowych.

Wyniki badań w tym obszarze podkreślają również, że rozwój inteligentnej personalizacji HMI ma bezpośrednie implikacje strategiczne. Z punktu widzenia inżynierii, tworzenie interfejsów adaptacyjnych wymaga wdrożenia zaawansowanych systemów sensorycznych i algorytmów percepcji, które integrują dane biometryczne, wzorce behawioralne i informacje kontekstowe. Z perspektywy organizacyjnej, transformacja ta wymusza redefinicję kompetencji, rośnie znaczenie specjalistów od UX, psychologii poznawczej, przetwarzania języka naturalnego czy analityki predykcyjnej[81].

Jednocześnie literatura wskazuje na pojawienie się nowych wyzwań, szczególnie w obszarze odpowiedzialności i etyki. Personalizacja oparta na stanie emocjonalnym

[81] J. Pizoń, A. Gola, A. Rudawska, Coboty jako kluczowy czynnik rozwoju masowej personalizacji w ramach Przemysłu 4.0 i Przemysłu 5.0. *Inżynieria zarządzania. Cyfryzacja Produkcji.* Warszawa: PWE, 2023.

użytkownika lub analizie jego zachowania rodzi pytania dotyczące granic ingerencji w prywatność, konieczności zapewnienia zgody oraz przejrzystości działania systemów rekomendacyjnych. Badacze zauważają, że brak odpowiednich standardów może prowadzić do tzw. *overpersonalization*, w której system nadmiernie ingeruje w środowisko pasażera, powodując dyskomfort lub utratę poczucia autonomii. Z tego powodu kluczową rolę zaczyna odgrywać implementacja zasad wyjaśnialnej sztucznej inteligencji (XAI), pozwalająca użytkownikowi zrozumieć logikę decyzji podejmowanych przez systemy w kabinie.

Konkludując, badania w tym obszarze potwierdzają, że personalizacja HMI w autonomicznych pojazdach nie jest jedynie rozszerzeniem funkcjonalności użytkowej, lecz przejawem głębokiej zmiany w logice tworzenia wartości. Inteligentne interfejsy stają się narzędziem integracji danych, mechanizmem budowania lojalności oraz kluczowym elementem przewagi konkurencyjnej, który będzie determinował przyszły układ relacji między producentem, użytkownikiem i całym ekosystemem usług mobilności[82].

W obliczu rosnącej presji na zrównoważony rozwój oraz eskalacji globalnego ryzyka, sztuczna inteligencja zaczyna pełnić coraz bardziej strategiczną rolę w zarządzaniu łańcuchem wartości sektora motoryzacyjnego. Analizy przedstawione przez Khalida i Jeonga wskazują, że AI staje się kluczowym narzędziem umożliwiającym równoważenie celów przedsiębiorstw z wymaganiami środowiskowymi i społecznymi, szczególnie w obszarze proaktywnego zarządzania ryzykiem.

Autorzy zwracają uwagę, że technologie oparte na uczeniu maszynowym w coraz większym stopniu przejmują funkcje predykcyjne, pozwalając na identyfikowanie potencjalnych zakłóceń w łańcuchu dostaw oraz na wczesne wykrywanie anomalii w procesach produkcyjnych. Modele AI wykorzystywane są m.in. do prognozowania awarii maszyn, oceny stabilności dostawców oraz monitorowania ciągłości logistycznej, tworząc fundament dla bardziej odpornych sieci dostaw. Jednocześnie, rosnącą rolę odgrywają algorytmy optymalizacyjne, w tym algorytmy genetyczne, które umożliwiają projektowanie elastycznych, odpornych na wstrząsy konfiguracji logistycznych oraz optymalizację tras transportu i przepływów materiałowych przy uwzględnieniu kryteriów środowiskowych.

Khalid i Jeong podkreślają również, że sztuczna inteligencja staje się istotnym mechanizmem wspierającym decyzje z zakresu zrównoważonego rozwoju. Modele AI wykorzystywane są do analiz wielokryterialnych, obejmujących jednocześnie efektywność

[82] S. M. Sundar, S. Yogeeswaran, S. Lee, Personalization – *Exploring concepts and guidelines for AI-driven personalization of in-car HMIs in fully automated vehicles.* Proceedings of the 2022 International Conference on Human-Computer Interaction in Mobility (MobiHCI '22), 2022, 47-56.

ekonomiczną, ślad środowiskowy oraz aspekty społeczne. Zastosowania obejmują optymalizację zużycia energii, minimalizację emisji w procesach produkcyjnych, wybór bardziej ekologicznych materiałów oraz ocenę ryzyka środowiskowego w złożonych sieciach dostaw. Tym samym sztuczna inteligencja staje się narzędziem pozwalającym łączyć cele ekonomiczne z realizacją zobowiązań klimatycznych i regulacyjnych. Pomimo dynamicznego postępu, Khalid i Jeong wskazują na wyraźną fragmentaryczność istniejących rozwiązań. Większość zastosowań AI koncentruje się na pojedynczych elementach łańcucha wartości, bez stworzenia kompleksowych, zintegrowanych systemów zarządzania ryzykiem obejmujących całość działalności przedsiębiorstwa. Jednocześnie stosunkowo rzadko podejmowane są zagadnienia społeczne, takie jak etyczne pozyskiwanie surowców czy warunki pracy w sieciach dostaw, mimo że stanowią one fundamentalny element współczesnych koncepcji *sustainability*. Autorzy podkreślają również deficyt badań dotyczących interpretowalności systemów AI, co stanowi poważną barierę dla ich wykorzystania w procesach o wysokim znaczeniu strategicznym. Ustalenia Khalida i Jeonga wskazują, że przyszły rozwój oparty będzie na hybrydowych rozwiązaniach łączących różne paradygmaty sztucznej inteligencji, od technik predykcyjnych po zaawansowane metody optymalizacyjne, oraz na integracji narzędzi AI z systemami oceny ryzyka środowiskowego i społecznego. Autorzy podkreślają, że to właśnie zdolność do harmonijnego włączenia sztucznej inteligencji w procesy decyzyjne, obejmujące całość łańcucha wartości, będzie w nadchodzących latach determinować efektywność, odporność i odpowiedzialność globalnych przedsiębiorstw motoryzacyjnych[83].

Współczesny łańcuch dostaw w sektorze motoryzacyjnym, funkcjonujący w warunkach globalizacji, wysokiej zmienności popytu oraz rosnącej presji kosztowej, staje się naturalnym środowiskiem dla wdrażania zaawansowanych technologii analitycznych. Wśród nich szczególne znaczenie zyskuje sztuczna inteligencja, która umożliwia przejście od reaktywnych modeli zarządzania do zwinnych, samooptujących się systemów. W opracowaniu przedstawionym przez Clifforda AI ukazana jest jako czynnik strukturalnie przekształcający sposób funkcjonowania motoryzacyjnego łańcucha wartości, redefiniujący zarówno planowanie, jak i koordynację przepływów materiałowych, informacyjnych i decyzyjnych. Clifford podkreśla, że jednym z najbardziej dojrzałych i efektywnych obszarów zastosowania sztucznej inteligencji jest prognozowanie popytu. Modele uczenia maszynowego umożliwiają integrację danych historycznych z dynamicznymi wskaźnikami rynkowymi, czynnikami makroekonomicznymi oraz sygnałami behawioralnymi pochodzącymi z rynku

[83] J. Khalid, B. Jeong, AI-Driven Risk Management and Sustainable Decision-Making in the Automotive Industry: A Systematic Review and Future Research Agenda. Sustainability, 16(16), 2024, 6799.

konsumenckiego. Autor wskazuje, że dzięki temu prognozy charakteryzują się znacznie wyższą precyzją, co z kolei umożliwia redukcję nadwyżek magazynowych, ograniczenie ryzyka niedoborów oraz zwiększenie elastyczności planowania produkcji[84].

Kolejnym kluczowym obszarem transformacji jest predykcyjne utrzymanie ruchu. Clifford zwraca uwagę, że integracja czujników IoT z algorytmami analitycznymi pozwala na bieżącą ocenę stanu technicznego maszyn i podzespołów. Modele AI wykrywają nieliniowe zależności i subtelne anomalie niewidoczne dla klasycznych metod diagnostycznych, umożliwiając przewidywanie potencjalnych awarii jeszcze przed ich wystąpieniem. W ujęciu autora prowadzi to do istotnego ograniczenia przestojów i zwiększenia dostępności linii produkcyjnych, co jest szczególnie istotne w wysoko zautomatyzowanych fabrykach branży automotive. Istotne miejsce w analizie zajmuje również wpływ sztucznej inteligencji na logistykę zewnętrzną. Clifford wskazuje, że algorytmy optymalizujące w czasie rzeczywistym trasy transportowe, uwzględniające aktualne warunki ruchu, pogodę, ograniczenia geograficzne i harmonogramy załadunków, pozwalają znacząco redukować koszty paliwa oraz skracać czas dostaw. Takie rozwiązania wzmacniają odporność przedsiębiorstw, zwiększając ich zdolność do adaptacji w warunkach zakłóceń transportowych. Znacząca transformacja dokonuje się również w obszarze kontroli jakości. Zgodnie z ustaleniami Clifforda, głębokie sieci neuronowe stosowane w systemach wizji komputerowej wykrywają mikroskopijne defekty komponentów z precyzją niedostępną dla inspekcji manualnych. Pozwala to na automatyzację procesów kontrolnych, zwiększa spójność parametrów jakościowych i redukuje liczbę błędów wynikających z czynnika ludzkiego. W syntetycznym ujęciu Clifford wskazuje, że sztuczna inteligencja nie stanowi już elementu eksperymentalnego, lecz przekształca się w rdzeń współczesnych strategii zarządzania łańcuchem dostaw. AI umożliwia tworzenie bardziej elastycznych, odpornych na zakłócenia i kosztowo efektywnych ekosystemów logistycznych, co prowadzi do trwałego wzmocnienia pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw motoryzacyjnych na globalnym rynku[85].

Podsumowując, rozdział drugi, analizuje dynamiczne otoczenie konkurencyjne i fundamentalną rolę innowacji w sektorze motoryzacyjnym, będąc kluczem do zrozumienia obecnych przemian. Omówiono siły napędowe globalnej konkurencji, takie jak rosnące nasycenie rynków, globalizacja popytu oraz coraz bardziej rygorystyczne regulacje środowiskowe i bezpieczeństwa. Wskazano, że w obliczu tak intensywnej rywalizacji, ciągła innowacyjność staje się jedynym trwałym źródłem przewagi konkurencyjnej. Centralnym

[84] S. Clifford, How AI Is Revolutionizing the Automotive Supply Chain. *Fullstack Labs Blog*, 2024, May 21.
[85] Ibidem.

punktem analizy jest transformacja cyfrowa (Industry 4.0), która wykorzystuje Big Data, Internet Rzeczy (IoT) i analitykę do optymalizacji procesów. Kluczową siłą napędową jest jednak Sztuczna Inteligencja (AI). AI została zidentyfikowana jako technologia mająca potencjał do fundamentalnego przeobrażenia każdego elementu łańcucha wartości. Przedstawiono konkretne zastosowania AI, począwszy od wspierania prac badawczo-rozwojowych i przyspieszenia projektowania. Obejmują one także optymalizację planowania produkcji, logistykę oraz automatyzację kontroli jakości. Podkreślono, że AI umożliwia firmom przejście od tradycyjnego, reaktywnego modelu zarządzania do modelu proaktywnego, znacząco zwiększając elastyczność i odporność. Ponadto, wdrożenie AI jest ściśle związane ze zmianą samego produktu, napędzając rozwój pojazdów elektrycznych i autonomicznych. Zatem, zdolność do skutecznego wdrożenia i pełnej integracji AI w strategiczne procesy biznesowe jest czynnikiem decydującym o globalnej pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw motoryzacyjnych. Wnioski te stanowią bezpośrednie uzasadnienie dla postawienia kluczowej tezy badawczej dotyczącej centralnej, strategicznej roli AI. Jednocześnie analiza literatury skłania do postawienia hipotezy dotyczącej różnic w ocenie łańcucha wartości w zależności od stażu pracy oraz od poziomu zaawansowania IT w przedsiębiorstwie. Staż pracy odzwierciedla zarówno doświadczenie historyczne, jak i podejście do zmian. Poziom zaawansowania technologicznego (w tym wdrożenie AI) jest głównym czynnikiem determinującym transformację łańcucha wartości.

Przegląd literatury wskazuje jednoznacznie, że sztuczna inteligencja w motoryzacyjnym łańcuchu wartości pełni funkcję technologii ogólnego zastosowania, której wpływ obejmuje zarówno procesy „twarde" (planowanie, logistyka, produkcja, utrzymanie ruchu), jak i „miękkie" wymiary funkcjonowania organizacji (zarządzanie ryzykiem, etyka cyfrowa, doświadczenie użytkownika, zrównoważony rozwój). W obszarze AI umożliwia przejście od statycznych modeli planowania do rozwiązań predykcyjno-autonomicznych, co sprzyja ograniczaniu kosztów[86], podnoszeniu odporności na zakłócenia i zwiększaniu transparentności sieci dostaw. Równocześnie pojawia się nowa klasa wyzwań: konieczność zapewnienia przejrzystości algorytmów, zarządzania ryzykiem etycznym i prawnym, a także integracji rozwiązań AI z celami środowiskowymi i społecznymi. W ujęciu strategicznym potwierdza to tezę o integrującej roli AI w rekonfiguracji modelu tworzenia wartości oraz wzmacnia znaczenie wymiaru organizacyjno-kompetencyjnego, na który wskazują między innymi badania dotyczące zarządzania transformacją cyfrową i funkcją HR. Dla dalszej części

[86] D. Kubek, P. Więcek, Predykcyjny model planowania tras pojazdów w warunkach niepewności z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*, 2018.

rozprawy fundamentalne znaczenie ma założenie, że stopień zaawansowania wykorzystania AI oraz dojrzałość cyfrowa przedsiębiorstw różnicują percepcję łańcucha wartości i priorytety strategiczne zarówno między organizacjami, jak i pomiędzy grupami pracowników o odmiennym stażu i doświadczeniach.

Rozdział 3
Strategie zarządzania i odporność łańcucha wartości w warunkach globalnej konkurencyjności

Bazując na fundamentach teoretycznych, zaprezentowanych w poprzednich rozdziałach, niniejszy rozdział przechodzi od opisu struktury łańcucha wartości do analizy strategicznego wymiaru zarządzania nim. W warunkach permanentnej niestabilności i rosnącej presji konkurencyjnej, zdolność do proaktywnego kształtowania i adaptacji łańcucha wartości staje się kluczowym czynnikiem decydującym o sukcesie przedsiębiorstw motoryzacyjnych. Rozdział ten koncentruje się na dwóch powiązanych ze sobą aspektach: strategiach zarządzania oraz odporności (*resilience*) łańcucha wartości. Analizie poddane zostaną konkretne narzędzia i metody, takie jak *lean management*, *agile supply chain*, strategiczne zaopatrzenie (*strategic sourcing*) oraz cyfryzacja procesów, które umożliwiają firmom optymalizację operacji i reagowanie na wyzwania globalnego rynku. Szczególny nacisk położono na koncepcję budowania odporności łańcucha wartości w obliczu nieprzewidzianych zakłóceń, takich jak kryzysy geopolityczne, pandemie czy gwałtowne zmiany technologiczne. Celem jest pokazanie, jak przedsiębiorstwa motoryzacyjne dążą do zbudowania systemów, które są nie tylko efektywne kosztowo, ale przede wszystkim elastyczne i zdolne do szybkiej adaptacji, zapewniając ciągłość działania w dynamicznym otoczeniu.

3.1. Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw

Poniżej prezentowane treści osadzają problematykę zarządzania ryzykiem w łańcuchu dostaw motoryzacyjnych w szerszym kontekście ewolucji globalnego łańcucha wartości oraz rosnącej podatności branży na zakłócenia o charakterze rynkowym, regulacyjnym i geopolitycznym. Przegląd literatury wskazuje, że w sektorze motoryzacyjnym zarządzanie ryzykiem nie może być traktowane jako wyizolowana funkcja wsparcia, lecz jako integralny element modelu biznesowego producentów OEM i dostawców kolejnych rzędów. Analizowane badania obejmują pełne spektrum ujęć, od prac empirycznych identyfikujących i hierarchizujących konkretne czynniki ryzyka na poziomie przedsiębiorstwa i łańcucha dostaw, poprzez modele konceptualne opisujące cykliczny proces zarządzania ryzykiem

(identyfikacja - ocena - dobór strategii - monitoring), aż po podejścia systemowe, które uwzględniają rolę instytucji publicznych, koopetycji oraz transformacji struktury łańcucha dostaw (integracja pionowa, regionalizacja). Jednocześnie literatura pokazuje, że dojrzałość rozwiązań w tym obszarze jest silnie zróżnicowana, od reaktywnych, fragmentarycznych praktyk opartych na zapasach bezpieczeństwa i audytach dostawców, po zintegrowane, oparte na danych systemy zarządzania ryzykiem i odpornością, zakorzenione w kulturze organizacyjnej i relacjach międzyorganizacyjnych.

Rozwój globalnych powiązań kooperacyjnych oraz rosnąca złożoność struktur dostaw powodują, że w sektorze motoryzacyjnym zarządzanie ryzykiem staje się jednym z kluczowych wymiarów zdolności konkurencyjnych przedsiębiorstw. Badania prowadzone w kontekście brazylijskiego przemysłu motoryzacyjnego, w tym analizy Vanalle'a, Lucato, Gangi i Alvesa Filho, potwierdzają, że specyfika tej branży sprzyja powstawaniu wielowymiarowej ekspozycji na zagrożenia, które przenikają zarówno sferę, jak i relacyjną oraz systemową.

W literaturze wskazuje się, że w strukturach dostaw motoryzacji dominują ryzyka o charakterze jakościowym. Problemy związane z niezgodnością komponentów, awaryjnością części oraz niestabilnością parametrów procesów stanowią jedne z najczęściej identyfikowanych czynników generujących zakłócenia. Podkreśla się również istotną rolę ryzyka obejmującego awarie maszyn i urządzeń, przestoje produkcyjne oraz zakłócenia wynikające z ograniczonej dostępności zasobów technicznych. Znaczące miejsce w strukturze ryzyka zajmują także zagrożenia o charakterze logistycznym, obejmujące m.in. opóźnienia tranzytowe, uszkodzenia ładunków oraz wysokie ryzyko kradzieży transportowej. Elementy te potwierdzają, że geograficzno-instytucjonalny kontekst regionu może w istotny sposób modyfikować profil ryzyka w branży motoryzacyjnej. Ustalenia literaturowe wskazują przy tym, że przedsiębiorstwa koncentrują się przede wszystkim na ryzykach wewnętrznych, takich, które są bezpośrednio kontrolowalne i mogą być korygowane w ramach organizacyjnego ładu. Ryzyka zewnętrzne, w tym niestabilność polityczna, wahania makroekonomiczne czy niepewność regulacyjna, pozostają relatywnie niedoszacowane, mimo ich potencjalnie wysokiej siły zakłócającej[87]. W sferze praktyk zarządczych dominują podejścia reaktywne, oparte na tradycyjnych mechanizmach stabilizacyjnych, takich jak audyty dostawców czy utrzymywanie zapasów bezpieczeństwa. Relacje między producentami OEM a dostawcami wskazują, że to producenci wyższego szczebla nacisku determinują intensywność wdrażania procedur zarządzania ryzykiem. Jednocześnie obserwuje się brak spójnych, formalnych

[87] O. Kamińska, M. Nowak, Zarządzanie ryzykiem w systemach logistycznych branży motoryzacyjnej. *Journal of TransLogistics*, 2022, 8.1: 85-100.

i zintegrowanych systemów obejmujących cały łańcuch dostaw, co utrudnia budowę strukturalnej odporności (*resilience*). W literaturze podkreśla się również niedostateczny poziom współpracy i wymiany informacji między podmiotami łańcucha dostaw. Choć koordynacja i transparentność są deklarowane jako elementy krytyczne, praktyka pokazuje, że mechanizmy dzielenia się danymi pozostają ograniczone, co redukuje możliwość wczesnego wykrywania zakłóceń i podejmowania działań prewencyjnych. Profil ryzyka w brazylijskim łańcuchu dostaw motoryzacji ilustruje szerszy problem branży: wysoki poziom świadomości zagrożeń przy jednoczesnym niskim stopniu instytucjonalizacji kompleksowych, proaktywnych systemów zarządzania ryzykiem. Literatura wskazuje, że sektor znajduje się w fazie przejściowej między tradycyjnym, reaktywnym paradygmatem stabilizacji, a nowoczesnym modelem odporności, opartym na przewidywaniu, integracji informacyjnej i międzyorganizacyjnej współpracy[88].

Rosnąca złożoność strategiczna łańcucha dostaw w sektorze motoryzacyjnym skłania badaczy do rozwijania ujęć systemowych, zdolnych do integracji różnorodnych kategorii ryzyka oraz ich wzajemnych powiązań[89]. W literaturze zwraca się uwagę, że skuteczne zarządzanie ryzykiem wymaga odejścia od działań fragmentarycznych i reaktywnych na rzecz struktur obejmujących cały cykl życia zagrożeń, uwzględniających ich źródła, dynamikę oraz możliwość propagacji wzdłuż sieci dostaw. W tym kontekście szczególne znaczenie mają ujęcia proponowane przez Soni'ego i Kumara, którzy wskazują na konieczność budowy ram o charakterze holistycznym, zdolnych do odzwierciedlenia wielopoziomowej architektury współczesnego łańcucha wartości. W ich ujęciu ryzyko w motoryzacji powinno być postrzegane jako zjawisko wielowymiarowe, wynikające zarówno z czynników wewnętrznych, takich jak niestabilność procesów produkcyjnych, podatność infrastruktury technicznej czy błędy jak i z czynników zewnętrznych, obejmujących m.in. niepewność popytu, zakłócenia logistyczne, zmienność regulacyjną oraz napięcia geopolityczne. Analiza przedstawiona przez Soni'ego i Kumara wskazuje jednocześnie, że efektywne zarządzanie ryzykiem wymaga spójnej procedury, która nie ogranicza się do diagnozy pojedynczych zagrożeń, lecz obejmuje również ich ocenę, hierarchię oraz dobór działań o charakterze prewencyjnym, adaptacyjnym i stabilizacyjnym. W modelach tych wyraźnie akcentowany jest cykliczny, ciągły charakter zarządzania ryzykiem, zakładający powtarzalność czterech kluczowych etapów: identyfikacji

[88] R. M. Vanalle, W. C. Lucato, G. M. D. Ganga, A. G. Alves Filho, Risk management in the automotive supply chain: An exploratory study in Brazil. *International Journal of Production Research*, 58(3), 2020, 783-799.

[89] H. Woźniak, Procesy konwergencji i ich wpływ na zarządzanie łańcuchami dostaw w przemyśle motoryzacyjnym. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 2011, 234: 111-122.

zagrożeń, ich oceny, implementacji strategii mitygujących oraz monitoringu zmian w otoczeniu i w strukturze łańcucha dostaw. Ujęcie to podkreśla również, że działania podejmowane w odpowiedzi na konkretne ryzyka, takie jak dywersyfikacja bazy dostawców, transfer ryzyka, budowa buforów logistycznych czy redukcja podatności systemów, powinny być projektowane w sposób spójny i wzajemnie komplementarny. Ważnym wątkiem w modelu Soni'ego i Kumara jest znaczenie integracji międzyorganizacyjnej. Autorzy wskazują, że skuteczność nawet najbardziej zaawansowanych procedur ryzyka zależy nie tylko od wdrożenia narzędzi analitycznych, lecz przede wszystkim od jakości relacji i przepływów informacyjnych między partnerami w łańcuchu dostaw. To właśnie włączenie dostawców, odbiorców i operatorów logistycznych w systematyczny proces wymiany danych umożliwia wczesne wykrywanie zaburzeń, skraca czas reakcji i zwiększa odporność całej sieci. W syntetycznym ujęciu, koncepcja Soni'ego i Kumara wzmacnia obecne w literaturze przekonanie, że odporność łańcucha dostaw motoryzacji nie jest prostą funkcją redundancji lub elastyczności, lecz efektem świadomego projektowania struktur, procesów i mechanizmów współpracy. Proponowane podejście wpisuje się w szerszy trend przechodzenia od tradycyjnego, linearnego modelu zarządzania ryzykiem do paradygmatu systemowego, w którym łańcuch dostaw jest traktowany jako dynamiczny ekosystem wymagający ciągłej adaptacji[90].

W literaturze dotyczącej odporności łańcucha dostaw coraz większą uwagę zwraca się na rolę współzależności między kluczowymi uczestnikami sieci oraz na sposób, w jaki ich zachowania determinują tempo i skuteczność przywracania po wystąpieniu zakłóceń[91]. W przypadku sektora motoryzacyjnego, opartego na ścisłej koordynacji dostawców wyspecjalizowanych komponentów, producentów OEM oraz otoczenia regulacyjnego, zakłócenia mają charakter systemowy, a ich skutki rozprzestrzeniają się kaskadowo. W tym kontekście szczególnie istotne pozostają ujęcia teoretyczne analizujące reakcje interesariuszy jako element gry strategicznej, w której decyzje jednego podmiotu wpływają na opłacalność działań pozostałych. Wyniki analiz przedstawionych przez Huanga podkreślają, że zdolność łańcucha dostaw do odbudowy funkcjonowania jest w dużej mierze determinowana przez konfigurację bodźców ekonomicznych oraz mechanizmów wsparcia oferowanych w okresie kryzysowym. Autor pokazuje, że kluczowym elementem dynamiki reakcji podmiotów są koszty ponoszone przez dostawców w związku z przywracaniem produkcji. Wysokie bariery

[90] U. Soni, G. Kumar, A conceptual framework for supply chain risk management in automotive industry. Procedia CIRP, 107, 2022, 243-248.

[91] M. Szymczak, Systemy performance measurement w budowaniu odpornych łańcuchów dostaw. *Studia Ekonomiczne*, 2017, 315: 109-119.

finansowe, charakterystyczne zwłaszcza dla mniejszych firm, znacząco obniżają skłonność do podejmowania działań naprawczych w sytuacjach nagłych zakłóceń. Jednocześnie producenci OEM, mimo większego potencjału organizacyjnego, nie zawsze wykazują gotowość do finansowego wspierania dostawców, zwłaszcza jeśli skala przewidywanych strat pozostaje poniżej pewnych progów odczuwalności. Analizy Huanga wykazują również, że instytucje publiczne pełnią rolę katalizatora współpracy, a odpowiednio skalibrowane subsydia i sankcje mogą przełamywać impasy decyzyjne w relacjach między dostawcą a producentem. W warunkach niepewności oraz asymetrii ryzyka interwencje te nie tylko obniżają efektywny koszt wznowienia produkcji, ale także zwiększają atrakcyjność strategii kooperacyjnych dla wszystkich stron. W literaturze rozważanej w podrozdziale 3.1 takie podejście wpisuje się w koncepcję odporności systemowej, zgodnie z którą trwałość łańcucha dostaw zależy od synchronizacji działań państwa i sektora prywatnego oraz od zdolności do wspólnego ponoszenia ciężaru ryzyka. Wyniki modelowe prezentowane przez Huanga wskazują na istnienie progów ekonomicznych, po przekroczeniu których system dąży do stabilnej równowagi opartej na współpracy. Zależności te mają istotne implikacje praktyczne: im większe są potencjalne straty producenta wynikające z długotrwałego zakłócenia, tym silniejsza staje się jego motywacja do aktywnego wspierania dostawców. Z kolei dostawcy wykazują większą skłonność do wznawiania działalności, gdy zarówno producent, jak i instytucje publiczne współdzielą ryzyko i koszty odbudowy. Oznacza to, że odporność łańcucha dostaw nie wynika wyłącznie z kompetencji poszczególnych firm, lecz z konstrukcji całego ekosystemu zachęt i mechanizmów koordynacji. Interpretacja przedstawionych zależności wskazuje, że trwała odporność branży motoryzacyjnej wymaga skoordynowanego podejścia, w którym decyzje dostawców, producentów oraz podmiotów publicznych są wzajemnie sprzężone. Modele takie, zamiast traktować ryzyko jako zbiór problemów przedsiębiorstwa, ujmują je w perspektywie międzyorganizacyjnej, zgodnej z współczesnym rozumieniem globalnego łańcucha wartości. Konkluzje płynące z analiz Huanga podkreślają, że tylko poprzez sprzężenie bodźców ekonomicznych, regulacyjnych i relacyjnych możliwe jest stworzenie struktury łańcucha dostaw zdolnej do szybkiego odzyskiwania sprawności[92].

W literaturze dotyczącej doskonalenia, koncepcja *lean production* zajmuje pozycję centralną, stanowiąc jeden z najbardziej trwałych i wpływowych paradygmatów zarządzania procesami w przemyśle motoryzacyjnym. Jej znaczenie wykracza jednak poza samą efektywność, modele szczupłego wytwarzania coraz częściej interpretowane są jako fundament

[92] K. Huang, Automotive supply chain disruption risk management. *MDPI Processes*, 11(3), 2023, 710.

odporności, zdolnej do ograniczania zmienności, redukcji strat oraz zwiększania stabilności przepływów materiałowych. Analizy przedstawione w badaniach Sorooshiana uwypuklają, że u podstaw *lean* leży nie tylko techniczny zestaw narzędzi, lecz przede wszystkim spójna filozofia organizacyjna redefiniująca sposób funkcjonowania całego systemu produkcyjnego. Kluczowym elementem tej filozofii pozostaje eliminacja marnotrawstwa rozumianego jako wszelka aktywność, która nie generuje wartości z punktu widzenia klienta. Siedem klasycznych kategorii strat, obejmujących m.in. nadprodukcję, zbędny transport, nadmierne zapasy czy błędy jakościowe, stanowi w tym ujęciu strukturalny punkt wyjścia do identyfikacji obszarów podatnych na zakłócenia oraz utratę płynności. Badania wskazują, że ograniczenie marnotrawstwa w tych obszarach przekłada się nie tylko na obniżenie kosztów i skrócenie czasu realizacji, lecz również na poprawę stabilności procesów, co w łańcuchu dostaw motoryzacji ma wymiar strategiczny. Drugim istotnym filarem *lean* jest koncepcja ciągłego doskonalenia (*kaizen*), funkcjonująca jako mechanizm systemowego uczenia się organizacji. Przegląd literatury podkreśla, że w ujęciu socjotechnicznym *kaizen* wzmacnia zdolność przedsiębiorstw do wczesnego wykrywania sygnałów nieprawidłowości oraz ich szybkiego korygowania. Tego rodzaju kultura proaktywnej adaptacji sprzyja budowaniu odporności na zakłócenia, zmniejszając wrażliwość procesów na nagłe fluktuacje i błędy systemowe. Zwraca się również uwagę na znaczenie zasady szacunku dla ludzi, stanowiącej często niedoceniany, lecz kluczowy element funkcjonowania *lean*. Budowanie atmosfery zaufania, współodpowiedzialności i *empowermentu* pracowników sprzyja zarówno większemu zaangażowaniu w rozwiązywanie problemów, jak i skuteczniejszemu transferowi wiedzy ukrytej. Z perspektywy odporności łańcucha dostaw oznacza to lepsze rozpoznawanie nieciągłości, wyższy poziom zdolność do szybkiego reagowania w sytuacjach kryzysowych. Wymiar techniczny *lean* w analizach Sorooshiana skupia się na narzędziach, które służą uspójnieniu przepływu oraz redukcji zmienności. System *Just-In-Tim*e (JIT) wspiera synchronizację dostaw i produkcji, minimalizując bufor zapasów, natomiast *Jidoka* umożliwia natychmiastowe zatrzymanie procesu w przypadku wykrycia niezgodności, zapobiegając propagacji błędów w głąb łańcucha. Techniki takie jak 5S, Kanban czy mapowanie strumienia wartości stabilizują procesy i zwiększają przejrzystość, co z kolei sprzyja lepszemu monitorowaniu ryzyka i skróceniu czasu reakcji na zakłócenia. Z perspektywy zarządzania łańcuchem dostaw szczególnie istotne jest to, że *lean* w swojej istocie funkcjonuje jako system integrujący relacje międzyorganizacyjne. Redukcja zmienności, transparentność procesów oraz standaryzacja praktyk produkcyjnych wzmacniają spójność między kolejnymi ogniwami łańcucha. Jednocześnie literatura jednoznacznie podkreśla, że powodzenie implementacji *lean*

nie wynika z aplikacji narzędzi, lecz z transformacji kulturowej, obejmującej zmianę logiki działania organizacji, przywództwa oraz systemów komunikacji. *Lean production* należy rozpatrywać jako holistyczny system zarządzania, w którym wzajemne powiązanie filozofii, kultury i technik stanowi podstawę budowy odporności i elastyczności łańcucha dostaw. W szczególności zaangażowanie kierownictwa, kompetencje pracowników oraz przełamywanie oporu wobec zmian są wskazywane jako krytyczne determinanty skuteczności *lean*, przesądzające o zdolności przedsiębiorstw do utrzymania stabilności w warunkach rosnącej niepewności i zmienności otoczenia[93].

W literaturze dotyczącej ryzyka w sektorze motoryzacyjnym coraz większą uwagę zwraca się na specyficzne wyzwania stojące przed nowymi producentami, zwłaszcza na rynkach wschodzących, gdzie niepewność instytucjonalna i wysoka zmienność otoczenia znacząco podnoszą próg wejścia[94]. Analizy Farooqa wpisują się w ten nurt, pokazując, że struktura ryzyka dla nowych podmiotów funkcjonuje odmiennie niż w przypadku firm już zakorzenionych w globalnym łańcuchu wartości. Zidentyfikowane przez autora obszary zagrożeń wskazują, że o powodzeniu rynkowym nowych producentów decyduje nie tylko efektywność, lecz przede wszystkim zdolność do zarządzania zmiennością otoczenia regulacyjnego, makroekonomicznego i konkurencyjnego. W swoich ustaleniach Farooq zwraca uwagę na dominującą rolę czynników polityczno-regulacyjnych, które kształtują warunki prowadzenia działalności w znacznie większym stopniu niż czynniki wewnętrzne. Niestabilność polityki rządowej, obejmująca zarówno nagłe zmiany przepisów, jak i nieprzewidywalność systemu zachęt oraz obciążeń, została wskazana jako kluczowy czynnik ryzyka dla przedsiębiorstw debiutujących w branży motoryzacyjnej. W ujęciu teoretycznym oznacza to, że otoczenie instytucjonalne stanowi element strukturalnie determinujący ścieżkę wejścia na rynek, ponieważ wpływa na dostęp do kapitału, możliwość absorpcji technologii oraz przewidywalność zwrotu z inwestycji.

Drugim mechanizmem ryzyka, który silnie oddziałuje na nowe podmioty, są wahania makroekonomiczne, zwłaszcza dewaluacja waluty. Jak wskazuje Farooq, w krajach o słabych fundamentach gospodarczych zmienność kursów walutowych przekłada się wprost na koszty importu komponentów i inwestycji kapitałowych, zwiększając niepewność finansową i utrudniając planowanie długoterminowe. Ryzyko to staje się szczególnie dotkliwe

[93] S. Sorooshian, Reviewing lean production, a secret of Japanese success. *Journal of Manufacturing Processes*, 108, 2023, 531-540.

[94] R. Bartosik, Analiza ryzyka w transakcjach kontrolowanych w sektorze motoryzacyjnym. *Doradztwo Podatkowe Biuletyn Instytutu Studiów Podatkowych*, 2023, 8: 38-45.

w warunkach globalnej integracji łańcucha dostaw, gdzie znaczna część wartości dodanej powstaje poza granicami kraju. Istotną część zidentyfikowanego spektrum zagrożeń stanowią również czynniki konkurencyjne. Silna pozycja rynkowa istniejących producentów, oparta na uznanych markach, lojalności klientów oraz rozbudowanych relacjach z dostawcami, tworzy dla nowych podmiotów bariery trudne do przezwyciężenia. Farooq podkreśla, że konkurencyjne ryzyko ma charakter systemowy: zakorzenione w sieciach relacji i uzależnień, stanowiących fundament dojrzałego łańcucha wartości, utrudnia nowym uczestnikom uzyskanie efektywnej skali działania. W możliwej do zidentyfikowania strukturze ryzyka wyraźnie obecne są również zagrożenia, obejmujące braki kompetencyjne w zakresie wykwalifikowanej siły roboczej oraz podatność na zakłócenia w łańcuchu dostaw. W kontekście rynków wschodzących Farooq zwraca uwagę, że słabo rozwinięta infrastruktura logistyczna oraz ograniczony dostęp do dostawców o stabilnej jakości stanowią czynniki zwiększające niepewność i utrudniające osiągnięcie stabilności produkcji. Analiza Farooqa wskazuje więc, że ryzyko debiutu na rynku motoryzacyjnym ma charakter wielowymiarowy, a jego hierarchia jest determinowana przede wszystkim przez dynamikę otoczenia politycznego i ekonomicznego, a dopiero w dalszej kolejności przez czynniki wewnętrzne. W szerszym ujęciu teoretycznym wyniki te potwierdzają, że wejście nowych podmiotów do złożonych łańcucha dostaw wymaga nie tylko zdolności technologicznych, lecz przede wszystkim umiejętności adaptacji do niestabilnych ram instytucjonalnych oraz konkurencyjnych[95].

Współczesny przemysł motoryzacyjny znajduje się w fazie bezprecedensowej restrukturyzacji, której wektor wyznaczają dwie równoległe rewolucje: elektryfikacja oraz gwałtowne przejście do architektury definiowanej programowo. W literaturze podkreśla się, że zmiany te nie ograniczają się do modyfikacji finalnych produktów, lecz prowadzą do głębokiej przebudowy całej logiki organizacji łańcucha dostaw. Analizy Dong wpisują się w ten nurt, ukazując, że transformacja ta ma charakter systemowy i obejmuje zarówno strukturę relacji międzyorganizacyjnych, jak i fundamentalną redystrybucję funkcji w globalnym łańcuchu wartości. Wnioski Dong wskazują, że jednym z najbardziej wyrazistych trendów jest odwrót od tradycyjnie dominującego w sektorze outsourcingu na rzecz ponownego wzmacniania integracji pionowej. Rosnące znaczenie kluczowych technologii, zwłaszcza baterii, układów napędowych i oprogramowania, skłania producentów OEM do internalizacji kompetencji, które wcześniej znajdowały się w domenie dostawców wyspecjalizowanych. Zjawisko to, jak

[95] S. Farooq, Identification and prioritization of risks for new entrants in the automotive industry. *Journal of Risk Research*, 27(4), 2024, 1-15.

zauważa autor, stanowi odejście od logiki modularności i fragmentacji, która przez dekady kształtowała globalny łańcuch wartości w motoryzacji. Rozwijanie wewnętrznych zdolności w zakresie projektowania i produkcji krytycznych komponentów ma umożliwiać OEM-om odzyskanie kontroli nad technologiami różnicującymi produkt oraz redukować podatność na zakłócenia podaży. Równolegle Dong identyfikuje postępujące przeobrażenia w architekturze relacji między producentami a dostawcami. Dotychczasowy model wielopoziomowych, hierarchicznych łańcucha dostaw ulega wypłukaniu na rzecz sieciowych konfiguracji współpracy. Partnerstwa strategiczne, alianse technologiczne oraz bezpośrednie relacje z dostawcami niższych poziomów stają się nowym standardem w obszarach o krytycznej wrażliwości, zwłaszcza w półprzewodnikach i materiałach akumulatorowych. Zjawisko to odzwierciedla rosnące znaczenie zasobów rzadkich i strategicznych, których zabezpieczenie wymaga innej logiki relacyjnej niż tradycyjny model transakcyjny. Kluczowym motorem transformacji, do którego odwołuje się Dong, jest rosnąca centralność oprogramowania jako głównego nośnika wartości w nowej generacji pojazdów. Odejście od rozproszonej architektury setek jednostek sterujących na rzecz zintegrowanych platform obliczeniowych wymusza przedefiniowanie roli OEM z integratora mechanicznego na integratora technologicznego. Oprogramowanie staje się rdzeniem przewagi konkurencyjnej, co reorganizuje zarówno strukturę kompetencji organizacyjnych, jak i mechanizmy współpracy w łańcuchu dostaw[96]. Dostawcy, którzy przez lata dominowali w projektowaniu kluczowych modułów funkcjonalnych, muszą dostosować się do nowej logiki architektonicznej opartej na interoperacyjności, standardach interfejsów i wspólnych platformach. Analizy Dong zwracają również uwagę na narastającą tendencję do regionalizacji łańcucha dostaw, będącą odpowiedzią na rosnącą geopolityczną niepewność oraz powtarzające się kryzysy w globalnych przepływach handlowych. Przemieszczanie produkcji bliżej rynków zbytu lub klastrów technologicznych ma zmniejszać zależność od niestabilnego łańcucha globalnego, szczególnie w przypadku komponentów o dużej masie i złożoności, takich jak baterie trakcyjne. Regionalizacja jawi się więc jako mechanizm zwiększania odporności i skracania czasów reakcji na zakłócenia. W ujęciu syntetycznym Dong wskazuje, że obserwowana transformacja prowadzi do zaniku linearnego, warstwowego modelu łańcucha dostaw na rzecz złożonych struktur sieciowych, w których producenci OEM przejmują rolę centralnych architektów ekosystemu technologicznego. Oznacza to nie tylko zmianę

[96] A. Brandt, Wykorzystanie nowych narzędzi analitycznych w zarządzaniu łańcuchami dostaw - studium przedsiębiorstwa LOKAD. *Academic Review of Business and Economics*, 2023, 5: 65-79.

w mechanizmach koordynacji, lecz także redefinicję władzy i odpowiedzialności w całym łańcuchu wartości[97].

W literaturze poświęconej zarządzaniu łańcuchem dostaw coraz wyraźniej akcentuje się znaczenie odporności (*Supply Chain Resilience* – SCR) jako atrybutu warunkującego zdolność przedsiębiorstw do funkcjonowania w otoczeniu charakteryzującym się trwałą nieprzewidywalnością. W analizach Ali i Gölgeci odporność ukazywana jest nie jako pojedyncza zdolność, lecz jako wielowymiarowa właściwość systemu, kształtowana przez interakcje strukturalne, relacyjne i zasobowe. Autorzy podkreślają, że dotychczasowe ujęcia SCR były rozproszone i koncentrowały się przede wszystkim na izolowanych elementach, takich jak elastyczność czy redundancja, pomijając ich wzajemne powiązania oraz osadzenie w szerszym kontekście międzyorganizacyjnym. W syntetycznym ujęciu Ali i Gölgeci odporność wynika z konfiguracji określonych determinant, które tworzą warunki sprzyjające budowie zdolności adaptacyjnych. Wśród nich wskazać można m.in. na poziom integracji procesów, przejrzystość struktury łańcucha, stopień złożoności przepływów oraz kulturę współpracy między partnerami. Są to czynniki o charakterze systemowym, które wyznaczają możliwości rozwijania bardziej zaawansowanych kompetencji odpornościowych. W literaturze, za którą podążają autorzy, dokonuje się istotnego rozróżnienia na zdolności proaktywne i reaktywne. Te pierwsze, takie jak elastyczność strukturalna, zwinność organizacyjna czy redundancja zasobów, pełnią funkcję prewencyjną, wzmacniając łańcuch dostaw jeszcze przed wystąpieniem zakłóceń. Zdolności reaktywne, obejmujące między innymi widoczność w czasie rzeczywistym, szybkość reakcji oraz możliwość odtworzenia operacji, umożliwiają skuteczne zarządzanie kryzysem i skracają czas powrotu do stabilności. Badacze podkreślają, że efektywność SCR nie wynika z przewagi jednego typu zdolności nad drugim, lecz z ich komplementarności, odporność jest bowiem procesem dynamicznym, który wymaga jednocześnie przygotowania na wstrząsy i zdolności szybkiego reagowania. W ujęciu Ali i Gölgeci konsekwencje rozwiniętej odporności wykraczają poza krótkofalową ochronę ciągłości działania. W perspektywie długoterminowej tworzą one podstawy dla wyższej efektywności, większej stabilności finansowej oraz trwałej przewagi konkurencyjnej. Autorzy wskazują, że SCR staje się strategiczną właściwością organizacji, związaną nie tyle z absorpcją zakłóceń, ile z umiejętnością ich przewidywania oraz wykorzystywania jako impulsu

[97] W. Dong, Strategic transformation trends within automobile supply chains [Praca magisterska, *MIT Sloan School of Management*]. MIT DSpace, 2024.

do transformacji[98]. Współczesne ujęcia odporności coraz silniej podkreślają także jej związek z koncepcją zrównoważonego rozwoju. W literaturze pojawia się teza, że odporność i ESG tworzą układ współzależny: z jednej strony praktyki środowiskowe, społeczne i ładu korporacyjnego wzmacniają stabilność i przejrzystość łańcucha dostaw, z drugiej odporność stanowi mechanizm chroniący realizację długoterminowych celów zrównoważonych. W tym świetle integracja zasad ESG z zarządzaniem ryzykiem nabiera charakteru nie tylko etycznego, lecz przede wszystkim strategicznego, umożliwiając przedsiębiorstwom funkcjonowanie w warunkach chronicznej niepewności i zwiększając ich zdolność do elastycznego reagowania na kryzysy globalne.

W literaturze dotyczącej zarządzania ryzykiem w łańcuchu dostaw podkreśla się, że wzrost złożoności sieci dostaw oraz intensywność globalnych powiązań wymuszają odejście od intuicyjnych sposobów oceny zagrożeń na rzecz rozwiązań opartych na sformalizowanych metodach analitycznych. Dias zwraca uwagę, że w branży motoryzacyjnej, której systemy zaopatrzenia charakteryzują się wysokim stopniem sprzężenia i wrażliwości na zakłócenia, potrzeba hierarchizacji ryzyka ma charakter strategiczny. Odpowiednie narzędzia umożliwiają bowiem identyfikację kluczowych punktów podatności oraz precyzyjne ukierunkowanie działań prewencyjnych i korygujących. W syntetycznym ujęciu autora, formalne techniki oceny ryzyka pełnią podwójną funkcję: z jednej strony wspierają przejrzystość i dyscyplinę procesu decyzyjnego, a z drugiej pozwalają na porównywanie zagrożeń o różnej naturze poprzez ich sprowadzenie do wspólnego mianownika oceny. Dias zwraca szczególną uwagę na zastosowanie metod klasy FMEA, które, dzięki trójwymiarowej analizie dotkliwości, częstotliwości i wykrywalności, umożliwiają budowanie hierarchii zagrożeń w sposób uporządkowany i transparentny. W literaturze metoda ta uznawana jest za jedno z najbardziej rozpowszechnionych narzędzi oceny ryzyka, zwłaszcza w sektorach o silnie znormalizowanych procesach, takich jak motoryzacja. Analizy prowadzone przez autora wpisują się w szerszy nurt badań, które wskazują na dominujące znaczenie czynników jakościowych w kształtowaniu odporności łańcucha dostaw. W jego ujęciu problemy jakościowe w komponentach dostarczanych przez kooperantów stanowią najwyższy poziom zagrożenia, ponieważ generują zarówno bezpośrednie koszty, jak i ryzyka wtórne związane z odpowiedzialnością produktową oraz reputacją marki. Dias podkreśla także rolę zmienności popytu jako istotnego źródła niepewności, wskazując, że nawet krótkotrwałe skoki zapotrzebowania mogą prowadzić do gwałtownej destabilizacji synchronizacji przepływów materiałowych. Kolejnym obszarem

[98] M. Pindelski, Koncepcje CSR, SCR i CSV w zrównoważonej strategii sprzedaży. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*, 2024, 197: 119-130.

ryzyka, który autor umieszcza wysoko w hierarchii zagrożeń, są opóźnienia dostaw materiałów i komponentów. W warunkach ścisłej koordynacji procesów produkcyjnych, charakterystycznej dla branży motoryzacyjnej, niespójność czasowa w jednym ogniwie może prowadzić do efektu domina, obejmującego infrastruktury logistyczne, harmonogramy produkcyjne oraz prognozy sprzedażowe. Dias wskazuje również na znaczenie ryzyka po stronie producenta, w szczególności awarii systemów produkcyjnych, jako czynników, które mogą zakłócać nie tylko bieżący rytm, ale także strategiczne relacje w całym łańcuchu wartości. Interpretacja wyników prezentowanych przez autora wpisuje się w rosnący konsensus naukowy, zgodnie z którym skuteczne zarządzanie ryzykiem wymaga nie tylko identyfikacji i oceny zagrożeń, lecz także ich uporządkowania według priorytetu oraz przyporządkowania zasobów zgodnie ze skalą potencjalnych konsekwencji. Dias argumentuje, że systematyczne, metodyczne procedury oceny, takie jak FMEA, umożliwiają organizacjom przejście od reaktywnego, incydentalnego podejścia do zarządzania ryzykiem w kierunku modelu opartego na przewidywalności, przejrzystości i zdolności adaptacyjnej[99].

W literaturze dotyczącej zarządzania łańcuchem dostaw coraz większą uwagę poświęca się strategiom opartym na koopetycji, które łączą elementy współpracy i konkurencji jako narzędzie budowania zwinności i odporności w warunkach rosnącej niepewności rynkowej. Abdulrahman wskazuje, że w sektorach charakteryzujących się wysoką zmiennością popytu i presją na utrzymanie wysokiej jakości obsługi, takich jak motoryzacyjny rynek części zamiennych, strategia ta może pełnić funkcję mechanizmu równoważącego interesy ekonomiczne ze stabilnością. W ujęciu teoretycznym autora, koopetycja stanowi odpowiedź na trzy kluczowe uwarunkowania strukturalne, które determinują zachowania konkurujących podmiotów. Należą do nich: niepewność popytu, silna presja producentów OEM na utrzymanie wysokiego poziomu dostępności części oraz koszty i ryzyka związane z utrzymywaniem rozbudowanych zapasów magazynowych. Czynniki te tworzą presję środowiskową, która skłania konkurentów do poszukiwania wspólnych rozwiązań, pozwalających na redukcję zmienności oraz wzrost elastyczności. Centralnym elementem modelu zaproponowanego przez Abdulrahmana jest mechanizm horyzontalnego współdzielenia zasobów, który w analizowanym kontekście przyjmuje formę międzyorganizacyjnego udostępniania zapasów części zamiennych. Z perspektywy teoretycznej, taki mechanizm można interpretować jako instrument zmniejszający asymetrię dostępności zasobów w sieci konkurentów, a jednocześnie jako narzędzie umożliwiające zwiększenie płynności bez konieczności ponoszenia wysokich

[99] G. C. Dias, Supply chain risk management and risk ranking in the automotive industry. *Gestão & Produção*, 27(1), 2020.

nakładów kapitałowych. Autor podkreśla, że zastosowanie koopetycji w tej formie prowadzi do rozwoju dwóch kluczowych zdolności warunkujących odporność łańcucha dostaw. Pierwszą z nich jest zwinność (*agility*), rozumiana jako zdolność szybkiej adaptacji do zmian popytu oraz elastycznego przeorganizowania przepływów materiałowych. Drugą jest odporność (*resilience*), czyli zdolność do absorpcji zakłóceń i utrzymania ciągłości pomimo występujących perturbacji. W modelu Abdulrahmana koopetycja nie jest zatem traktowana jako cel sam w sobie, lecz jako mechanizm wzmacniający fundamentalne zasoby dynamiczne organizacji.

W literaturze przedmiotu coraz częściej podkreśla się, że rozwój tych zdolności przekłada się na wieloaspektowe rezultaty organizacyjne. Analiza przedstawiona przez autora potwierdza tę zależność, współdzielenie zasobów pomiędzy konkurującymi firmami umożliwia zwiększenie poziomu dostępności części, skrócenie czasu realizacji zamówień oraz poprawę stabilności. Na poziomie finansowym prowadzi to do redukcji kosztów związanych z nadmiernymi zapasami oraz zwiększenia sprzedaży dzięki większej sprawności obsługi. Efekty te łączą się także z pozytywnymi rezultatami rynkowymi: wyższą satysfakcją klientów, większą lojalnością oraz przewagą konkurencyjną w segmentach o wysokiej wrażliwości na czas i dostępność produktów.

W interpretacji Abdulrahmana koopetycja jawi się zatem jako strukturalny mechanizm koordynacji, który może istotnie zwiększać odporność i elastyczność łańcucha dostaw w branży motoryzacyjnej, szczególnie tam, gdzie zmienność popytu oraz presja kosztowa tworzą warunki sprzyjające konwergencji interesów konkurentów[100].

Pandemia COVID-19 ujawniła skalę podatności współczesnych łańcuchów dostaw na nagłe i rozległe zakłócenia, jednocześnie potwierdzając, że kluczowym warunkiem ich przetrwania jest zdolność do szybkiej adaptacji. W literaturze coraz częściej wskazuje się, że odporność nie jest wyłącznie funkcją redundancji zasobów, lecz rezultatem synergicznego oddziaływania zestawu orientacji i kompetencji organizacyjnych. Na tym tle Ben-Meir proponuje ujęcie, które systematyzuje zależności pomiędzy fundamentalnymi zasobami organizacyjnymi a dwiema kluczowymi zdolnościami dynamicznymi: zwinnością i odpornością łańcucha dostaw.

W modelu przedstawionym przez autora odporność łańcucha dostaw podlega konceptualizacji jako wynik określonych konfiguracji orientacji strategicznych. Wśród nich istotną rolę odgrywa orientacja na zarządzanie ryzykiem, rozumiana jako zdolność organizacji

[100] M. D. Abdulrahman, Improving agility and resilience of automotive spares supply chains through coopetition. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 170, 2023, 102994

do stałego monitorowania zagrożeń, ich antycypacji i przygotowywania odpowiedzi przed wystąpieniem zakłócenia. W literaturze jest ona uznawana za fundament działań proaktywnych, umożliwiających firmom minimalizowanie negatywnych efektów turbulencji rynkowych.

Drugim elementem, który, jak wskazuje Ben-Meir, wzmacnia zdolności adaptacyjne organizacji, jest strategiczna integracja łańcucha dostaw. Obejmuje ona koordynację procesów i harmonizację działań pomiędzy partnerami biznesowymi, co umożliwia płynny przepływ informacji, skrócenie czasu reakcji oraz ograniczenie efektów kaskadowych w przypadku zakłóceń.

Kolejny czynnik stanowi jakość wymiany informacji, rozumiana jako dokładność, spójność i terminowość danych wykorzystywanych do podejmowania decyzji. W modelach zarządzania łańcuchem dostaw wysoka jakość informacji jest traktowana jako niezbędny zasób umożliwiający efektywną synchronizację działań, zwłaszcza w warunkach gwałtownych zmian popytu lub ograniczeń podaży. W analizie Ben-Meir uwagę zwraca również widoczność w łańcuchu dostaw, definiowana jako zdolność do obserwowania przepływów materiałów i informacji w czasie rzeczywistym. Literatura przedmiotu często wskazuje ją jako kluczowy komponent odporności, jednak ustalenia autora pokazują, bardziej obfitujący w niuanse, obraz tej relacji.

Zgodnie z przedstawioną koncepcją wszystkie te elementy oddziałują na zwinność łańcucha dostaw, traktowaną jako zdolność do natychmiastowego dostosowania się do zmian w otoczeniu. Zwinność pełni przy tym rolę mechanizmu transformującego zasoby organizacyjne w odporność, czyli zdolność do absorbowania zakłóceń i odtwarzania operacji po kryzysie.

Przedstawione przez Ben-Meir wyniki wskazują, że orientacja na zarządzanie ryzykiem, integracja z partnerami oraz wysoka jakość wymiany informacji w sposób jednoznaczny wzmacniają zwinność. Ta z kolei jest silnie skorelowana z odpornością, co potwierdza jej centralną rolę jako zdolności dynamicznej warunkującej adaptacyjność organizacji. Co istotne, analiza autora podważa powszechnie przyjmowane założenie dotyczące roli widoczności w budowaniu zwinności: sama dostępność danych okazuje się niewystarczająca, jeśli nie towarzyszy jej odpowiednia kultura zarządcza i współdziałanie między partnerami. W interpretacji Ben-Meir odporność łańcucha dostaw należy więc postrzegać jako efekt sprzężenia proaktywnych orientacji strategicznych i zdolności adaptacyjnych, z których kluczową funkcję pełni zwinność. Ustalenia te potwierdzają, że zdolność do szybkiego

reagowania stanowi nie tylko mechanizm, lecz także strategiczną kompetencję decydującą o przetrwaniu organizacji w warunkach głębokiej niepewności[101].

W warunkach narastającej niestabilności geopolitycznej, rosnących napięć handlowych oraz dynamicznych zmian technologicznych, globalny łańcuch dostaw w sektorze motoryzacyjnym staje wobec konieczności odejścia od tradycyjnych paradygmatów zarządzania, opartych na optymalizacji kosztowej i minimalizacji redundancji[102]. Analizy eksperckie, takie jak opracowanie przygotowane przez Jabil, wskazują jednoznacznie, że dotychczasowe modele organizacji produkcji i zaopatrzenia ujawniły swoją wrażliwość na zakłócenia o charakterze systemowym, prowadząc do konieczności redefinicji strategii odpornościowych. W ocenie autorów raportu krajobraz ryzyka uległ zasadniczej transformacji. Wśród kluczowych obszarów podatności wskazuje się przede wszystkim niestabilność geopolityczną, powtarzające się niedobory komponentów krytycznych, zwłaszcza półprzewodników, chroniczne napięcia w globalnej infrastrukturze logistycznej, silne wahania cen surowców oraz intensyfikację zagrożeń w obszarze cyberbezpieczeństwa. Ryzyka te, ujęte jako jeden system naczyń połączonych, oddziałują na sektor motoryzacyjny w sposób kaskadowy, powodując zakłócenia zarówno po stronie podaży, jak i popytu, oraz podważając stabilność procesów operacyjnych. W odpowiedzi na tę nową konfigurację ryzyka Jabil proponuje ramę koncepcyjną, która akcentuje konieczność łączenia działań strukturalnych, technologicznych i projektowych. Koncepcja ta opiera się na trzech komplementarnych filarach budowania odporności. Pierwszy filar, dotyczący dywersyfikacji łańcucha dostaw, stanowi odwrót od praktyki silnej koncentracji geograficznej oraz modelu *single-sourcing*. W ujęciu Jabil dywersyfikacja oznacza strategiczne rozproszenie źródeł zaopatrzenia, rozwój lokalnych i regionalnych centrów produkcyjnych, a także wzmacnianie alternatywnych ścieżek logistycznych. Tego typu podejście pozwala ograniczać ryzyko związane z zależnością od jednego regionu czy dostawcy, co w analizach eksperckich uznawane jest za jeden z najważniejszych czynników wzmacniających odporność systemową. Drugi filar odnosi się do budowy zaawansowanej widoczności w całym łańcuchu dostaw. W tym ujęciu widoczność nie jest rozumiana wyłącznie jako dostęp do danych, ale jako zdolność do ich integracji, analizy i interpretacji w czasie rzeczywistym. Jabil podkreśla znaczenie rozwiązań cyfrowych, takich jak platformy typu *control tower, technologie IoT* czy analityka predykcyjna, które umożliwiają

[101] L. Ben-Meir, Supply chain resilience and agility during COVID-19. *Proceedings of the Association of Marketing Theory and Practice*, 2022, 1-10.
[102] A. Kucharski, Uwarunkowania rozwoju sektora motoryzacyjnego na świecie. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, 2018, 19.5.3: 237-252.

wczesne wykrywanie anomalii, modelowanie scenariuszy zakłóceń oraz proaktywne korygowanie planów. W literaturze z obszaru zarządzania podkreśla się, że taka forma cyfrowej transparentności wzmacnia zarówno zwinność, jak i odporność, pozwalając na skracanie czasu reakcji na nieprzewidziane wstrząsy. Trzeci filar, określany jako proaktywne projektowanie i współpraca, przesuwa akcent z działań reakcyjnych na integrację zarządzania ryzykiem z fazą projektową produktu i systemu dostaw. Podejście to, określane mianem Design for Supply Chain, zakłada, że sfera konstrukcyjna i technologiczna powinna być projektowana z myślą o elastyczności materiałowej, dostępności alternatywnych komponentów oraz odporności na zmienność podaży. Równocześnie w tym ujęciu kluczowe znaczenie przypisuje się pogłębionym relacjom z dostawcami, opartym na transparentności, współdzieleniu informacji oraz wspólnym analizowaniu ryzyka, co tworzy podstawy dla partnerskich i długofalowych strategii mitygacji. Z perspektywy koncepcyjnej model przedstawiony przez Jabil wpisuje się w szerszą ewolucję rozumienia odporności łańcucha dostaw jako właściwości emergentnej, wynikającej z połączenia różnorodności strukturalnej, cyfrowej widoczności oraz integracji procesów międzyorganizacyjnych. Analiza ta wzmacnia stanowisko, że skuteczne zarządzanie ryzykiem w przemyśle motoryzacyjnym nie może ograniczać się do praktyk, lecz wymaga zmiany projektowej, strategicznej i kulturowej, obejmującej cały ekosystem wartości[103].

Synteza przedstawionych ujęć pozwala stwierdzić, że współczesne zarządzanie ryzykiem w motoryzacyjnych łańcuchu dostaw przechodzi od koncentracji na pojedynczych zagrożeniach (jakość, awarie, opóźnienia) w kierunku ujęcia systemowego, w którym kluczowe znaczenie mają: mierzalna hierarchizacja ryzyka, rozwój zdolności proaktywnych i reaktywnych (zwinność, elastyczność, redundancja, widoczność), a także konfiguracja architektury łańcucha dostaw (koopetycja, integracja pionowa, regionalizacja). Modele oparte na metodach wielokryterialnych, FMEA, teorii gier czy modelowaniu równań strukturalnych pokazują, że odporność nie jest prostą funkcją pojedynczych narzędzi, lecz wynikiem interakcji orientacji na ryzyko, jakości współpracy z partnerami, dojrzałości informacyjnej oraz wyborów strategicznych dotyczących struktury sieci dostaw. Jednocześnie coraz wyraźniej akcentowana jest rola zrównoważonego rozwoju (ESG) jako komponentu odporności, a także znaczenie polityk publicznych dla stabilizowania krytycznego łańcucha wartości. Na tym tle niniejsza rozprawa traktuje zarządzanie ryzykiem jako jeden z kluczowych wymiarów funkcjonowania łańcucha wartości w motoryzacji, wymiar, który współdecyduje o postrzeganiu jego

[103] Jabil, The Automotive Supply Chain: Why Risk Management Is Crucial Now. *Jabil Blog*, 2023.

efektywności i odporności przez praktyków oraz pozostaje istotnym kontekstem dla analizy wpływu transformacji cyfrowej i wdrożeń AI na rekonfigurację łańcucha wartości.

3.2. Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna przedsiębiorstw (CSR/ESG) w branży motoryzacyjnej

Treści niniejszego rozdziału lokują zrównoważony rozwój oraz CSR/ESG w samym rdzeniu współczesnego modelu funkcjonowania branży motoryzacyjnej, a nie na jego peryferiach. Literatura wskazuje, że wymogi środowiskowe, społeczne i ładu korporacyjnego coraz rzadziej są jedynie regulacyjnym „kosztem zgodności", a coraz częściej, kluczowym kryterium kształtowania architektury łańcucha dostaw, strategii produktowej oraz sposobu zarządzania ryzykiem. Odporność łańcucha dostaw, transformacja w kierunku elektromobilności i pojazdów definiowanych programowo, a także nowe formy współpracy (koopetycja, regionalizacja produkcji, gospodarka o obiegu zamkniętym) są w badaniach bezpośrednio powiązane z realizacją celów ESG. Jednocześnie rośnie rola technologii cyfrowych, w szczególności sztucznej inteligencji, które stają się praktycznym narzędziem umożliwiającym równoczesne ograniczanie wpływu środowiskowego, podnoszenie efektywności oraz wydłużanie cyklu życia produktu. Tym samym zrównoważony rozwój przestaje być odrębnym „projektem" i staje się wymiarem każdej kluczowej decyzji.

W literaturze poświęconej kwestii zrównoważonego rozwoju wyraźnie zaznacza się, że odporność łańcucha dostaw i orientacja ESG nie są odrębnymi paradygmatami, lecz wzajemnie wzmacniającymi się wymiarami współczesnego zarządzania[104]. Analizy prowadzone przez Ali i Gölgeci pokazują, że zdolność łańcucha dostaw do przetrwania zakłóceń jest nierozerwalnie związana zarówno z jakością relacji międzyorganizacyjnych, jak i z orientacją przedsiębiorstw na odpowiedzialność środowiskową, społeczną i ładu korporacyjnego. W ich ujęciu odporność nie jest pojedynczą cechą systemu, lecz wieloskładnikową konstrukcją osadzoną w szerszych ramach ładu organizacyjnego oraz kultury współpracy. Autorzy podkreślają, że podstawą zrównoważonej odporności są tzw. czynniki poprzedzające, strukturalne i behawioralne uwarunkowania kształtujące sposób funkcjonowania sieci wartości. Należą do nich między innymi: poziom integracji między partnerami, przejrzystość reguł współpracy, złożoność

[104] B. Wyrzykowska, D. Kurcman, Znaczenie społecznej odpowiedzialności biznesu w branży motoryzacyjnej: perspektywa zrównoważonego rozwoju. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 2023, 8 [4].

łańcucha dostaw, a także organizacyjna orientacja na odpowiedzialne zarządzanie ryzykiem. Elementy te, szeroko badane w literaturze ESG, tworzą fundamenty umożliwiające rozwój bardziej zaawansowanych zdolności adaptacyjnych. W centrum koncepcji proponowanej przez Ali i Gölgeci znajdują się zdolności, które determinują, w jaki sposób łańcuch wartości reaguje na zakłócenia oraz w jakim stopniu jest w stanie utrzymać ciągłość działania w warunkach niepewności. Autorzy wyróżniają tu dwie komplementarne grupy kompetencji. Pierwszą stanowią zdolności proaktywne, rozwijane przed pojawieniem się zaburzeń: elastyczność, zwinność oraz celowa redundancja zasobów. W literaturze koncentrującej się wokół ESG są one interpretowane jako przejaw odpowiedzialnego planowania, świadomego równoważenia efektywności kosztowej z odpornością systemu oraz troską o stabilność społeczno-środowiskową. Drugą grupę tworzą zdolności reaktywne, aktywowane w momencie wystąpienia kryzysu. Należą do nich widoczność przepływów, szybkość reakcji oraz umiejętność odtworzenia operacji. To właśnie w tym obszarze szczególnego znaczenia nabiera integracja technologii cyfrowych, w tym sztucznej inteligencji, umożliwiająca bieżące monitorowanie ryzyka w aspekcie ESG w złożonych ekosystemach dostawców oraz podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym. Model Ali i Gölgeci pokazuje, że odporność stanowi efekt dynamicznej interakcji między uwarunkowaniami strukturalnymi, rozwiniętymi zdolnościami adaptacyjnymi oraz wynikami systemowymi. Rezultaty te są rozumiane nie tylko w kategoriach finansowych, lecz również jako osiąganie długoterminowej stabilności i konkurencyjności, co bezpośrednio wpisuje się w założenia ESG. Zrównoważona odporność staje się tym samym nie tyle odpowiedzią na incydentalne zakłócenia, ile długofalową strategią adaptacji do wielowymiarowej niepewności, regulacyjnej, środowiskowej, społecznej i technologicznej[105].

W literaturze dotyczącej rynków wschodzących coraz wyraźniej podkreśla się, że zdolność nowych producentów do wejścia na rynek motoryzacyjny zależy nie tylko od ich kompetencji technologicznych i zasobowych, ale również od umiejętności funkcjonowania w środowisku charakteryzującym się wysoką zmiennością polityczną, ekonomiczną i regulacyjną. Wyniki analiz Farooqa pokazują, że ryzyka o charakterze makrostrukturalnym pełnią tu rolę dominującą, a ich znaczenie odzwierciedla szerszą logikę odpowiedzialności korporacyjnej i zrównoważonego zarządzania. W ujęciu tym to właśnie niestabilność polityczno-regulacyjna okazuje się czynnikiem o największej sile oddziaływania na możliwość prowadzenia działalności przez nowych producentów. W kontekście ESG oznacza to, że

[105] A. Ali, I. Gölgeci, Supply chain resilience: a systematic literature review and a conceptual framework for future research. *International Journal of Production Economics*, 269, 2022, 108118.

transparentność regulacyjna, stabilność instytucjonalna oraz przewidywalność otoczenia prawnego nie stanowią jedynie tła operacyjnego, lecz są elementem infrastruktury umożliwiającej odpowiedzialne kształtowanie strategii łańcucha wartości. Ryzyka ekonomiczne, w tym przede wszystkim wahania kursów walutowych, podążają na drugim miejscu, wskazując na istotność szerzej rozumianej odporności finansowej przedsiębiorstw funkcjonujących w sektorze o wysokiej kapitałochłonności i uzależnieniu od importu komponentów. Kolejnym determinantem wejścia na rynek okazuje się presja konkurencyjna ze strony ugruntowanych producentów. Farooq zwraca uwagę, że przewaga *incumbents* nie wynika wyłącznie z efektów skali, lecz także z wyższego poziomu dojrzałości w zakresie zarządzania środowiskowego i społecznego, co staje się coraz bardziej istotnym elementem budowania przewagi konkurencyjnej. W tym świetle zdolność do spełnienia rosnących wymogów ESG stanowi nie tylko kryterium regulacyjne, lecz także barierę wejścia, determinującą trwałość i wiarygodność nowych podmiotów. W dalszej kolejności autor identyfikuje zagrożenia, takie jak niedobór wykwalifikowanej siły roboczej oraz podatność na zakłócenia w łańcuchu dostaw. Włączenie tych czynników w analizę rynków wschodzących pozwala dostrzec, że rozwój lokalnych kompetencji, inwestycje w kapitał ludzki i transparentność relacji dostawczych stanowią rdzeń zrównoważonego rozwoju przemysłu motoryzacyjnego. Są to jednocześnie elementy, które, zgodnie z podejściem ESG, wzmacniają odporność przedsiębiorstw na zakłócenia i redukują ryzyka społeczne oraz środowiskowe. Ustalenia Farooqa pokazują, że wejście na rynek motoryzacyjny w warunkach gospodarek wschodzących jest w pierwszej kolejności uwarunkowane czynnikami zależnymi od jakości otoczenia instytucjonalnego. Oznacza to, że strategie przedsiębiorstw muszą uwzględniać nie tylko wewnętrzną efektywność, lecz także szeroko rozumianą odpowiedzialność oraz zdolność adaptacji do niestabilnych warunków politycznych i ekonomicznych. Tym samym włączenie perspektywy ESG nie jest w przypadku nowych producentów dodatkiem do tradycyjnej strategii, lecz warunkiem umożliwiającym ich funkcjonowanie i długoterminową konkurencyjność[106].

W obliczu rosnącej częstotliwości i skali globalnych zakłóceń, zapewnienie ciągłości funkcjonowania łańcucha dostaw stało się paradygmatem współczesnego zarządzania strategicznego. Problematyka ta jest szczególnie dotkliwa w sektorze motoryzacyjnym, co skłoniło Huang do przeprowadzenia zaawansowanej analizy mechanizmów zarządzania ryzykiem z perspektywy interakcji kluczowych interesariuszy. Przedmiotem badań autora była

[106] S. Farooq, Identification and prioritization of risks for new entrants in the automotive industry. *Journal of Risk Research*, 27(4), 2024, 453-467.

analiza dynamicznych relacji i strategicznych wyborów dokonywanych przez dostawców, producentów samochodów oraz agendy rządowe w sytuacji nieoczekiwanego przerwania ciągłości dostaw. Aby zbadać te złożone zależności, w badaniach zastosowano matematyczny model teoretyczny, a dokładnie trójstronny ewolucyjny model gry. W modelu tym zdefiniowano trzech graczy (interesariuszy): dostawcę, producenta OEM oraz rząd. Każdy z graczy dysponuje zmienną strategiczną w postaci binarnej decyzji. Dla dostawcy jest to decyzja o wznowieniu produkcji, z dwiema możliwymi strategiami: „wznowienie" lub „niewznowienie". Dla producenta zmienną jest decyzja o udzieleniu wsparcia ratunkowego, ze strategiami „udzielenie wsparcia" lub „nieudzielenie wsparcia". Dla rządu zmienną jest decyzja o interwencji, ze strategiami „udzielenie subsydiów" lub „nieudzielenie subsydiów". Decyzje graczy są uwarunkowane przez zbiór czynników i parametrów finansowych, takich jak koszty wznowienia produkcji, straty wynikające z zakłóceń, wysokość subsydiów i kar rządowych oraz koszty wsparcia udzielanego przez producenta. Dokładnym wynikiem badań jest analiza stabilności ewolucyjnej tego modelu, która pozwoliła zidentyfikować warunki konieczne do osiągnięcia optymalnego punktu równowagi, czyli sytuacji, w której wszystkie strony wybierają strategię kooperacyjną. Wyniki symulacji wykazały, że interwencje rządowe w postaci subsydiów i kar odgrywają kluczową rolę, szczególnie w początkowej fazie kryzysu, motywując obie strony biznesowe do podjęcia współpracy. Analiza modelu dowiodła, że stabilna, pożądana równowaga jest osiągana tylko wtedy, gdy suma korzyści dla dostawcy, wynikająca ze wsparcia producenta i subsydiów rządowych, przewyższa jego koszty wznowienia produkcji. Ponadto, model wykazał, że gotowość producenta do udzielenia pomocy jest silnie uzależniona od wysokości rządowych dotacji, które muszą kompensować jego własne koszty ratunkowe. Z uzyskanych wyników wynika zatem, że bez aktywnej, skoordynowanej polityki rządowej, system jest podatny na utknięcie w nieoptymalnej równowadze, gdzie indywidualne interesy uniemożliwiają wznowienie działania łańcucha dostaw. Praca Huang dostarcza teoretycznych podstaw i ilościowych przesłanek do projektowania skutecznych mechanizmów interwencyjnych, które poprzez odpowiednie skalibrowanie czynników finansowych mogą stymulować współpracę i budować odporność całego sektora[107].

W literaturze dotyczącej odporności łańcucha dostaw podkreśla się, że branża motoryzacyjna, funkcjonująca w warunkach wysokiej wrażliwości i regulacyjnej, wymaga systemowego podejścia do zarządzania ryzykiem, które integruje zarówno wymogi

[107] K. Huang, Automotive supply chain disruption risk management. *Processes*, 11(3), 2023, 710.

efektywności, jak i cele zrównoważonego rozwoju[108]. W tym kontekście istotny wkład teoretyczny wniosły prace Soni i Kumara, którzy zaproponowali ustrukturyzowane ramy zarządzania ryzykiem dostosowane do specyfiki motoryzacyjnych łańcucha wartości. Ich model, zakorzeniony w logice ciągłego doskonalenia, porządkuje proces zarządzania ryzykiem jako cykliczny system, obejmujący pełne spektrum zagrożeń od ryzyka podaży i popytu, poprzez ryzyka, aż po zagrożenia środowiskowe. W ujęciu autorów centralną rolę pełni etap identyfikacji ryzyka, który wymaga całościowego skanowania łańcucha dostaw i rozpoznawania potencjalnych źródeł zakłóceń. Szczególnie w kontekście ESG oznacza to konieczność systemowego uwzględniania również tych kategorii ryzyka, które wynikają z oddziaływania środowiskowego (np. katastrofy naturalne, ograniczenia regulacyjne) oraz społecznego (np. zależność od dostawców o niskiej przejrzystości działań). Druga faza, ocena i analiza, koncentruje się na określeniu prawdopodobieństwa i siły wpływu poszczególnych zagrożeń, prowadząc do ich priorytetyzacji i identyfikacji obszarów wymagających interwencji. Kolejnym kluczowym elementem modelu jest dobór strategii postępowania z ryzykiem. W przedstawionej koncepcji działania zaradcze obejmują zarówno strategie redukcyjne, jak i transferowe oraz adaptacyjne, a ich dobór zależy od charakteru ryzyka oraz jego powiązań z innymi obszarami funkcjonowania łańcucha wartości. W tym miejscu model Soni i Kumara wpisuje się w logikę zrównoważonego rozwoju, podkreślając znaczenie takich praktyk jak dywersyfikacja dostawców, projektowanie pod kątem odporności (*design for resilience*) czy integracja informacji, które pozwalają organizacjom budować zarówno elastyczność, jak i zdolność do utrzymania zgodności środowiskowej i społecznej. Ostatni etap, ciągłe monitorowanie i przegląd, nadaje całemu procesowi charakter dynamicznej pętli, w której organizacja nieustannie aktualizuje ocenę zagrożeń oraz dostosowuje strategie mitygacji. Jest to w pełni spójne z podejściem ESG, w którym odpowiedzialność środowiskowa i społeczna jest traktowana jako proces ciągły, a nie jednorazowa inicjatywa. Model Soni i Kumara wskazuje zatem, że odporność i zrównoważenie nie są efektem pojedynczych działań, lecz wynikiem konsekwentnego, cyklicznego zarządzania ryzykiem na wszystkich poziomach struktury łańcucha dostaw. W efekcie przedstawione ramy operacjonalizują koncepcję holistycznego zarządzania ryzykiem w motoryzacji, łącząc tradycyjne ujęcia SCRM z wymaganiami zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialności korporacyjnej. Podkreślają

[108] M. Szymczak, Odporność łańcuchów dostaw – czy sprawdzona i potwierdzona? Wpływ pandemii koronawirusa na łańcuchy dostaw i ich popandemiczna odbudowa w kierunku „nowej normalności". In: *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. p. 11-31.

one, że skuteczne budowanie odporności wymaga jednoczesnego wzmocnienia zdolności społecznych i środowiskowych, które w sposób synergiczny kształtują trwałość współczesnego łańcucha wartości[109].

W badaniach przeprowadzonych przez Vanalle et al., autorzy zajęli się analizą praktyk zarządzania ryzykiem w złożonym środowisku brazylijskiego przemysłu motoryzacyjnego. Celem pracy było zidentyfikowanie kluczowych zagrożeń, z jakimi mierzą się tamtejsze firmy oraz ocena stosowanych przez nie strategii zaradczych. Badanie zostało zrealizowane w formule studium przypadku, obejmując jednego producenta samochodów oraz czterech jego głównych dostawców. Na podstawie dogłębnych wywiadów z menedżerami odpowiedzialnymi za łańcuch dostaw, naukowcy zidentyfikowali łącznie dwadzieścia trzy unikalne czynniki ryzyka. Analiza zebranego materiału pozwoliła na stworzenie hierarchii tych zagrożeń. Ustalono, że największe znaczenie dla badanych firm ma ryzyko związane z jakością, a zwłaszcza problemy z komponentami, które nie spełniają wymaganych norm. Drugim kluczowym zagrożeniem okazało się ryzyko operacyjne, w tym nieplanowane przestoje produkcyjne spowodowane awariami maszyn. Trzecie miejsce w tej hierarchii zajęło ryzyko logistyczne, obejmujące opóźnienia w dostawach oraz charakterystyczne dla regionu kradzieże ładunków. Badanie ujawniło również, że analizowane firmy koncentrują swoją uwagę przede wszystkim na ryzykach wewnętrznych, które mogą bezpośrednio kontrolować, często niedostatecznie oceniając zagrożenia zewnętrzne, takie jak niestabilność gospodarcza. Co więcej, w zarządzaniu tym ryzykiem dominują strategie reaktywne, polegające na działaniu po wystąpieniu problemu, czego przykładem jest utrzymywanie zapasów bezpieczeństwa. Ostateczna konkluzja płynąca z analizy wskazuje, że brazylijski sektor motoryzacyjny, mimo iż jest świadomy zagrożeń, znajduje się na wczesnym etapie rozwoju dojrzałych i zintegrowanych systemów zarządzania ryzykiem, opierając się na działaniach doraźnych zamiast na proaktywnym planowaniu[110].

W literaturze dotyczącej zrównoważonego rozwoju i odporności łańcucha dostaw coraz większą uwagę poświęca się rozwiązaniom, które pozwalają jednocześnie skrócić czas reakcji, obniżyć koszty i zmniejszyć środowiskowy ślad logistyczny[111]. W tym kontekście istotny wkład wnosi koncepcja *Viable Supply Chain* przedstawiona przez Abdulrahmana (2023).

[109] U. Soni, G. Kumar, A conceptual framework for supply chain risk management in automotive industry. *Procedia CIRP*, 2022,107, 243-248.

[110] R. M. Vanalle, W. C. Lucato, G. M. D. Ganga, A. G. Alves Filho, Risk management in the automotive supply chain: An exploratory study in Brazil. International Journal of Production Research, 58(3), 2020, 783-799.

[111] A. Zapałowska, Innowacyjne praktyki zrównoważonego rozwoju w logistyce. *Polish Journal for Sustainable Development*, 2022, 26.2: 77-85.

Autor, analizując specyfikę motoryzacyjnych łańcucha części zamiennych, wskazuje, że ich trwałość i zrównoważony charakter zależą w coraz większym stopniu od zdolności do łączenia zwinności z odpowiedzialnością środowiskową i ekonomiczną. Zaproponowany model VSC stanowi odpowiedź na systemowe ograniczenia tradycyjnych struktur logistycznych, opartych na rozbudowanych magazynach i dalekodystansowym transporcie. Centralnym elementem tej koncepcji jest integracja technologii wytwarzania przyrostowego (druku 3D) bezpośrednio w proces dystrybucji. W modelu Abdulrahmana dystrybucja przestaje opierać się na statycznych centrach magazynowych, a jej funkcję przejmują mobilne jednostki produkcyjne, specjalistyczne pojazdy wyposażone w drukarki 3D. Rozwiązanie to prowadzi do przekształcenia paradygmatu zaopatrzenia: dominujące dotąd podejście *make-to-stock*, generujące wysokie koszty utrzymania zapasów i straty wynikające z przestarzałości części, zostaje zastąpione elastycznym modelem *make-to-order*, który umożliwia wytwarzanie komponentów w bezpośredniej bliskości klienta. Z perspektywy teoretycznej rozwiązanie to oddziałuje na kluczowe zmienne determinujące odporność i zrównoważenie łańcucha dostaw. Po pierwsze, model radykalnie redukuje czas realizacji zamówień, ponieważ eliminacja tradycyjnych potoków magazynowych skraca liczbę etapów procesowych. Po drugie, obniża koszty logistyczne, szczególnie koszty magazynowania i transportu, przenosząc punkt produkcji do miejsca zapotrzebowania. Po trzecie, zwiększa dostępność części, co jest szczególnie istotne w przypadku modeli pojazdów, które nie są już objęte produkcją seryjną. Zgodnie z koncepcją VSC, elastyczność wynikająca z zastosowania mobilnego druku 3D zmniejsza ryzyko powstawania braków magazynowych i pozwala na utrzymanie wysokiego poziomu obsługi klienta nawet w warunkach zakłóceń. Koncepcja Abdulrahmana obejmuje również propozycję heurystycznego mechanizmu alokacji zasobów i planowania tras, który pozwala na wykorzystanie potencjału VSC. Zaproponowana logika decyzyjna koncentruje się na minimalizacji łącznego czasu obsługi poprzez uwzględnienie lokalizacji zapotrzebowania, pilności zleceń oraz czasu produkcji poszczególnych komponentów. Heurystyczne podejście pozwala więc na optymalizację dynamiki pracy mobilnych jednostek produkcyjnych w sposób spójny z założeniami odporności i efektywności. Model ten wpisuje się również w szerszą koncepcję zrównoważonego rozwoju. Mobilne wytwarzanie przyrostowe umożliwia przywracanie dostępności części do starszych modeli pojazdów, co znacząco wydłuża cykl życia produktów i zmniejsza presję na produkcję nowych pojazdów oraz na gospodarkę materiałową. W efekcie rozwiązanie to wzmacnia nie tylko odporność, ale także środowiskowy i społeczny wymiar odpowiedzialności przedsiębiorstw, zgodny z celami gospodarki o obiegu zamkniętym. Zaproponowany przez Abdulrahmana model VSC stanowi tym samym istotny

wkład w teoretyczną debatę na temat integracji technologii cyfrowych, zwinności i zrównoważonego rozwoju w zarządzaniu motoryzacyjnymi łańcuchem dostaw. Łączy on perspektywę odporności, efektywności i ESG w spójną ramę, wskazując kierunek dla przyszłych praktyk i badań w obszarze nowoczesnych strategii zaopatrzenia[112].

W literaturze dotyczącej zrównoważonego rozwoju podkreśla się, że odporność współczesnego łańcucha dostaw, rozumiana jako ich zdolność do utrzymania ciągłości funkcjonowania w warunkach niepewności, jest nierozerwalnie związana ze sposobem, w jaki przedsiębiorstwa zarządzają ryzykiem finansowym oraz makroekonomicznym. Dias i Imai (2020) pokazują, że struktura ryzyka w łańcuchu dostaw branży motoryzacyjnej wykazuje wyraźną hierarchię, w której najsilniej oddziałujące zagrożenia koncentrują się wokół jakości komponentów, stabilności gospodarczej oraz ekspozycji walutowej. Ujęcie to koresponduje z rosnącym naciskiem na odpowiedzialność środowiskową i społeczną (ESG), ponieważ to właśnie komponenty o niskiej jakości, nieprzewidywalność dostawców oraz wahania makroekonomiczne najczęściej prowadzą nie tylko do zakłóceń, lecz także do wzrostu marnotrawstwa materiałowego, nadprodukcji i zwiększonego śladu środowiskowego. W analizie tych autorów szczególne miejsce zajmuje ryzyko związane z jakością dostawców, wskazywane jako czynnik o najwyższej krytyczności. Od strony ESG oznacza to konieczność budowania długoterminowych, transparentnych relacji w łańcuchu wartości oraz wzmacniania nadzoru nad procesami produkcyjnymi partnerów, elementów kluczowych zarówno dla bezpieczeństwa produktu, jak i zmniejszania negatywnego wpływu środowiskowego. Kolejną grupę zagrożeń stanowią czynniki makroekonomiczne, takie jak niestabilność gospodarcza czy wahania kursów walut, które w sektorze motoryzacyjnym wpływają na dostępność surowców, ceny komponentów oraz zdolność dostawców do utrzymania płynności. Dias i Imai podkreślają, że ryzyka te wywołują efekt domina w całym łańcuchu wartości, wzmacniając presję na tworzenie bardziej elastycznych, regionalizowanych i odpornych struktur logistycznych, zgodnych z kierunkiem wyznaczanym przez strategię zrównoważonego rozwoju. Do kategorii zagrożeń o wysokiej istotności należą również problemy związane z nieterminowością dostaw oraz ryzyko upadłości kluczowych partnerów. W ujęciu zrównoważonego zarządzania łańcuchem wartości wskazuje to na konieczność wdrażania mechanizmów odpowiedzialnego nadzoru dostawców oraz dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia. Z perspektywy ESG działania takie ograniczają zarówno ryzyko przerw w dostawach, jak i ryzyko społeczne, związane chociażby z niestabilnością pracy, presją kosztową czy

[112] M. D. Abdulrahman, Improving agility and resilience of automotive spares supply chains through coopetition. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 170, 2023. 102994.

obniżaniem standardów produkcji w łańcuchu globalnym. Hierarchiczny obraz ryzyk przedstawiony przez Dias i Imai wpisuje się w coraz silniejszy nurt w literaturze, który akcentuje, że odporność, transparentność i odpowiedzialność środowiskowo-społeczna muszą być rozpatrywane jako wzajemnie powiązane elementy architektury łańcucha wartości. Wskazane przez autorów czynniki ryzyka, jakość komponentów, stabilność makroekonomiczna, ryzyko logistyczne czy wypłacalność dostawców, mają bezpośrednie przełożenie nie tylko na efektywność, lecz także na zdolność przedsiębiorstw do realizacji celów ESG poprzez redukcję marnotrawstwa, skracanie czasu reakcji oraz budowanie transparentnych relacji z partnerami. W ten sposób analiza Dias i Imai dostarcza istotnego wkładu do dyskursu nad integrowaniem zrównoważonego rozwoju z zarządzaniem ryzykiem, wskazując, że efektywność i odpowiedzialność nie stanowią dwóch konkurencyjnych logik, lecz są współzależnymi składnikami nowoczesnego modelu motoryzacyjnego łańcucha wartości[113].

W literaturze przedmiotu coraz wyraźniej podkreśla się, że współczesny łańcuch dostaw funkcjonuje w warunkach permanentnej niepewności, co wymusza odejście od tradycyjnych, reaktywnych modeli zarządzania na rzecz systemowych, proaktywnych strategii wzmacniania odporności[114]. Tendencja ta jest szczególnie widoczna w sektorze motoryzacyjnym, którego globalny i silnie zintegrowany charakter sprawia, że nawet lokalne zaburzenia mogą generować kaskadowe skutki w całej sieci wartości. Analizy branżowe, jak te prezentowane w opracowaniach Jabil (2023), akcentują, że podmioty motoryzacyjne coraz częściej postrzegają ryzyko nie jako pojedyncze zdarzenie, lecz jako złożony układ współoddziałujących czynników, które wymagają zintegrowanych i technologicznie zaawansowanych form koordynacji. W ujęciu teoretycznym na pierwszy plan wysuwają się niedobory komponentów, zwłaszcza półprzewodników, które stały się symbolem kruchości współczesnego łańcucha wartości. Problem ten ma jednocześnie wymiar środowiskowy i społeczny: presja konkurencyjna w obszarze półprzewodników zwiększa zależności geopolityczne, intensyfikuje obciążenie surowcowe i podnosi ryzyko nieetycznych praktyk w głębokich szczeblach łańcucha dostaw. W tym sensie niedobory komponentów stają się jednym z kluczowych punktów styku między odpornością a realizacją celów ESG. Drugim obszarem o rosnącym znaczeniu jest niestabilność geopolityczna, obejmująca konflikty

[113] G. C. Dias, T. Imai, Supply chain risk management and risk ranking in the automotive industry. *Gestão & Produção*, 27(1), 2020.
[114] Ł. Marzantowicz, Niepewność i nieprzewidywalność w łańcuchu dostaw – rozważania teoretyczne. *Nauki o Zarzadzaniu*, 2017, 31: 62-70.

handlowe, zmienność regulacji celnych oraz zakłócenia transportowe. W literaturze wskazuje się, że czynniki te wymuszają redefinicję architektury łańcucha dostaw w kierunku regionalizacji, *nearshoringu* oraz dywersyfikacji źródeł pozyskiwania surowców i komponentów. Tendencje te są zbieżne z paradygmatem zrównoważonego rozwoju, gdyż skracanie łańcucha dostaw prowadzi równocześnie do redukcji emisji, poprawy kontroli nad warunkami pracy oraz większej przejrzystości działań partnerów biznesowych. Coraz istotniejszą kategorię ryzyka stanowią również zagrożenia cybernetyczne. W dobie cyfryzacji, elektryfikacji i rosnącej roli oprogramowania, bezpieczeństwo cybernetyczne staje się integralnym wymiarem ładu korporacyjnego (*governance*). Naruszenia w tym obszarze mogą skutkować nie tylko zakłóceniami produkcji, ale również złamaniem wymogów dotyczących ochrony danych, co w literaturze ESG jest postrzegane jako jedno z kluczowych ryzyk systemowych. Istotne znaczenie ma także deficyt kompetencji technologicznych, szczególnie w obszarach inżynierii, analityki danych i oprogramowania. Z perspektywy ESG czynnik ten łączy odpowiedzialność społeczną z długoterminową odpornością: brak wysoko wykwalifikowanej kadry utrudnia wdrażanie niskoemisyjnych technologii, automatyzacji oraz nowoczesnych systemów monitoringu, które stanowią podstawę zrównoważonej transformacji. Wreszcie, na współczesny łańcuch dostaw motoryzacji coraz silniejszy wpływ wywiera presja regulacyjna i oczekiwania związane z realizacją celów ESG. Zgodnie z interpretacjami przedstawianymi w literaturze branżowej, wymogi środowiskowe i społeczne przestają być traktowane jako zewnętrzny „koszt zgodności", a zaczynają pełnić funkcję fundamentalnej determinanty projektowania produktów, struktury łańcucha wartości oraz metod alokacji ryzyka. Rosnąca potrzeba transparentności, dokumentowania śladu środowiskowego oraz monitorowania warunków pracy w głębokich poziomach sieci dostaw sprawia, że przedsiębiorstwa wdrażają coraz bardziej zaawansowane systemy cyfrowe, umożliwiające śledzenie przepływów materiałowych, energii i danych w czasie rzeczywistym. Współczesne zarządzanie łańcuchem dostaw wymaga przejścia od reaktywnego zarządzania kryzysowego do modelu opartego na zwinności, przejrzystości i dywersyfikacji. Trendy te są spójne z logiką zrównoważonego rozwoju: zdolność do adaptacji jest dziś równie ważna jak zdolność do redukcji negatywnego wpływu środowiskowego i społecznego. Tym samym odporność i ESG okazują się nie tylko komplementarne, lecz wręcz współzależne, a ich integracja staje się kluczowym wyróżnikiem nowoczesnego łańcucha wartości w sektorze motoryzacyjnym[115].

[115] Jabil. The automotive supply chain: Why risk management is crucial now. *Jabil Blog*, 2023, April 25.

W literaturze dotyczącej współczesnego łańcucha dostaw podkreśla się, że globalne kryzysy, zwłaszcza pandemia COVID-19, ujawniły systemową kruchość modeli logistycznych zdominowanych przez logikę redukcji kosztów i skrajnej optymalizacji. Zdarzenia te są interpretowane jako punkt zwrotny, który wymusił rewizję dotychczasowych paradygmatów zarządzania i przyspieszył przejście w kierunku modeli akcentujących odporność, zwinność i przejrzystość, a więc kompetencje głęboko osadzone w koncepcji zrównoważonego rozwoju i ESG.

W opracowaniach teoretycznych zwraca się uwagę, że odporność łańcucha dostaw jest funkcją zdolności do absorpcji zakłóceń oraz sprawnego odtworzenia operacji, natomiast zwinność odzwierciedla umiejętność szybkiego reagowania na gwałtowne zmiany w popycie i podaży. Kluczowe znaczenie dla obu kompetencji ma widoczność w łańcuchu dostaw, rozumiana jako możliwość monitorowania przepływów materiałowych i informacyjnych w czasie rzeczywistym. Widoczność ta jest dziś w dużej mierze zależna od wdrożenia technologii cyfrowych, systemów chmurowych, IoT, platform analitycznych, które umożliwiają wczesne identyfikowanie nieciągłości i przewidywanie możliwych wąskich gardeł. W literaturze ESG interpretuje się ten trend jako podstawę ładu korporacyjnego (*governance*), zwiększającą transparentność działań w całym łańcuchu wartości.

Coraz częściej podkreśla się również znaczenie dywersyfikacji bazy dostawców jako mechanizmu zwiększającego odporność systemu. Modele oparte na pojedynczych źródłach dostaw czy geograficznej koncentracji okazały się szczególnie podatne na wstrząsy związane z blokadami transportowymi, ograniczeniami sanitarnymi czy lokalnymi przestojami produkcyjnymi. Dywersyfikacja, obejmująca *multisourcing, nearshoring* oraz rozwój alternatywnych kanałów zaopatrzenia, jest w literaturze dotyczącej zrównoważonego rozwoju interpretowana jako narzędzie redukcji ryzyka środowiskowego i społecznego, ponieważ sprzyja skróceniu tras logistycznych, zmniejsza emisje i poprawia kontrolę nad warunkami pracy w dalszych ogniwach łańcucha dostaw.

Istotnym obszarem teoretycznych analiz jest rola dojrzałości cyfrowej w budowaniu odporności. Organizacje, które wcześniej rozwinęły kompetencje w zakresie automatyzacji, pracy zdalnej, analityki danych i integracji systemów, wykazały większą zdolność adaptacji do zmiennych warunków. W kontekście ESG element „S" (*Social*) wiąże się tu z bezpieczeństwem pracy i elastycznością organizacyjną, natomiast aspekt „E" obejmuje efektywność zasobową i redukcję emisji poprzez optymalizację procesów.

W literaturze dotyczącej strategii, pandemia doprowadziła także do krytycznej rewizji klasycznego modelu *Just-in-Time*. Minimalizacja zapasów, skuteczna w warunkach stabilności,

okazała się niewystarczająca w obliczu skokowych zakłóceń. W odpowiedzi pojawił się postulat stosowania hybrydowych strategii, łączących efektywność JIT z elementami buforowania kluczowych komponentów, określanymi jako podejście Just-in-Case. Zależność ta jest coraz częściej interpretowana jako element ładu korporacyjnego: odpowiedzialne zarządzanie cyklem dostaw wymaga bowiem równowagi między produktywnością a zdolnością do utrzymania ciągłości działania. W ujęciu syntetycznym pandemia uwidoczniła, że zwinność i odporność nie są jedynie kompetencjami, lecz fundamentalnymi wymiarami zrównoważonego modelu tworzenia wartości. Wzmacnianie widoczności, rozwój technologii cyfrowych, dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia i rewizja polityki zapasów to dziś nieodłączne elementy zarówno strategii ESG, jak i nowoczesnych ram zarządzania ryzykiem w sektorze motoryzacyjnym[116].

W literaturze przedmiotu podkreśla się, że sztuczna inteligencja staje się jednym z kluczowych narzędzi umożliwiających redukcję środowiskowego śladu branży motoryzacyjnej. Analizy wskazują, że technologie oparte na AI przestają pełnić rolę rozwiązań eksperymentalnych, a coraz częściej stanowią integralny element systemów projektowania, produkcji i zarządzania łańcuchem dostaw. Ich zastosowanie pozwala nie tylko na optymalizację procesów, lecz także na systemowe ograniczanie emisji, zużycia energii i generowania odpadów, co bezpośrednio wpisuje się w wymiar środowiskowy ESG. Ujęcia teoretyczne podkreślają, że sztuczna inteligencja umożliwia konstruowanie produktów o wyższym poziomie efektywności środowiskowej poprzez modelowanie wariantów konstrukcyjnych pod kątem minimalizacji materiałochłonności i analizę cyklu życia (LCA) w czasie rzeczywistym. W procesach produkcyjnych AI wspiera natomiast wykrywanie anomalii, precyzyjne sterowanie parametrami maszyn oraz predykcyjne zarządzanie energią, co pozwala znacząco ograniczać straty materiałowe i zużycie zasobów. W perspektywie łańcucha dostaw technologie te sprzyjają inteligentnemu planowaniu tras, optymalizacji obciążenia transportowego oraz redukcji pustych przebiegów, co przekłada się na zmniejszenie emisji związanych z logistyką. Jednocześnie automatyzacja analityki ryzyka i predykcyjne modelowanie zakłóceń zwiększają stabilność systemu, łącząc aspekty środowiskowe z efektywnością i odpowiedzialnością zarządczą. Z tego powodu sztuczna inteligencja jest coraz częściej ujmowana w literaturze jako narzędzie umożliwiające równoległe osiąganie celów ekologicznych i ekonomicznych, a tym samym

[116] L. Ben-Meir, Supply chain resilience and agility during COVID-19. *Proceedings of the Association of Marketing Theory and Practice*, 2022, 1-10.

stanowiące fundament transformacji branży motoryzacyjnej w kierunku zrównoważonego rozwoju[117].

Współczesny łańcuch dostaw, funkcjonujące w środowisku rosnącej niepewności i globalnych zakłóceń, staje przed koniecznością fundamentalnej redefinicji dotychczasowych paradygmatów. Analiza literatury przedmiotu wskazuje na wyraźną ewolucję w podejściu do zarządzania łańcuchem dostaw: od klasycznych modeli koncentrujących się na identyfikacji i klasyfikacji ryzyka, poprzez rozwój proaktywnych zdolności organizacyjnych, takich jak odporność i zwinność, aż po implementację zaawansowanych technologii cyfrowych jako kluczowych czynników umożliwiających zrównoważoną transformację branży motoryzacyjnej. Systematyczna identyfikacja i hierarchizacja zagrożeń pozostaje punktem wyjścia dla budowy odpornych systemów. Badania przeprowadzone przez Dias i Imai (2020) w brazylijskim sektorze motoryzacyjnym, oparte na metodzie Fuzzy TOPSIS, wykazały, że do najbardziej krytycznych ryzyk należą problemy jakościowe u dostawców, kryzysy ekonomiczne oraz wahania kursów walut. Wyniki te, oparte na równoczesnej ocenie prawdopodobieństwa wystąpienia i siły wpływu na wyniki, są spójne z późniejszymi analizami branżowymi. Przykładowo, badania Jabil (2023) wskazują na utrzymującą się i narastającą wagę takich zagrożeń jak niedobory komponentów (zwłaszcza półprzewodników), niestabilność geopolityczna oraz ryzyka cybernetyczne, które menedżerowie postrzegają jako strategiczne zagrożenie dla ciągłości działania całego łańcucha wartości.

W odpowiedzi na te zidentyfikowane zagrożenia literatura naukowa proponuje szereg strategii mitygacyjnych. Analiza wpływu pandemii COVID-19 przeprowadzona przez Ben-Meir (2022) dowiodła, że zdolność łańcucha dostaw do przetrwania i adaptacji była wprost uzależniona od uprzednio rozwiniętych zdolności, w szczególności widoczności przepływów, dywersyfikacji bazy dostawców oraz elastyczności w zarządzaniu zapasami. Wyniki te unaoczniły słabości dogmatycznego stosowania filozofii Just-in-Time i konieczność wdrażania hybrydowych strategii buforowania, takich jak podejście Just-in-Case. Z kolei Abdulrahman (2023) zaproponował innowacyjne rozwiązanie w formie koncepcji zdatnego łańcucha dostaw (VSC), opartego na koopetycji i mobilnych centrach druku 3D. Model ten umożliwia transformację systemu z produkcji na magazyn w produkcję na zamówienie, zwiększając jednocześnie zwinność, odporność oraz efektywność wykorzystania zasobów, co ma również znaczenie z perspektywy zrównoważonego rozwoju.

[117] D. Einsele, AI driving sustainability in the automotive industry. *Knowledge Agent*, 2023, September 12.

Równolegle do rozwoju strategii organizacyjnych w literaturze coraz wyraźniej akcentowana jest rola technologii cyfrowych w realizacji celów środowiskowych, społecznych i ładu korporacyjnego (ESG). Analizy Einsele (2023) wskazują, że sztuczna inteligencja staje się kluczowym narzędziem umożliwiającym ograniczanie negatywnego wpływu środowiskowego w całym cyklu życia produktu. Jej zastosowania obejmują m.in. projektowanie konstrukcji o obniżonej materiałochłonności, optymalizację zużycia energii w procesach produkcyjnych oraz zwiększanie efektywności recyklingu dzięki zaawansowanym technikom sortowania materiałów. Wyniki badań Walk i współpracowników (2023) dodatkowo systematyzują zastosowania wizji komputerowej w ramach inteligentnych systemów produktowo-usługowych, prezentując je w formie skrzynki morfologicznej, która łączy konkretne zadania analityczne z celami zrównoważonego rozwoju na każdym etapie cyklu życia produktu[118].

Synteza przedstawionych ujęć pokazuje, że współczesne rozumienie zrównoważonego rozwoju i CSR/ESG w motoryzacji opiera się na trzech wzajemnie powiązanych osiach: odporności, transformacji strukturalnej oraz wykorzystania zaawansowanych technologii. Po pierwsze, odporność łańcucha dostaw jest interpretowana jako warunek zrównoważonego funkcjonowania, zdolność do absorpcji wstrząsów, dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia i odejścia od skrajnego JIT sprzyja zarówno stabilności ekonomicznej, jak i redukcji „kosztów kryzysów" ponoszonych społecznie i środowiskowo. Po drugie, transformacja w stronę pojazdów elektrycznych, software'owych i modeli gospodarki cyrkularnej (wydłużanie życia produktów, recykling, druk 3D części) wymusza przebudowę łańcucha wartości, w której kryteria ESG, bezpieczeństwo surowcowe, ślad węglowy, warunki pracy w łańcuchu dostaw, stają się równie ważne jak koszt wytworzenia. Po trzecie, sztuczna inteligencja jawi się jako technologia „spinająca" te procesy: umożliwia lżejsze konstrukcje, oszczędność energii, optymalizację logistyki, lepsze zarządzanie bateriami i bardziej efektywny recykling, łącząc cele ekologiczne z poprawą wyników. W tym ujęciu ESG nie jest już zewnętrznym wymogiem regulacyjnym, lecz integralnym elementem modelu biznesowego i istotną zmienną kształtującą percepcję łańcucha wartości przez praktyków.

[118] J. Walk, N. Kühl, M. Saidani, J. Schatte, *Artificial intelligence for sustainability: Facilitating sustainable smart product-service systems with computer vision* [Preprint], arXiv, 2023.

3.3. Zarządzanie zasobami ludzkimi w kontekście transformacji branży

Dynamiczna transformacja technologiczna, określana mianem czwartej rewolucji przemysłowej, prowadzi do głębokiej rekonfiguracji procesów pracy, modeli biznesowych oraz sposobów funkcjonowania organizacji. Zmiany te, napędzane rozwojem sztucznej inteligencji, robotyki, analityki danych i cyfrowych ekosystemów produkcyjnych, oddziałują bezpośrednio na strukturę zatrudnienia, zapotrzebowanie na kompetencje oraz mechanizmy zarządzania kapitałem ludzkim. W literaturze przedmiotu konsekwentnie podkreśla się, że rewolucja technologiczna nie ogranicza się do wdrożeń technicznych, lecz obejmuje również fundamentalną przebudowę sposobów pracy i relacji między technologią a człowiekiem. W rezultacie zarządzanie zasobami ludzkimi (HRM) staje się jednym z kluczowych obszarów determinujących zdolność organizacji do adaptacji, uczenia się i utrzymania przewagi konkurencyjnej.

Celem prezentowanych treści jest przedstawienie interdyscyplinarnego przeglądu literatury dotyczącego wpływu współczesnych technologii, w szczególności sztucznej inteligencji i rozwiązań Przemysłu 4.0, na rynek pracy i strategie HRM. Uwzględniono w nim zarówno wyniki badań empirycznych, jak i propozycje koncepcyjne oraz przeglądy systematyczne, które razem tworzą wielowymiarowy obraz zachodzących przemian. Analiza obejmuje kilka komplementarnych poziomów interpretacji: (1) makroekonomiczne zmiany strukturalne na rynku pracy, w tym transformację popytu na umiejętności, automatyzację zadań i polaryzację zatrudnienia; (2) mikroekonomiczne i organizacyjne determinanty rozwoju kompetencji, innowacyjności i produktywności; (3) ewolucję funkcji i praktyk HR, w tym zarządzania talentami, rekrutacji, szkolenia, rozwoju oraz retencji; (4) nowe modele pracy i ich konsekwencje dla dobrostanu oraz efektywności pracowników; oraz (5) rolę etyki, odpowiedzialności i ram regulacyjnych w implementacji technologii cyfrowych.

Włączenie tak szerokiego spektrum badań jest uzasadnione tym, że transformacja technologiczna nie jest procesem jednowymiarowym. Zmienia ona zarówno strukturę kompetencyjną pracowników, jak i sposób funkcjonowania organizacji, co sprawia, że tradycyjne ujęcia HRM wymagają redefinicji. Literatura wskazuje, że obecny etap rozwoju gospodarki charakteryzuje się jednoczesnym wzrostem zapotrzebowania na zaawansowane kompetencje techniczne, społeczne i poznawcze, intensyfikacją procesów automatyzacji oraz rosnącą rolą kapitału niematerialnego. Zmianom tym towarzyszy presja na rozwój zwinnych, opartych na danych i inkluzywnych modeli zarządzania talentami, a także na tworzenie środowisk pracy sprzyjających uczeniu się, innowacyjności i adaptacyjności. Prezentowany

przegląd literatury dostarcza zatem z jednej strony diagnozy najważniejszych trendów przekształcających rynek pracy, z drugiej, stanowi podstawę do identyfikacji wyzwań i rekomendacji dla współczesnego zarządzania zasobami ludzkimi. Kolejne rozważania omawiają szczegółowo wyniki licznych badań, które ukazują, jak rozwój technologii wpływa na popyt na umiejętności, produktywność, innowacyjność, modele szkoleniowe, praktyki HR oraz doświadczenia pracowników. Dzięki temu możliwe jest zrozumienie, jakie kompetencje stają się kluczowe w erze Przemysłu 4.0, jakie modele rozwoju kapitału ludzkiego są najbardziej efektywne oraz jakie nowe role i strategie HR wyłaniają się w kontekście gwałtownej transformacji branżowej.

Wśród badań dokumentujących przekształcenia struktury popytu na kompetencje w gospodarce szczególną uwagę zwracają analizy Alekseevej, Angrista, Hulla i Tito (2023), którzy podjęli próbę empirycznego uchwycenia skali i kierunku zmian wywołanych gwałtowną ekspansją sztucznej inteligencji. Autorzy, wykorzystując obszerny zbiór danych z ogłoszeń o pracę publikowanych w Stanach Zjednoczonych w latach 2010 - 2019, dokonali systematycznego pomiaru rosnącego zapotrzebowania na umiejętności związane z AI. W ich ujęciu „wakaty AI" zdefiniowano jako te stanowiska, które wymagały co najmniej jednej specyficznej kompetencji z zakresu sztucznej inteligencji, takich jak uczenie maszynowe, głębokie uczenie czy widzenie komputerowe. Tak przyjęta metodologia pozwoliła precyzyjnie uchwycić zmiany strukturalne w popycie na kwalifikacje technologiczne. Wyniki przeprowadzonych analiz jednoznacznie wskazują na gwałtowny wzrost zapotrzebowania na umiejętności AI w całej gospodarce, przy czym dynamika ta jest silnie skoncentrowana sektorowo i zawodowo. Jak wykazują Alekseeva, Angrist, Hull i Tito (2023), największa intensyfikacja popytu występuje w sektorze informatycznym, a następnie w usługach profesjonalnych i finansach, lecz symptomy tej transformacji coraz wyraźniej przenikają także do inżynierii, architektury, nauk ścisłych i stanowisk kierowniczych. Oznacza to, że zapotrzebowanie na kompetencje AI nie jest ograniczone wyłącznie do wysoko wyspecjalizowanych ról technicznych, lecz staje się elementem przekrojowym, obejmującym szerokie spektrum funkcji organizacyjnych. Tendencja ta koresponduje z szerszymi ustaleniami literatury HRM, zgodnie z którymi cyfryzacja rozszerza zakres oczekiwanych kompetencji, przenosząc je z peryferii organizacji do jej kluczowych ról decyzyjnych. Autorzy identyfikują również charakterystykę przedsiębiorstw szczególnie aktywnych w rekrutacji specjalistów AI. Zgodnie z ich ustaleniami są to przede wszystkim firmy duże, o wysokiej kapitalizacji rynkowej, dysponujące znacznymi zasobami finansowymi oraz intensywnie inwestujące w działalność badawczo-rozwojową. Oznacza to, że umiejętności AI stają się komponentem

strategii konkurencyjnej, szczególnie w przedsiębiorstwach charakteryzujących się wysokim poziomem gotowości technologicznej. Jednocześnie obserwowane wzorce wskazują, że technologie AI działają jako katalizator transformacji organizacyjnej, wymuszając rozwój nowych praktyk HRM, zwłaszcza w obszarze pozyskiwania talentów i strategii wynagradzania. Jednym z najbardziej znaczących ustaleń Alekseevej, Angrista, Hulla i Tito (2023) jest istnienie wyraźnej premii płacowej za kompetencje AI. Analizy przeprowadzone w obrębie tych samych organizacji oraz tych samych kategorii stanowisk pokazują, że posiadanie umiejętności związanych ze sztuczną inteligencją wiąże się ze wzrostem wynagrodzenia odpowiednio o około 11% oraz 5%. Wysokość tej premii jest szczególnie widoczna w przypadku stanowisk kierowniczych, co stanowi ważny sygnał dla teorii i praktyki HRM: kompetencje AI stają się jednym z kluczowych atrybutów przywództwa w gospodarce cyfrowej. Autorzy odnotowują również pozytywny efekt zewnętrzny, przedsiębiorstwa intensywnie rekrutujące specjalistów AI oferują podwyższone wynagrodzenia także na stanowiskach niezwiązanych bezpośrednio z technologiami sztucznej inteligencji. Może to świadczyć o szerszej transformacji struktury płac wewnątrz firm w odpowiedzi na zmianę profilu strategicznych kompetencji[119].

Kwestia wpływu cyfryzacji na przyszłość rynku pracy jest jednym z kluczowych obszarów analiz w literaturze dotyczącej transformacji technologicznej. W tym kontekście istotny wkład wnosi praca Arntza, Gregory'ego i Zierahna (2020), którzy w swoich badaniach podjęli próbę rewizji dominujących narracji przewidujących masowe bezrobocie technologiczne. Autorzy skupili się na gospodarce niemieckiej, jednak przedstawiony przez nich model analityczny ma zastosowanie znacznie szersze i stanowi ważną przeciwwagę dla uproszczonych prognoz opartych na szacowaniu ryzyka redukcji ról zawodowych wskutek wdrażania systemów autonomicznych. Punktem wyjścia dla ich krytycznej analizy jest odrzucenie podejścia Frey'a i Osborne'a, które opiera się na ocenie możliwości automatyzacji całych zawodów. Arntz, Gregory i Zierahn argumentują, że taki sposób pomiaru znacząco zawyża prognozy utraty miejsc pracy, ponieważ ignoruje wewnętrzną heterogeniczność pracy i fakt, że tylko część zadań składających się na daną profesję nadaje się do automatyzacji. W odpowiedzi autorzy proponują podejście zadaniowe (*task-based approach*), zgodnie z którym to poziom zagrożenia automatyzacją poszczególnych czynności, a nie zawodów jako całości, powinien stanowić podstawę analiz predykcyjnych. Zastosowane przez autorów symulacje ekonometryczne prowadzą do ważnego i często niedocenianego wniosku: choć digitalizacja rzeczywiście przyspiesza automatyzację licznych zadań, jej przewidywany wpływ

[119] L. Alekseeva, J. D. Angrist, M. Hull, M. Tito, The Demand for AI Skills in the Labor Market. *NBER Working Paper*, w31322. (Dostępny jako preprint NBER/SSRN), 2023.

na ogólne poziomy zatrudnienia jest umiarkowany, a nawet może być lekko pozytywny. Mechanizmy kompensacyjne, które odpowiadają za ten efekt, obejmują przede wszystkim: (1) wzrost produktywności, prowadzący do obniżenia cen i zwiększenia popytu na dobra oraz usługi, co generuje dodatkowe miejsca pracy; (2) procesy adaptacyjne pracowników, którzy przejmują zadania trudniejsze do zautomatyzowania i współpracują z technologią, a nie są nią zastępowani; oraz (3) kreację nowych miejsc pracy związanych z projektowaniem, produkcją i wdrażaniem technologii cyfrowych.

Jednocześnie jednak autorzy wskazują, że nawet jeśli ogólny bilans zatrudnienia nie wykazuje trendu negatywnego, to sama struktura rynku pracy ulega głębokim przeobrażeniom. Najbardziej narażeni na negatywne skutki automatyzacji są pracownicy wykonujący rutynowe zadania, zarówno manualne, jak i poznawcze, które najłatwiej podlegają zastąpieniu technologią. Z kolei pracownicy wysoko wykwalifikowani, wykonujący zadania abstrakcyjne, analityczne i interakcyjne, odnoszą relatywne korzyści, ponieważ technologie cyfrowe działają komplementarnie wobec ich pracy, zwiększając produktywność i wartość rynkową ich kompetencji. W rezultacie badanie Arntza, Gregory'ego i Zierahna (2020) potwierdza tezę o narastającej polaryzacji kompetencyjnej i dochodowej, która staje się jednym z głównych wyzwań dla współczesnej polityki rynku pracy.

Autorzy podkreślają, że transformacja cyfrowa nie prowadzi do „końca pracy", lecz do konieczności poniesienia istotnych kosztów dostosowawczych. W ich ocenie kluczowym zadaniem państwa i organizacji staje się rozwój systemów uczenia się przez całe życie, wspieranie elastycznych ścieżek przebranżowienia oraz rozwój polityk aktywizujących, umożliwiających pracownikom przechodzenie do ról wymagających bardziej zaawansowanych kompetencji. Wnioski te są spójne z szerszą literaturą dotyczącą HRM w erze Przemysłu 4.0, potwierdzając, że inwestycje w kapitał ludzki i zarządzanie kompetencjami stanowią nieodzowny warunek skutecznego przeprowadzenia transformacji technologicznej w skali makroekonomicznej i organizacyjnej[120].

Jednym z najważniejszych i jednocześnie najbardziej zagadkowych problemów współczesnej ekonomii pracy jest tzw. paradoks produktywności, czyli obserwacja, że mimo gwałtownego postępu technologicznego, zwłaszcza w zakresie sztucznej inteligencji, wzrost produktywności w gospodarkach rozwiniętych pozostaje stosunkowo niski. W celu wyjaśnienia tego zjawiska Brynjolfsson, Rock i Syverson (2021) proponują koncepcję teoretyczną, która rzuca nowe światło na dynamikę wdrażania technologii ogólnego przeznaczenia (*General*

[120] M. Arntz, T. Gregory, U. Zierahn, Digitalization and the future of work: Macroeconomic consequences. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 14(2020-24), 2020, 1-21.

Purpose Technologies - GPT). Autorzy stawiają hipotezę „krzywej J produktywności", zgodnie z którą wpływ przełomowych technologii, takich jak elektryczność, silnik parowy czy współcześnie sztuczna inteligencja, charakteryzuje się początkowym spadkiem, a dopiero w dalszym okresie gwałtownym wzrostem mierzonej produktywności. Centralnym elementem zaproponowanego modelu jest rola komplementarnych inwestycji w aktywa niematerialne, które w praktyce warunkują możliwość pełnego wykorzystania potencjału GPT. Brynjolfsson, Rock i Syverson dowodzą, że wdrożenie zaawansowanych technologii wiąże się nie tylko z inwestycjami kapitałowymi w sprzęt czy oprogramowanie, ale przede wszystkim z trudnymi do uchwycenia zmianami organizacyjnymi, takimi jak przebudowa procesów biznesowych, reorganizacja pracy, integracja danych, rozwój nowych modeli zarządzania, szkolenie pracowników czy projektowanie nowej architektury systemów. Ponieważ inwestycje te wymagają znacznych zasobów oraz czasu, początkowy okres wdrażania GPT cechuje się obniżeniem mierzonej produktywności, co odpowiada dolnemu, opadającemu fragmentowi krzywej J. Co istotne, standardowe miary produktywności, takie jak PKB na godzinę pracy, nie uwzględniają w pełni kosztów i korzyści związanych z akumulacją kapitału niematerialnego. W efekcie gospodarka może przechodzić intensywną fazę transformacji i budowy zdolności komplementarnych, która nie znajduje odzwierciedlenia w oficjalnych statystykach. Dopiero w momencie, gdy zasób aktywów niematerialnych osiągnie masę krytyczną, ujawnia się pełna synergia między GPT a nową strukturą organizacyjną, co przekłada się na dynamiczny wzrost produktywności, wznoszący się fragment krzywej J. Brynjolfsson, Rock i Syverson podkreślają, że ten wzorzec był już obserwowany w historii: zarówno elektryfikacja, jak i wcześniejsze rewolucje technologiczne przyniosły zauważalny wzrost produktywności dopiero dekady po ich wprowadzeniu, gdy organizacje i cały system gospodarczy zainwestowały w odpowiednie zdolności i procesy komplementarne. Autorzy sugerują, że gospodarka znajduje się obecnie w analogicznym punkcie rozwoju, na wczesnym etapie krzywej J, gdzie ponoszone są ogromne, lecz trudno mierzalne inwestycje związane z implementacją AI, natomiast ich efekty wynikowe dopiero zaczną materializować się w perspektywie kolejnych lat. Model ten ma istotne implikacje dla zarządzania zasobami ludzkimi. Wynika z niego, że adaptacja organizacji do technologii AI wymaga równoległego inwestowania w kompetencje pracowników oraz w strukturalne zmiany organizacyjne. Oznacza to, że rola HRM w epoce AI wykracza daleko poza kwestie, staje się strategiczna, obejmując tworzenie komplementarnych zasobów, które są warunkiem koniecznym uwolnienia przyszłych zysków produktywności[121].

[121] E. Brynjolfsson, D. Rock, C. Syverson, The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), 2021, 333-372. (Dostępny jako preprint NBER).

Ważnym wkładem do zrozumienia, jak technologie Przemysłu 4.0 wpływają na zatrudnienie i strukturę kompetencyjną rynku pracy, są badania Calvino i Virgillito (2020), którzy przeprowadzili wieloaspektową analizę relacji między adopcją nowych technologii a dynamiką popytu na pracę na poziomie przedsiębiorstw. Autorzy, wykorzystując dane mikroekonomiczne z firm funkcjonujących w państwach OECD, zastosowali modele ekonometryczne umożliwiające identyfikację wpływu różnych typów technologii, robotyki, oprogramowania, narzędzi cyfrowych i zaawansowanych systemów produkcyjnych, na tworzenie i likwidację miejsc pracy oraz na zmianę struktury zapotrzebowania na umiejętności. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich badań jest to, że wpływ technologii na zatrudnienie ma charakter heterogeniczny i zależy zarówno od specyfiki technologii, jak i sektora gospodarki. Zgodnie z wynikami Calvino i Virgillito, technologie cyfrowe o charakterze komplementarnym, takie jak chmura obliczeniowa, analityka danych czy zaawansowane systemy informatyczne, częściej prowadzą do wzrostu netto zatrudnienia. Dzieje się tak, ponieważ poprawa produktywności i efektywności generuje dodatkowy popyt na produkty i usługi, co kompensuje potencjalne efekty wypierania pracy. Odmienny efekt zaobserwowano w przypadku zaawansowanej robotyki i automatyzacji fizycznej, zwłaszcza w sektorach produkcyjnych. W tych obszarach wdrażanie robotów przemysłowych wiązało się częściej z redukcją zapotrzebowania na pracowników o niskich i średnich kwalifikacjach wykonujących zadania rutynowe. Wyniki badań potwierdzają zatem rosnącą polaryzację rynku pracy: wzrost popytu dotyczy przede wszystkim pracowników wysoko wykwalifikowanych, zwłaszcza w obszarach STEM oraz stanowisk menedżerskich i specjalistycznych, podczas gdy zapotrzebowanie na pracę rutynową ulega systematycznemu spadkowi. Efekt ten jest szczególnie silny w przemyśle, natomiast w sektorze usług technologia częściej pełni funkcję komplementarną, wspierając pracowników i tworząc nowe miejsca pracy. W rezultacie proces transformacji technologicznej jawi się jako przejaw „kreatywnej destrukcji", wdrażanie nowych rozwiązań prowadzi jednocześnie do eliminacji pewnych kategorii stanowisk oraz do powstawania nowych ról wymagających bardziej zaawansowanych kompetencji. Calvino i Virgillito podkreślają, że rosnące dysproporcje w popycie na umiejętności mogą pogłębiać nierówności na rynku pracy, a skuteczna polityka publiczna powinna koncentrować się na wzmacnianiu edukacji, przekwalifikowania i uczenia się przez całe życie, aby umożliwić pracownikom przechodzenie do nowych segmentów rynku pracy generowanych przez transformację technologiczną[122].

[122] F. Calvino, M. E. Virgillito, Technology, employment and skills. OECD Science. *Technology and Industry Working Papers*, 2020/03.

David J. Deming (2021) dokonuje syntetycznej analizy badań empirycznych dokumentujących stopniowy, lecz konsekwentny wzrost znaczenia umiejętności społecznych na rynku pracy, szczególnie w kontekście postępującej automatyzacji oraz cyfryzacji procesów pracy. Głównym celem autora jest wykazanie, że od początku lat 80. XX wieku rynek pracy w Stanach Zjednoczonych coraz wyżej wynagradza pracowników łączących kompetencje interpersonalne z zaawansowanymi umiejętnościami poznawczymi, co stanowi fundamentalną zmianę w strukturze popytu na kwalifikacje.

Deming, wykorzystując dane z różnych źródeł, w tym z bazy O*NET oraz panelowych badań ankietowych, takich jak *National Longitudinal Survey of Youth* (NLSY), pokazuje, że wzrost zatrudnienia i płac był w ostatnich dekadach najwyższy w zawodach charakteryzujących się jednocześnie wysoką intensywnością umiejętności społecznych i matematyczno-analitycznych. W przeciwieństwie do tego, zawody wymagające wprawdzie wysokich kompetencji poznawczych, ale niewielkiej interakcji interpersonalnej, odnotowały znacznie wolniejszy wzrost, a w niektórych segmentach obserwowano wręcz spadki zatrudnienia. Wyniki te podważają tradycyjny paradygmat, zgodnie z którym przewagę konkurencyjną budują przede wszystkim umiejętności analityczne; zamiast tego wskazują na rosnącą komplementarność między kompetencjami społecznymi a poznawczymi.

Jednym z najważniejszych rezultatów badań Deminga jest udokumentowanie systematycznie rosnącej premii płacowej za kompetencje społeczne. Analizy regresji, kontrolujące poziom umiejętności poznawczych, wykazały, że pracownicy z wyższym poziomem umiejętności interpersonalnych osiągają wyższe wynagrodzenia, a różnica ta powiększa się w czasie. Autor interpretuje to zjawisko w świetle coraz większej roli pracy zespołowej w organizacjach. Współczesne procesy pracy opierają się na koordynacji, komunikacji, negocjacjach i rozwiązywaniu problemów w zespołach, co powoduje, że pracownicy posiadający kompetencje społeczne stają się bardziej produktywni i trudniej zastępowalni przez technologie cyfrowe.

Deming argumentuje, że transformacja technologiczna, poprzez automatyzację zadań rutynowych, zarówno manualnych, jak i kognitywnych, przesuwa akcent ludzkiej pracy w stronę tych obszarów, w których maszyny nadal wykazują ograniczenia: interpretacji kontekstu, budowania relacji, współpracy i rozumienia intencji. W efekcie rośnie popyt na pracowników zdolnych do efektywnej interakcji społecznej, a umiejętności interpersonalne stają się strategicznym uzupełnieniem umiejętności poznawczych w gospodarce opartej na wiedzy[123].

[123] D. J. Deming, The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market. *NBER Reporter*, 2021(2), 1-7.

Irginia Dignum (2021) formułuje fundamenty koncepcji Odpowiedzialnej Sztucznej Inteligencji (*Responsible AI*), prezentując podejście, które przesuwa akcent z parametrów technicznych na wartości społeczne, etyczne i organizacyjne. W przedstawionym ujęciu odpowiedzialność nie jest właściwością samej technologii, lecz wynika z decyzji projektowych, sposobu implementacji oraz praktyk zarządczych towarzyszących systemom AI. Dignum podkreśla, że sztuczna inteligencja może przynosić korzyści społeczne wyłącznie wtedy, gdy jej rozwój jest zakorzeniony w wartościach ludzkich i normach regulacyjnych, a jej działanie pozostaje transparentne i podlega nadzorowi. Centralne znaczenie w zaproponowanej koncepcji mają tzw. pryncypia ART, czyli trzy normatywne filary, które powinny być wbudowane w każdy etap funkcjonowania systemów AI. Pierwszym z nich jest Odpowiedzialność (*Accountability*)**,** odnosząca się do konieczności zapewnienia mechanizmów umożliwiających przypisanie odpowiedzialności za decyzje podejmowane przez systemy algorytmiczne. Obejmuje to wymagania dotyczące audytowania modeli, jawności danych oraz możliwości oceny wpływu systemu na użytkowników i interesariuszy. Drugim filarem jest Zobowiązanie (*Responsibility*)**,** rozumiane jako etyczny obowiązek przewidywania i uwzględniania konsekwencji społecznych, prawnych i organizacyjnych wynikających z zastosowania AI. Trzecim elementem jest Przejrzystość (*Transparency*)**,** czyli wymóg zrozumiałości działania systemów sztucznej inteligencji, obejmujący możliwość wyjaśnienia logiki ich decyzji oraz udostępniania informacji o danych, na których operują. Dignum wskazuje, że pryncypia te powinny przenikać cały cykl życia systemów AI, począwszy od projektowania i zbierania danych, poprzez tworzenie modeli, aż po ich implementację i monitorowanie. Odpowiedzialna AI, w jej ujęciu, wymaga także współpracy interdyscyplinarnej, obejmującej specjalistów z obszarów technologicznych, społecznych, prawnych i etycznych, co ma zapobiegać redukcjonistycznemu podejściu zdominowanemu wyłącznie przez perspektywę inżynierską. Przedstawione przez Dignum ramy akcentują konieczność projektowania systemów AI jako technologii zorientowanych na człowieka, w których wartości etyczne nie są dodatkiem do procesu tworzenia, lecz jego integralnym elementem. Takie ujęcie stanowi istotny wkład do współczesnych dyskusji dotyczących roli sztucznej inteligencji w organizacjach, podkreślając znaczenie normatywnych zasad w kształtowaniu technologii wykorzystywanych w środowisku pracy i szerzej, w życiu społecznym[124].

[124] V. Dignum, Responsible AI: developing human-centred AI. *AI and Ethics*, 1(1), 2021, 101-102.

Dwivedi i współautorzy (2021) przedstawiają wielowątkową, interdyscyplinarną panoramę współczesnej sztucznej inteligencji, ukazując ją jako obszar o ogromnym potencjale transformacyjnym, ale jednocześnie niosący ze sobą głębokie wyzwania etyczne, społeczne i zarządcze. Autorzy podkreślają, że rozwój AI przebiega równolegle w wielu domenach: technicznej, gospodarczej, prawnej i społecznej, co czyni tę technologię jednym z najbardziej złożonych zjawisk współczesnej innowacji. W zaprezentowanym ujęciu kluczowe zagadnienia koncentrują się wokół trzech głównych obszarów: wyzwań, szans oraz kierunków dalszego rozwoju. W części poświęconej wyzwaniom szczególne znaczenie mają kwestie etyczne, określane jako fundamentalne zmienne problemowe dla całego ekosystemu AI. Należą do nich przede wszystkim stronniczość algorytmiczna, problematyka sprawiedliwości i równego traktowania, brak przejrzystości związany z tzw. „czarną skrzynką" systemów uczących się, a także trudności w przypisaniu odpowiedzialności za decyzje podejmowane przez autonomiczne modele. Autorzy wskazują, że problemy te nie mają charakteru incydentalnego, są zakorzenione w sposobie projektowania i wdrażania systemów AI, co czyni je szczególnie trudnymi do rozwiązania. Równie istotne są wyzwania społeczne, obejmujące głębokie przeobrażenia rynku pracy. Dwivedi i współautorzy zwracają uwagę na rosnącą automatyzację zadań, zmiany w strukturze popytu na umiejętności oraz ryzyko polaryzacji zatrudnienia, które mogą prowadzić do wzrostu nierówności ekonomicznych. Wskazują przy tym, że wpływ AI jest wysoce asymetryczny, w niektórych sektorach może wzmacniać produktywność i tworzyć nowe miejsca pracy, podczas gdy w innych przyczyniać się do ich zanikania. Jednocześnie autorzy szeroko opisują transformacyjny potencjał AI. Przedstawiają liczne przykłady jej zastosowań w obszarach takich jak opieka zdrowotna, transport, edukacja czy finanse, gdzie systemy oparte na sztucznej inteligencji umożliwiają zaawansowaną personalizację usług, automatyzację procesów decyzyjnych oraz wprowadzenie innowacji produktowych o charakterze przełomowym. Analiza podkreśla, że technologie te, odpowiednio wdrażane, mogą prowadzić do skokowego wzrostu efektywności oraz otwierać zupełnie nowe modele biznesowe. W pracy zaakcentowano również wagę rozwoju interdyscyplinarnych ram teoretycznych i metod oceny wpływu społecznego AI. Autorzy argumentują, że prowadzenie badań łączących perspektywę techniczną z etyką, prawem, socjologią i ekonomią jest niezbędne do zapewnienia odpowiedzialnego kierunku rozwoju technologii. Wskazują też na potrzebę tworzenia struktur regulacyjnych oraz praktyk organizacyjnych, które umożliwią systematyczne wdrażanie zasad odpowiedzialności, przejrzystości i nadzoru w systemach sztucznej inteligencji. Przegląd Dwivediego i współautorów (2021) stanowi tym samym syntetyczne ujęcie najważniejszych wektorów ewolucji AI, ukazując ją jednocześnie jako

źródło innowacji i jako obszar wymagający świadomego, skoordynowanego zarządzania na poziomie organizacyjnym, branżowym i społecznym[125].

Morteza Ghobakhloo (2020) podjął się zadania zbadania i usystematyzowania wiedzy na temat powiązań między technologiami Przemysłu 4.0 a zrównoważonym rozwojem. Kluczowym wnioskiem płynącym z jego analizy jest to, że Przemysł 4.0 posiada ogromny potencjał, aby stać się motorem napędowym zrównoważonej produkcji, jednak realizacja tych korzyści nie jest automatyczna i wymaga świadomego oraz strategicznego podejścia ze strony przedsiębiorstw. W aspekcie społecznym, autor wskazuje na możliwości poprawy bezpieczeństwa i ergonomii pracy, na przykład poprzez wykorzystanie robotów współpracujących (*cobotów*) do wykonywania zadań niebezpiecznych lub fizycznie obciążających. Jednocześnie Ghobakhloo zwraca uwagę na wyzwania, takie jak potrzeba rozwoju nowych kompetencji cyfrowych u pracowników i ryzyko polaryzacji na rynku pracy. Wreszcie, w wymiarze ekonomicznym, Przemysł 4.0 przyczynia się do zrównoważonego rozwoju poprzez tworzenie nowych, bardziej efektywnych modeli biznesowych i zwiększanie konkurencyjności firm, co jest warunkiem ich długoterminowego przetrwania. Podsumowując, Ghobakhloo argumentuje, że aby potencjał Przemysłu 4.0 w zakresie zrównoważonego rozwoju mógł zostać w pełni zrealizowany, cele te muszą być integralną częścią strategii cyfryzacji firmy, a nie jedynie jej dodatkiem[126].

Haddud i McAllen (2022) zajęli się problemem luki kompetencyjnej powstającej w erze Przemysłu 4.0, stawiając sobie za cel opracowanie kompleksowych ram koncepcyjnych dla podnoszenia kwalifikacji siły roboczej. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich analizy jest stwierdzenie, że skuteczne przygotowanie pracowników na wyzwania Przemysłu 4.0 wymaga holistycznego i zintegrowanego podejścia, które wykracza poza doraźne szkolenia techniczne. Zaproponowany przez autorów model opiera się na syntezie literatury i składa się z kilku wzajemnie powiązanych komponentów. Jako główne zmienne generujące konieczność *upskillingową*, Haddud i McAllen wskazują na postęp technologiczny, globalną konkurencję oraz zmieniające się oczekiwania klientów. W sercu ich ram koncepcyjnych leży szczegółowa kategoryzacja kompetencji przyszłości. Autorzy dzielą je na trzy główne grupy: umiejętności techniczne (np. analityka danych, obsługa systemów cyberfizycznych, sztuczna inteligencja), umiejętności poznawcze (np. krytyczne myślenie, kreatywność, kompleksowe rozwiązywanie

[125] Y. K. Dwivedi et al., Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 2021, 101994.

[126] M. Ghobakhloo, Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 2020, 119869.

problemów) oraz umiejętności społeczno-emocjonalne (np. współpraca, inteligencja emocjonalna, zdolności komunikacyjne). Wyniki ich syntezy wskazują, że to właśnie synergia między tymi trzema obszarami jest kluczowa dla efektywności pracownika w zdigitalizowanym środowisku. Model przedstawia również proces *upskillingowy* jako cykl składający się z czterech etapów: identyfikacji i oceny istniejących oraz pożądanych umiejętności, projektowania spersonalizowanych ścieżek szkoleniowych, implementacji programów edukacyjnych z wykorzystaniem nowoczesnych metod (np. e-learning, wirtualna rzeczywistość), a na końcu ewaluacji i ciągłego doskonalenia. Haddud i McAllen podkreślają również rolę czynników wspomagających, takich jak wsparcie ze strony kierownictwa, kultura organizacyjna promująca uczenie się przez całe życie oraz odpowiednie inwestycje w infrastrukturę szkoleniową. Podsumowując, autorzy argumentują, że ich ramy koncepcyjne oferują firmom strategiczne narzędzie do systematycznego zarządzania kapitałem ludzkim w dobie czwartej rewolucji przemysłowej, co jest niezbędne do utrzymania innowacyjności i konkurencyjności[127].

Hecklau, Galeitzke, Flachs i Kohl (2020) w swoich badaniach skoncentrowali się na zidentyfikowaniu i usystematyzowaniu kluczowych kompetencji pracowniczych niezbędnych w dobie czwartej rewolucji przemysłowej. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich badań jest teza, że adaptacja do wymogów Przemysłu 4.0 wymaga zrównoważonego rozwoju kompetencji w czterech równie ważnych obszarach, a koncentracja wyłącznie na umiejętnościach technicznych jest niewystarczająca. Wynikiem ich pracy jest czterofilarowy model kompetencji. Pierwszą kategorię stanowią kompetencje techniczne, które obejmują specyficzne umiejętności takie jak obsługa i programowanie robotów, analityka dużych zbiorów danych, bezpieczeństwo IT oraz znajomość systemów produkcyjnych IT. Drugą grupą są kompetencje metodologiczne, odnoszące się do sposobu wykonywania pracy; autorzy zaliczają do nich kreatywność, umiejętność rozwiązywania problemów, analityczne myślenie oraz efektywne planowanie pracy. Trzeci filar to kompetencje społeczne, czyli umiejętności interpersonalne kluczowe dla współpracy w zdigitalizowanym środowisku, takie jak komunikacja, praca zespołowa, zdolności przywódcze oraz kompetencje międzykulturowe. Ostatnią, czwartą kategorią są kompetencje osobiste, które dotyczą indywidualnych cech i postaw pracownika, w tym elastyczności, motywacji do ciągłego uczenia się, samodyscypliny oraz umiejętności pracy pod presją. Podsumowując, Hecklau i jego współautorzy argumentują, że ich holistyczny model dostarcza kompleksowych ram, które pomagają firmom zrozumieć, że sukces w erze

[127] A. Haddud, D. McAllen, Workforce Upskilling for Industry 4.0: A Conceptual Framework. *Sustainability*, 14(3), 2022, 1549.

Przemysłu 4.0 zależy nie tylko od zaawansowania technologicznego, ale w równym stopniu od zdolności adaptacyjnych, współpracy i osobistego zaangażowania pracowników[128].

Kipper i współautorzy (2021) zastosowali metodę mapowania naukowego w celu zidentyfikowania i skategoryzowania kluczowych kompetencji wymaganych w kontekście Przemysłu 4.0. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich badania jest potwierdzenie, że profil kompetencyjny pracownika ery Przemysłu 4.0 jest z natury interdyscyplinarny i wymaga zintegrowania zaawansowanych umiejętności technicznych z wysoko rozwiniętymi kompetencjami miękkimi. Wyniki mapowania naukowego ujawniły kilka wyraźnych grup kompetencji. Pierwszy, dominujący klaster obejmował kompetencje techniczne i cyfrowe, w ramach którego najczęściej pojawiały się takie terminy jak Internet Rzeczy (IoT), systemy cyberfizyczne, analiza dużych zbiorów danych, sztuczna inteligencja oraz cyberbezpieczeństwo. Drugi istotny klaster tematyczny dotyczył kompetencji poznawczych i metodologicznych, gdzie kluczowe okazały się umiejętności takie jak kompleksowe rozwiązywanie problemów, myślenie krytyczne, kreatywność i zarządzanie projektami. Trzecia zidentyfikowana grupa skupiała się na kompetencjach społecznych i interpersonalnych, podkreślając znaczenie pracy zespołowej, komunikacji, przywództwa oraz zdolności do adaptacji w zróżnicowanym środowisku. Czwarty, nieco mniej zwarty klaster, odnosił się do kompetencji osobistych, takich jak proaktywność, orientacja na uczenie się przez całe życie i elastyczność. Kipper i współautorzy dostarczyli empirycznego dowodu, opartego na analizie dorobku naukowego, że przygotowanie kadr do Przemysłu 4.0 musi mieć charakter holistyczny. Ich praca pokazuje, które obszary kompetencyjne są najintensywniej badane i uznawane za kluczowe, co może stanowić cenną wskazówkę dla instytucji edukacyjnych i przedsiębiorstw w projektowaniu programów nauczania i szkoleń[129].

Mikalef i Gupta (2021) podjęli się zadania konceptualizacji i pomiaru nowego konstruktu, jakim jest zdolność w zakresie sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence Capability* - AIC), a także zbadania jego wpływu na wyniki finansowe przedsiębiorstw. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich badania jest to, że zdolność w zakresie AI jest złożonym, wielowymiarowym zasobem, który ma pozytywny i znaczący wpływ na wyniki firmy. Wyniki badań doprowadziły do zidentyfikowania trzech kluczowych wymiarów, które składają się na zdolność w zakresie sztucznej inteligencji. Pierwszym wymiarem są zasoby

[128] F. Hecklau, M. Galeitzke, S. Flachs, H. Kohl, Holistic competency model for Industrie 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(9), 2020, 1851-1868.
[129] L. M. Kipper et al., Scientific Mapping to Identify Competencies for Industry 4.0. Sustainability, 13(17), 2021, 9607.

materialne, czyli infrastruktura technologiczna, obejmująca sprzęt, oprogramowanie i platformy AI. Drugi wymiar to zasoby ludzkie, a więc umiejętności i wiedza pracowników w zakresie rozwijania i wdrażania rozwiązań AI. Trzeci, niematerialny wymiar obejmuje takie aspekty jak zarządzanie oparte na danych, kultura organizacyjna wspierająca eksperymentowanie oraz zdolność do integracji AI ze strategią biznesową. Model statystyczny opracowany przez autorów wykazał, że zmienna latentna, jaką jest zdolność w zakresie AI (AIC), ma silny, pozytywny i statystycznie istotny wpływ na zmienną zależną, czyli wyniki firmy (mierzone postrzeganą rentownością, wzrostem udziału w rynku i efektywnością). Podsumowując, Mikalef i Gupta dostarczyli zarówno ram teoretycznych, jak i praktycznego narzędzia do oceny dojrzałości firmy w obszarze AI. Ich praca dowodzi, że sukces w implementacji sztucznej inteligencji nie zależy wyłącznie od inwestycji w technologię, ale od budowy holistycznej zdolności organizacyjnej, która integruje technologię, ludzi i procesy[130].

Zhao i Lee (2022) przeprowadzili empiryczną analizę mającą na celu zbadanie, w jaki sposób adopcja technologii Przemysłu 4.0 wpływa na zmiany w zapotrzebowaniu na umiejętności na rynku pracy oraz jak rynek adaptuje się do tych przemian. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich badania jest to, że Przemysł 4.0 działa jako akcelerator technologicznej zmiany o charakterze faworyzującym umiejętności (*skill-biased technological change*), zwiększając popyt na zaawansowane kompetencje analityczne i społeczne, przy jednoczesnym ograniczaniu zapotrzebowania na zadania rutynowe. Metodologia zastosowana przez autorów opierała się na analizie danych panelowych na poziomie branżowym, łącząc informacje o inwestycjach w technologie Przemysłu 4.0 z danymi o strukturze zatrudnienia i wymaganych umiejętnościach, pozyskanymi z analizy ofert pracy online. Główną zmienną niezależną w ich modelach ekonometrycznych była intensywność adopcji technologii Przemysłu 4.0 w danej branży. Zmienne zależne stanowiły natomiast wskaźniki popytu na różne kategorie umiejętności, które autorzy podzielili na trzy główne grupy: umiejętności analityczne (np. krytyczne myślenie, analiza danych), umiejętności społeczne (np. komunikacja, współpraca) oraz rutynowe umiejętności manualne i poznawcze. Wyniki regresji z efektami stałymi pokazały, że wzrost adopcji technologii Przemysłu 4.0 ma silny, pozytywny i statystycznie istotny wpływ na zapotrzebowanie na umiejętności analityczne oraz społeczne. Oznacza to, że firmy intensywnie inwestujące w nowe technologie poszukują przede wszystkim pracowników zdolnych do rozwiązywania złożonych problemów i efektywnej współpracy.

[130] P. Mikalef, M. Gupta, Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement, and impact on firm performance. *Information & Management*, 58(3), 2021, 103434.

Jednocześnie autorzy stwierdzili negatywną i statystycznie istotną korelację między adopcją Przemysłu 4.0 a popytem na rutynowe umiejętności, zarówno manualne, jak i poznawcze. W kontekście adaptacji rynku pracy, badanie Zhao i Lee wykazało również istnienie rosnącej premii płacowej dla pracowników posiadających umiejętności komplementarne wobec nowych technologii. Podsumowując, autorzy dostarczają solidnych dowodów empirycznych na to, że czwarta rewolucja przemysłowa fundamentalnie przekształca krajobraz kompetencyjny, pogłębiając polaryzację na rynku pracy i stawiając pilne wyzwania przed systemami edukacji i programami szkoleń zawodowych[131].

Abubakar i współautorzy (2022) przedstawiają w swoich badaniach systematyczną syntezę literatury dotyczącą relacji między zarządzaniem talentami a procesami transformacji cyfrowej, ukazując głębokie przeobrażenia, jakie digitalizacja wywołuje we wszystkich kluczowych funkcjach HR. Autorzy wskazują, że cyfrowe technologie stają się nie tylko narzędziem wspierającym, lecz także siłą strukturalnie przekształcającą praktyki związane z pozyskiwaniem, rozwojem i retencją pracowników. Transformacja cyfrowa, zdefiniowana jako zmiana sposobu działania organizacji poprzez wprowadzanie technologii takich jak sztuczna inteligencja, analityka danych czy platformy cyfrowe, redefiniuje logikę funkcji personalnej, przesuwając ją w kierunku podejść bardziej zwinnych, zintegrowanych i opartych na danych.

Przegląd literatury przeprowadzony przez Abubakara i współautorów oparty został na rygorystycznym protokole SLR, obejmującym selekcję i analizę artykułów pochodzących z baz Scopus i Web of Science. Analiza tematyczna pozwoliła na identyfikację zestawu dominujących wątków badawczych. Zmiennymi syntetyzowanymi w ramach tego przeglądu były główne koncepcje funkcjonujące w badaniach nad zarządzaniem talentami w warunkach cyfryzacji, co umożliwiło mapowanie kierunków zmian zachodzących w obszarze HRM. Wyniki wskazują, że transformacja cyfrowa oddziałuje na każdy etap cyklu zarządzania talentami. W obszarze pozyskiwania talentów szczególne znaczenie zyskują narzędzia oparte na sztucznej inteligencji, takie jak algorytmy selekcji kandydatów i systemy rekomendacyjne, które umożliwiają automatyzację części procesów rekrutacyjnych oraz poprawę ich trafności. Równocześnie rośnie rola analityki HR jako zmiennej wspierającej identyfikowanie najskuteczniejszych kanałów pozyskiwania specjalistów oraz prognozowanie przyszłego zapotrzebowania kompetencyjnego.

[131] S. Zhao, H. Lee, Industry 4.0, skill shifts, and labor market adaptation. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 2022, 121248.

W zakresie rozwoju talentów literatura uwidacznia dynamiczny wzrost znaczenia programów *upskillingowych* i *reskillingowych*, ukierunkowanych na budowanie kompetencji cyfrowych oraz adaptacyjnych. Transformacja cyfrowa sprzyja wdrażaniu platform e-learningowych, hybrydowych ścieżek rozwoju oraz systemów umożliwiających personalizację procesów szkoleniowych na podstawie danych o postępach i preferencjach pracowników.

Równie istotne zmiany obserwuje się w obszarze retencji talentów. Analizowane badania wskazują, że utrzymanie kluczowych pracowników w warunkach cyfrowej transformacji zależy od budowania kultury organizacyjnej opartej na elastyczności, transparentności i autonomii. Zmiennymi często wymienianymi w literaturze są tu cyfrowe narzędzia monitorowania dobrostanu pracowników, systemy wspierające model pracy zdalnej oraz technologie umożliwiające bieżące badanie zaangażowania.

Autorzy zwracają uwagę na szereg napięć i wyzwań wynikających z digitalizacji zarządzania talentami, podkreślając potrzebę pogłębionych badań nad etycznymi implikacjami wykorzystania AI w procesach HR, wpływem technologii na różnorodność i inkluzywność, a także nad metodami oceny zwrotu z inwestycji w cyfrowe narzędzia wspierające rozwój kapitału ludzkiego. Wnioski Abubakara i współautorów ukazują zatem zarządzanie talentami jako obszar znajdujący się w stanie intensywnej transformacji, w której technologie cyfrowe pełnią rolę czynnika redefiniującego zarówno praktyk, jak i strategiczne fundamenty funkcji HR[132].

Ancarani wraz ze współautorami przeprowadzili empiryczną analizę kapitału ludzkiego w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej, koncentrując się na włoskich firmach produkcyjnych i ich strategiach adaptacji do Przemysłu 4.0. Wyniki ich badań ukazują, że transformacja technologiczna wymaga równoczesnego rozwoju kompetencji technicznych, cyfrowych oraz miękkich, a także wdrażania zróżnicowanych modeli szkoleniowych, które wspierają innowacyjność procesową i produktową.

Badanie oparte zostało na danych pozyskanych za pomocą kwestionariusza ankietowego skierowanego do reprezentatywnej próby przedsiębiorstw przemysłowych. Zastosowana metodologia obejmowała analizę czynnikową, która pozwoliła na uporządkowanie kategorii umiejętności oraz modelów szkoleniowych, a także modele regresji oceniające ich wpływ na dwa kluczowe wymiary wyników innowacyjnych: innowacje procesowe i produktowe. Zmiennymi w modelach były postrzegana ważność poszczególnych

[132] A. M. Abubakar et al., Talent Management and Digital Transformation: A Systematic Review of the Literature and Future Research Agenda. *Sustainability*, 14(22), 2022, 15063.

rodzajów kompetencji (technicznych, cyfrowych i miękkich) oraz intensywność stosowania różnych form szkolenia, takich jak szkolenia w miejscu pracy, kursy zewnętrzne czy współpraca z uczelniami.

Analiza deskryptywna potwierdziła, że przedsiębiorstwa najwyżej oceniają kompetencje miękkie, szczególnie zdolność rozwiązywania problemów, komunikację i pracę zespołową, wskazując, że są one fundamentem skutecznego funkcjonowania w warunkach dynamicznych zmian technologicznych. Jednocześnie, mimo dominacji tradycyjnych form szkolenia, zauważalna jest rosnąca rola współpracy z podmiotami zewnętrznymi, zwłaszcza z uniwersytetami i centrami badawczymi, które umożliwiają dostęp do najnowszej wiedzy technologicznej oraz wspierają budowę kompetencji komplementarnych wobec narzędzi Przemysłu 4.0.

Najistotniejsze wnioski wynikają z analiz regresyjnych, które pokazały wyraźne różnice w tym, jak poszczególne elementy kapitału ludzkiego wpływają na odmienne typy innowacji. Innowacyjność procesowa okazała się silnie powiązana z rozwojem umiejętności technicznych i cyfrowych, co odzwierciedla znaczenie biegłości technologicznej dla modernizacji operacji produkcyjnych. Z kolei innowacyjność produktowa była najsilniej stymulowana przez kompetencje miękkie oraz przez modele szkoleniowe oparte na współpracy, wskazując na rolę kreatywności, otwartości poznawczej i uczenia się organizacyjnego w procesie tworzenia nowych produktów.

Badania Ancaraniego i współautorów dostarczają przekonujących dowodów na to, że skuteczna adaptacja do Przemysłu 4.0 wymaga holistycznego podejścia do rozwoju kapitału ludzkiego. Kluczowe jest równoważenie inwestycji w umiejętności techniczne i cyfrowe z rozwojem kompetencji miękkich oraz elastycznym doborem modeli szkoleniowych, tak aby ich konfiguracja była spójna z zamierzeniami innowacyjnymi organizacji[133].

Analiza przeprowadzona przez Jiriego Balcara (2021) koncentruje się na roli kompetencji miękkich jako czynnika kształtującego innowacyjność i produktywność na poziomie przedsiębiorstwa. Autor, wykorzystując unikalny zbiór danych pracodawca–pracownik dla czeskiej gospodarki, pokazuje, że zagregowany zasób umiejętności miękkich pracowników stanowi istotny komponent kapitału organizacyjnego, który w mierzalny sposób wpływa na wyniki ekonomiczne firm. W badaniu zastosowano szczegółowe połączenie danych o pracownikach z informacjami o wynikach przedsiębiorstw, co umożliwiło precyzyjne powiązanie struktury kompetencyjnej siły roboczej z efektywnością firm. Kluczową zmienną

[133] A. Ancarani, et al., Human capital for industry 4.0: an empirical analysis of the new scenarios, training models and drivers of innovation. *Production & Manufacturing Research*, 8(1), 2020, 267-285.

objaśniającą był średni poziom kompetencji miękkich pracowników, zoperacjonalizowany za pomocą cech osobowości z modelu Wielkiej Piątki, przede wszystkim sumienności oraz otwartości na doświadczenia. Zmiennymi wynikowymi były innowacyjność (jako wskaźnik wdrożenia innowacji produktowych lub procesowych) oraz produktywność mierzona wartością sprzedaży przypadającą na jednego pracownika. Modele ekonometryczne kontrolowały szereg czynników zakłócających, w tym wielkość i wiek przedsiębiorstwa, charakterystykę branży, intensywność kapitałową oraz przeciętny poziom umiejętności poznawczych zatrudnionych. Rezultaty analiz dostarczyły jednoznacznych dowodów, że kompetencje miękkie mają niezależny, pozytywny wpływ na zdolność firm do generowania innowacji. Przedsiębiorstwa o wyższej średniej wartości takich cech jak sumienność czy otwartość wykazywały istotnie większe prawdopodobieństwo wprowadzania nowych produktów i procesów, nawet po odseparowaniu wpływu umiejętności poznawczych. Podobny efekt zaobserwowano dla produktywności: firmy dysponujące zasobem pracowników o wyższym poziomie kompetencji miękkich osiągały wyższe przychody w przeliczeniu na pracownika. Kompetencje miękkie nie są wyłącznie atrybutem jednostki, lecz pełnią funkcję strategicznego zasobu organizacyjnego. Ich obecność sprzyja tworzeniu środowiska wspierającego współpracę, kreatywność oraz sprawną koordynację działań, co bezpośrednio przekłada się na większą innowacyjność i produktywność przedsiębiorstw w warunkach transformacji technologicznej[134].

Rozważania na temat czynników wspierających nieformalne uczenie się w miejscu pracy podjęli Bednall, Sanders i Runhaar (2021). Kluczowym wnioskiem płynącym z ich badania jest potwierdzenie, że pozytywny wpływ przywództwa na nieformalne uczenie się jest w dużej mierze realizowany poprzez tworzenie środowiska, w którym pracownicy czują się bezpiecznie, aby podejmować ryzyko interpersonalne, takie jak zadawanie pytań czy eksperymentowanie. Bednall, Sanders i Runhaar udowadniają, że rola lidera w stymulowaniu uczenia się polega nie tyle na bezpośrednim nauczaniu, ile na świadomym kreowaniu bezpiecznego środowiska pracy[135].

Analizując gwałtowne przeobrażenia wywołane pandemią COVID-19, Collings, Scullion i Caligiuri (2020) przedstawiają koncepcyjną rekonstrukcję paradygmatu globalnego zarządzania talentami, wskazując obszary, które wymagają zasadniczego przemyślenia w świetle bezprecedensowego szoku zewnętrznego. Autorzy argumentują, że pandemia nie

[134] J. Balcar, Do soft skills matter? Firm-level evidence on the role of soft skills for innovation and productivity. *Empirica*, 48(2), 2021, 395-423.

[135] T. C. Bednall, K. Sanders, P. Runhaar, Stimulating Informal Learning Among Employees: The Role of Leader-Member Exchange and Psychological Safety. *Frontiers in Psychology*, 12, 2021, 648940.

tylko ujawniła słabości dotychczasowych modeli, lecz także doprowadziła do trwałej zmiany ich podstawowych założeń, co wymusza redefinicję kluczowych mechanizmów funkcjonowania globalnych organizacji. Przedstawiona przez nich analiza ma charakter syntetyczny i służy uporządkowaniu najważniejszych kierunków przyszłych badań. Pierwszy z nich dotyczy zmiany natury pracy globalnej. Tradycyjny model ekspatriacji został w dużej mierze zastąpiony przez wirtualne formy współpracy międzynarodowej, co rodzi potrzebę zbadania nowych konfiguracji zadań globalnych, ich efektywności, czynników warunkujących sukces oraz barier, zwłaszcza w kontekście pracy zdalnej na dużą skalę.

Drugi kluczowy obszar analizy obejmuje przekształcenie globalnych pul talentów. Autorzy podkreślają, że organizacje będą musiały dokonać rewizji równowagi między globalną mobilnością a lokalną odpornością, co może oznaczać przesunięcie akcentu w stronę intensyfikacji rozwoju talentów lokalnych, ograniczenia zależności od wysoko mobilnych specjalistów oraz większego zróżnicowania portfela przywódczego.

Trzeci wątek dotyczy rozszerzonego obowiązku dbałości (*duty of care*) wobec pracowników. Pandemia uwidoczniła znaczenie dobrostanu jako kluczowego elementu zdolności organizacji do utrzymania ciągłości działania, co implikuje potrzebę projektowania nowych form wsparcia psychologicznego i zdrowotnego, a także rozwijania przywództwa opartego na empatii i umiejętności budowania rezyliencji w rozproszonych zespołach.

Czwarty obszar analiz oscyluje wokół roli technologii, które stały się centralnym narzędziem umożliwiającym funkcjonowanie globalnych struktur talentowych w warunkach pracy wirtualnej. Autorzy wskazują na konieczność badania efektywności narzędzi cyfrowych stosowanych w monitorowaniu wyników, koordynacji zadań, budowaniu relacji oraz rozwoju talentów w organizacjach działających ponad granicami państw.

W syntetycznym ujęciu artykuł Collingsa, Sculliona i Caligiuri pokazuje, że globalne zarządzanie talentami stoi obecnie w obliczu fundamentalnej transformacji. Tradycyjne modele okazują się niewystarczające w warunkach niestabilności i rozproszenia pracy, a zasadniczym zadaniem staje się opracowanie nowych ram, które uwzględniają cyfryzację, odporność organizacyjną oraz dobrostan globalnej siły roboczej[136].

W obliczu rosnącej niepewności i zmienności otoczenia biznesowego, Harsch i Festing (2020) rozwijają koncepcję dynamicznego zarządzania talentami, która stanowi odpowiedź na ograniczenia tradycyjnych, statycznych i silnie sformalizowanych podejść dominujących w literaturze i praktyce HRM. Autorki argumentują, że klasyczne modele, oparte na sztywnych

[136] D. G. Collings, H. Scullion, P. Caligiuri, Global talent management and the coronavirus pandemic: a research agenda. Journal of International Business Studies, 51(9), 2020, 1637-1643.

definicjach puli talentów, hierarchicznych procesach decyzyjnych i długoterminowym planowaniu, okazują się niewystarczające w warunkach turbulentnych zmian technologicznych, organizacyjnych i rynkowych. Ich analiza wskazuje, że współczesne organizacje potrzebują bardziej zwinnych, adaptacyjnych i inkluzywnych systemów zarządzania kapitałem ludzkim.

W proponowanych ramach dynamicznego zarządzania talentami Harsch i Festing rekonfigurują kluczowe zmienne opisujące procesy HR. Pierwszy filar dotyczy redefinicji puli talentów. Autorki postulują odejście od modelu elitarnego, w którym talent przypisywany jest na stałe wąskiej grupie pracowników, w kierunku konstrukcji płynnej i kontekstowej. W tym ujęciu status talentu jest dynamiczny, może być nadawany w zależności od projektów, ról i aktualnych potrzeb organizacji, a jego zmienność odzwierciedla logikę współczesnych organizacji opartych na projektach.

Drugim elementem modelu są procesy oparte na zwinności i decentralizacji. W miejsce scentralizowanych, cyklicznych mechanizmów oceny i planowania kariery, autorki wskazują na konieczność wprowadzenia ciągłej wymiany informacji, bieżącego feedbacku oraz większej autonomii menedżerów liniowych i samych pracowników w zakresie rozwoju kompetencji. Tego typu architektura systemu HR pozwala organizacjom szybciej reagować na zmieniające się wymagania i lepiej dopasowywać talenty do wyzwań strategicznych.

Trzecim kluczowym filarem jest orientacja na dynamiczne kompetencje. Harsch i Festing podkreślają, że w warunkach szybkiego postępu technologicznego i nieustannych zmian rynkowych dominujące znaczenie zyskują metakompetencje, takie jak zwinność uczenia się, zdolność adaptacji i odporność psychologiczna. Kompetencje te działają jako mechanizmy umożliwiające szybkie przyswajanie nowej wiedzy i efektywne funkcjonowanie w środowisku o wysokim poziomie niepewności.

Kolejny komponent modelu odnosi się do przepływów talentów i wewnętrznych sieci organizacyjnych. Autorki wskazują na potrzebę wzmacniania mobilności wewnętrznej, rozwijania poziomej współpracy między jednostkami oraz promowania kultury dzielenia się wiedzą, co sprzyja uczeniu się organizacyjnemu i zwiększa efektywność wykorzystania zasobów ludzkich.

W ujęciu końcowym Harsch i Festing proponują zmianę perspektywy, w której talent przestaje być traktowany jako statyczny zasób wymagający administracyjnego nadzoru, a zaczyna być rozumiany jako dynamiczna zdolność organizacyjna. Takie ujęcie akcentuje procesualność, elastyczność i reaktywność w zarządzaniu talentami, podkreślając, że sprawność organizacji w erze wysokiej zmienności zależy od umiejętności szybkiej

mobilizacji, rozwijania i rekonfiguracji ludzkich kompetencji w odpowiedzi na nowe wyzwania strategiczne[137].

W poszukiwaniu skutecznych metod przygotowania kadr do ery inteligentnej produkcji, Iazzolino i jego zespół (2023) skierowali swoją uwagę na fenomen fabryk uczących się.. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich wszechstronnej analizy jest ugruntowanie pozycji fabryk uczących się jako niezwykle efektywnego, a wręcz niezbędnego narzędzia pedagogicznego, które w unikalny sposób odpowiada na potrzeby kompetencyjne Przemysłu 4.0. Analiza literatury wykazała, że zmienne te można podzielić na trzy główne kategorie. Pierwsza to kompetencje techniczno-cyfrowe, takie jak obsługa systemów cyberfizycznych, analityka danych czy programowanie robotów. Iazzolino i współautorzy dostarczają przekonujących dowodów, że fabryki uczące się stanowią strategiczny pomost między teorią a praktyką, oferując doświadczalne środowisko, które jest kluczowe dla skutecznego budowania kapitału ludzkiego na potrzeby inteligentnej produkcji[138].

Jasińska-Biliczak i Sipa (2021), analizując polski sektor małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych, pokazują, że praktyki zarządzania zasobami ludzkimi stanowią istotny mechanizm generowania innowacyjności. Wyniki ich badań empirycznych wskazują, że określone konfiguracje działań HR wprost przekładają się na zdolność firm do wdrażania różnego typu innowacji, a najbardziej produktywnym obszarem okazują się praktyki ukierunkowane na rozwój i zaangażowanie pracowników. Autorki wykorzystały dane ankietowe z polskich MŚP produkcyjnych, a następnie, za pomocą analizy czynnikowej, wyodrębniły cztery kategorie praktyk HR, które stanowiły główne zmienne opisujące systemy zarządzania zasobami ludzkimi w badanych firmach: rozwój pracowników, angażowanie pracowników, ocena i motywowanie oraz pozyskiwanie talentów. Zależności między tymi praktykami a innowacyjnością przedsiębiorstw oceniono przy użyciu modeli regresji logistycznej, przy czym innowacyjność była mierzona w czterech wymiarach: produktowym, procesowym, organizacyjnym i marketingowym. Wyniki analiz jednoznacznie wskazują, że praktyki skoncentrowane na rozwoju pracowników oddziałują pozytywnie i statystycznie istotnie na wszystkie badane typy innowacji, co czyni je najsilniejszym czynnikiem sprzyjającym transformacji i rozwojowi firm MŚP. Równie istotną rolę odgrywały działania z zakresu angażowania pracowników, które silnie korelowały z innowacjami produktowymi,

[137] K. Harsch, M. Festing, Dynamic talent management. *German Journal of Human Resource Management*, 34(3), 2020, 225-251.

[138] G. Iazzolino et al., Learning Factories as Testbeds for Reskilling and Upskilling in the Smart Manufacturing Era: A Systematic Literature Review. Applied Sciences, 13(7), 2023, 4055.

procesowymi oraz organizacyjnymi, podkreślając znaczenie partycypacji i pracy zespołowej dla generowania nowych pomysłów. Z kolei systemy oceny i motywowania wykazały znaczące powiązania jedynie z innowacjami produktowymi i marketingowymi, natomiast praktyki związane z pozyskiwaniem talentów nie miały statystycznie istotnego wpływu na żadną z badanych kategorii innowacyjności. Wnioski płynące z analizy Jasińskiej-Biliczak i Sipa akcentują, że w warunkach polskiego sektora MŚP kluczowe znaczenie dla zdolności innowacyjnych ma konsekwentne inwestowanie w rozwój kompetencji już zatrudnionych pracowników oraz tworzenie środowiska organizacyjnego sprzyjającego ich aktywnemu zaangażowaniu. To właśnie te działania budują praktyczną zdolność przedsiębiorstw do generowania pomysłów, uczenia się organizacyjnego i wdrażania nowych rozwiązań, stanowiąc fundament innowacyjności w segmencie małych i średnich firm[139].

Kierując swoją uwagę na sektor motoryzacyjny w Republice Południowej Afryki, Macpherson (2024) bada, jakie strategie są kluczowe dla utrzymania talentów w organizacjach przechodzących transformację w kierunku Przemysłu 4.0. Kluczowym wnioskiem płynącym z badania jest to, że utrzymanie kluczowych pracowników w dobie cyfryzacji wymaga holistycznego podejścia, które wykracza poza tradycyjne instrumenty i koncentruje się na tworzeniu kompleksowej propozycji wartości dla pracownika. Macpherson przeprowadził serię półustrukturyzowanych wywiadów z grupą uczestników obejmującą menedżerów HR, menedżerów liniowych oraz kluczowych, wysoko wykwalifikowanych pracowników z firm motoryzacyjnych. Zebrany materiał empiryczny został następnie poddany analizie tematycznej, która polegała na kodowaniu transkrypcji i identyfikowaniu powtarzających się wzorców, co pozwoliło na wyłonienie głównych tematów reprezentujących skuteczne strategie retencyjne. Wyniki analizy pozwoliły na zidentyfikowanie kilku centralnych tematów. Pierwszym z nich jest potrzeba zapewnienia stymulującej i znaczącej pracy, która daje pracownikom poczucie autonomii i wpływu, szczególnie w projektach związanych z nowymi technologiami. Drugi kluczowy temat to możliwości ciągłego uczenia się i rozwoju, co podkreślało znaczenie dostępu do programów *upskillingowych* i *reskillingowych* w zakresie kompetencji Przemysłu 4.0. Kolejnym ważnym czynnikiem okazało się wspierające przywództwo i kultura organizacyjna, gdzie rola bezpośredniego przełożonego w tworzeniu atmosfery zaufania i docenienia była postrzegana jako krytyczna. Oprócz tego, jako fundamentalne, choć niewystarczające, wskazano konkurencyjne i sprawiedliwe wynagrodzenie oraz istnienie jasnych ścieżek kariery.

[139] A. Jasińska-Biliczak, M. Sipa, The Role of HR Practices in Fostering Innovation in Manufacturing SMEs: A Polish Perspective. *Sustainability*, 13(4), 2021, 1892.

Podsumowując, Macpherson dowodzi, że aby skutecznie zatrzymać talenty, firmy z południowoafrykańskiego sektora motoryzacyjnego muszą budować zintegrowane środowisko pracy, w którym pracownicy czują się doceniani, widzą możliwości rozwoju i mogą realizować angażujące zadania[140].

W poszukiwaniu czynników determinujących zwinność organizacyjną, Mikalef, Pappas i Krogstie (2020) skierowali swoją uwagę na rolę zdolności analitycznych w zakresie Big data. Głównym celem badawczym artykułu było empiryczne zbadanie, w jaki sposób i w jakim stopniu zdolności firmy do analizy dużych zbiorów danych (*Big Data Analytics Capabilities* – BDAC) przyczyniają się do budowania zwinności organizacyjnej. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich analizy jest to, że BDAC stanowi fundamentalny zasób strategiczny, który bezpośrednio i pozytywnie wpływa na zdolność firmy do szybkiego i efektywnego reagowania na zmiany rynkowe. Autorzy opracowali i przetestowali model teoretyczny, wykorzystując do tego celu modelowanie równań strukturalnych (SEM). W ich modelu, główną zmienną niezależną była zdolność do analizy Big Data (BDAC), zdefiniowana jako wielowymiarowy konstrukt składający się z trzech komponentów: zasobów materialnych (infrastruktura technologiczna), umiejętności ludzkich (kompetencje techniczne i menedżerskie) oraz zasobów niematerialnych (kultura oparta na danych). Zmienną zależną była zwinność organizacyjna, również ujęta wielowymiarowo jako zwinność w wykorzystywaniu szans rynkowych oraz zwinność w dostosowywaniu. Wyniki analizy statystycznej dostarczyły silnych dowodów na poparcie postawionych hipotez. Stwierdzono, że zdolność do analizy Big Data jako całość ma silny, pozytywny i statystycznie istotny wpływ na ogólną zwinność organizacyjną. Analiza poszczególnych ścieżek w modelu wykazała, że wszystkie trzy komponenty BDAC są ważnymi predyktorami zwinności. Autorzy podkreślili jednak, że chociaż infrastruktura technologiczna jest warunkiem koniecznym, to największy wpływ na budowanie zwinności mają umiejętności ludzkie oraz kultura organizacyjna wspierająca podejmowanie decyzji w oparciu o dane. Oznacza to, że sama technologia bez odpowiednich kompetencji i wspierającego środowiska nie przyniesie oczekiwanych rezultatów. Podsumowując, Mikalef, Pappas i Krogstie udowadniają, że firmy dążące do zwiększenia swojej zwinności muszą inwestować w sposób holistyczny, łącząc inwestycje w technologię z intensywnym rozwojem analitycznych kompetencji pracowników i budowaniem kultury data-driven[141].

[140] W. E. Macpherson, Talent retention strategies in Industry 4.0 automotive organisations in South Africa. SA *Journal of Human Resource Management*, 22, 2024.

[141] P. Mikalef, I. O. Pappas, J. Krogstie, The role of big data analytics capabilities in fostering organizational agility. *Information & Management*, 57(1), 2020, 103131.

Odpowiadając na wyzwania edukacyjne związane z kształceniem kadr dla cyfrowego przemysłu, Papachristos i jego współautorzy (2022) przedstawiają innowacyjny model uczenia się w miejscu pracy. Kluczowym wnioskiem płynącym z ich pracy jest to, że poprzez technologiczne połączenie środowisk akademickich i przemysłowych, można stworzyć wysoce efektywny ekosystem edukacyjny, który skutecznie rozwija kluczowe kompetencje dla Przemysłu 4.0. Autorzy dowodzą, że paradygmat Połączonej Fabryki stanowi skuteczną odpowiedź na potrzebę niwelowania luki między wiedzą teoretyczną a praktycznymi umiejętnościami, oferując studentom autentyczne i angażujące doświadczenia edukacyjne, które przygotowują ich do wyzwań inteligentnej produkcji[142].

Pereira i Romero w swojej pracy przedstawiają Przemysł 4.0 jako holistyczną transformację, która prowadzi do powstania inteligentnych fabryk, charakteryzujących się elastycznością, wydajnością i zdolnością do samoorganizacji[143].

Raghuram i współautorzy (2021), reagując na masową i gwałtowną wirtualizację pracy, przedstawiają nową, rozbudowaną agendę badawczą dotyczącą funkcjonowania jednostek, zespołów i organizacji w środowisku zdalnym i hybrydowym. Ich analiza ukazuje, że dotychczasowe ujęcia pracy wirtualnej były zbyt uproszczone, a zjawisko to cechuje wysoki poziom wielowymiarowości i wewnętrznych paradoksów, które wymagają systematycznego, interdyscyplinarnego ujęcia. Autorzy podkreślają konieczność pogłębionego badania samej natury wirtualności, wskazując na szerokie spektrum zmiennych, które różnicują doświadczenia pracowników i efektywność organizacyjną. Do kluczowych kategorii należą: stopień wirtualności (od pracy całkowicie zdalnej po zróżnicowane modele hybrydowe), poziom geograficznego rozproszenia zespołów, asynchroniczność komunikacji oraz dynamika wykorzystywanych narzędzi cyfrowych. Te cechy determinują zarówno jakość współpracy, jak i strukturę relacji społecznych w środowisku pracy. Drugi obszar wskazany przez Raghurama i współautorów dotyczy dynamiki funkcjonowania na poziomie jednostek i zespołów. Autorzy akcentują konieczność lepszego zrozumienia takich zjawisk jak cyfrowa izolacja, przeciążenie technologiami, utrzymywanie kultury organizacyjnej na odległość, a także wpływ pracy wirtualnej na kreatywność i procesy innowacyjne. Wskazują, że wirtualność może jednocześnie wzmacniać elastyczność i produktywność, ale również ograniczać spontaniczną wymianę wiedzy i nieformalną kooperację. Kolejnym ważnym wątkiem jest rola przywództwa

[142] G. Papachristos et al., Work-Based Learning for Digital Manufacturing: The Connected Factory Paradigm. *Education Sciences*, 12(6), 2022, 402.

[143] A. C. Pereira, F. Romero, A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 2017, 1206-1214.

w warunkach pracy rozproszonej. Agenda badawcza zakłada potrzebę identyfikacji nowych kompetencji liderskich, wspierających zdalne zarządzanie wynikami, budowanie zaufania oraz utrzymywanie zaangażowania w zespołach funkcjonujących w przestrzeni cyfrowej. Autorzy zwracają uwagę, że tradycyjne modele przywództwa operujące na bezpośredniej obserwacji i fizycznej obecności stają się niewystarczające. W szerszej perspektywie organizacyjnej i społecznej Raghuram i współautorzy wskazują na konieczność badania konsekwencji pracy wirtualnej dla nierówności na rynku pracy, zmian w strukturze szans zawodowych, a także przekształcenia granic między sferą zawodową i prywatną. Zwracają uwagę na pojawiające się napięcia między elastycznością a intensyfikacją pracy, jak również na możliwe długookresowe skutki zdrowotne i psychospołeczne. Przyszłość pracy wirtualnej będzie kształtowana przez złożone interakcje między technologiami, strukturami organizacyjnymi i ludzkimi zachowaniami, a zrozumienie tych zależności wymaga badań obejmujących psychologię pracy, zarządzanie, socjologię, informatykę i ekonomię pracy[144].

Analiza dylematu, przed jakim stają firmy w niestabilnych czasach, czy obsadzać wakaty pracownikami wewnętrznymi, czy zewnętrznymi, stanowi rdzeń badania przeprowadzonego przez Barbulescu i Bidwella (2021). Kluczowym wnioskiem płynącym z ich pracy jest to, że decyzje kadrowe nie są prostą reakcją na kryzys, lecz strategicznym ważeniem kosztów i korzyści obu ścieżek mobilności. Autorzy dowodzą, że w niestabilnych czasach wewnętrzne rynki pracy nie są w pełni izolowane od presji zewnętrznej. Decyzje firm są wynikiem złożonej kalkulacji, dynamicznie równoważącej trudności w pozyskaniu talentu z zewnątrz z kosztami potencjalnych zwolnień wewnątrz organizacji[145].

Rozwijając perspektywę „świata bez granic", Baruch i Vardi (2022) analizują nowe paradygmaty i siły napędowe globalnej mobilności talentów. Autorzy, odchodzą od postrzegania mobilności jako procesu zarządzanego wyłącznie przez firmy, na rzecz obrazu złożonego ekosystemu, w którym globalne trendy i indywidualne wybory odgrywają równie istotną rolę[146].

Empiryczna ocena wpływu modelu „pracy z dowolnego miejsca" na produktywność pracowników stanowiła główny przedmiot badania przeprowadzonego przez Choudhury'ego, Foroughi i Larsona (2021). Celem autorów było precyzyjne zmierzenie przyczynowego

[144] S. Raghuram, N. S. Hill, J. L. Gibbs, L. M. Maruping, Virtual work: A research agenda. Academy of *Management Discoveries*, 7(2), 2021, 291-309. (Dostępny jako preprint).

[145] R. Barbulescu, M. Bidwell, Internal versus External Mobility in Turbulent Times: The Role of Hiring and Layoff Frictions. *ILR Review*, 74(4), 2021, 953-980. (Dostępny jako preprint).

[146] Y. Baruch, Y. Vardi, Global talent mobility: a borderless world perspective. *Career Development International*, 27(4), 2022, 406-422.

wpływu wprowadzenia polityki pełnej elastyczności geograficznej (*Work-from-Anywhere* – WFA) na wyniki pracy. Kluczowym wnioskiem jest to, że WFA prowadzi do znaczącego wzrostu produktywności, nie powodując przy tym spadku jakości wykonywanych zadań. Badanie miało charakter naturalnego eksperymentu terenowego, przeprowadzonego w Urzędzie Patentów i Znaków Towarowych USA. Autorzy porównali grupę pracowników, którzy przeszli na model WFA, z grupą kontrolną pozostającą w tradycyjnym systemie pracy z domu (*Work-from-Home*). Jako miarę produktywności, czyli główną zmienną zależną, wykorzystano obiektywne dane administracyjne dotyczące liczby rozpatrzonych wniosków patentowych. Do analizy danych zastosowano metodę różnicy w różnicach (*difference-in-differences*), co pozwoliło na wyizolowanie czystego efektu nowej polityki. Stwierdzono, że wprowadzenie polityki WFA spowodowało statystycznie istotny wzrost indywidualnej produktywności o 4,4%. Co niezwykle istotne, temu wzrostowi ilościowemu nie towarzyszył żaden mierzalny spadek jakości pracy. Choudhury, Foroughi i Larson sugerują, że korzyści te mogą wynikać z możliwości relokacji do miejsc o niższych kosztach życia oraz z większej autonomii pracowników. Ich praca dostarcza silnych dowodów na to, że umożliwienie pracownikom wiedzy pracy z dowolnego miejsca na świecie może być korzystne zarówno dla nich samych, jak i dla wydajności całej organizacji[147]. Prezentując dane z całej Unii Europejskiej, agencja Eurofound (2022) w swoim raporcie dokumentuje skalę i konsekwencje upowszechnienia się pracy zdalnej w okresie po pandemii. Głównym celem publikacji było przedstawienie opartego na dowodach obrazu elastycznych form pracy, w tym warunków pracy, równowagi między życiem zawodowym a prywatnym oraz preferencji pracowników. Kluczowym wnioskiem jest to, że pandemia trwale przekształciła europejski rynek pracy, czyniąc pracę hybrydową nową normą, co niesie ze sobą zarówno korzyści, jak i wyzwania regulacyjne. Raport opiera się na analizie danych z ogólnoeuropejskich badań ankietowych, w tym z Europejskiego Ankietowego Badania Warunków Pracy. Główną zmienną analizowaną w raporcie jest rozpowszechnienie i częstotliwość telepracy i mobilnej pracy opartej na technologiach ICT. Wyniki liczbowe wskazują, że w szczytowym momencie pandemii blisko 40% siły roboczej w UE rozpoczęło pracę zdalną. Dane dotyczące preferencji pracowników są jednoznaczne: zdecydowana większość osób, które doświadczyły telepracy, chce kontynuować pracę w modelu hybrydowym, najczęściej przez dwa lub trzy dni w tygodniu. Jednocześnie raport Eurofound zwraca uwagę na negatywne konsekwencje. Jednym z kluczowych wyników jest to, że około jedna trzecia telepracowników regularnie pracuje w swoim czasie wolnym, aby

[147] P. Choudhury, C. Foroughi, B. Larson, Work-from-anywhere: The productivity effects of geographic flexibility. *Strategic Management Journal*, 42(4), 2021, 655-683. (Dostępny jako preprint).

sprostać wymaganiom zawodowym, co podkreśla problem zacierania się granic między pracą a życiem prywatnym. Choć praca zdalna zwiększa autonomię, wiąże się również z ryzykiem izolacji społecznej. Podsumowując, autorzy raportu wskazują, że nowa rzeczywistość rynkowa wymaga stworzenia ram prawnych, w tym wzmocnienia tak zwanego prawa do bycia offline, aby w pełni wykorzystać potencjał pracy elastycznej, minimalizując jednocześnie jej zagrożenia[148].

Badając doświadczenia pracowników w trybie pracy z domu w okresie pandemii COVID-19, Galanti i współautorzy (2021) skupili się na roli czynników indywidualnych i organizacyjnych. Kluczowe dla pozytywnej adaptacji do pracy zdalnej okazały się zarówno indywidualne poczucie kompetencji, jak i wsparcie ze strony organizacji. Galanti i jego zespół dostarczyli empirycznych dowodów, że w warunkach wymuszonej pracy zdalnej, organizacje mogą skutecznie wspierać swoich pracowników poprzez budowanie ich pewności siebie oraz zapewnienie silnego wsparcia społecznego i komunikacyjnego[149].

Badając złożoną relację między zarządzaniem różnorodnością[150] a wynikami innowacyjnymi, Kröner i Müller (2023) skupili się na psychologicznym bezpieczeństwie jako kluczowym czynniku pośredniczącym. Autorzy dowodzą, że aby polityka różnorodności przyniosła realne korzyści innowacyjne, musi być autentycznie skoncentrowana na tworzeniu inkluzywnej kultury, w której każdy czuje się bezpiecznie, by wnosić swoją unikalną perspektywę[151]. Weryfikując związek między zwinnością organizacyjną a kluczowymi orientacjami strategicznymi, Morgan i Wang (2020) badają, jak zwinne praktyki wpływają na orientację rynkową i orientację na uczenie się. Morgan i Wang dostarczają dowodów, że wdrażanie zwinnych metodyk to nie tylko zmiana procesowa, ale także strategiczna, która fundamentalnie wzmacnia rynkową i edukacyjną postawę firmy[152].

Diagnozując problem braku zaufania menedżerów do swoich zdalnie pracujących podwładnych, Parker, Knight i Keller (2020) w swoim artykule analizują jego skalę i konsekwencje. Autorzy dowodzą, że aby efektywnie zarządzać zdalnie,

---

[148] Eurofound. *Telework and ICT-based mobile work: Flexible working in the post-COVID-19 era*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022.

[149] T. Galanti et al., Work From Home During the COVID-19 Outbreak: The Impact on Employees' Remote Work Productivity, Engagement, and Stress. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12, 662230.

[150] E. Gross-Gołacka, Zarządzanie *różnorodnością. W kierunku zróżnicowanych zasobów ludzkich w organizacji*. Difin, Warszawa, 2018.

[151] A. Kröner, A. Müller, Diversity Management as a Driver for Innovation Performance: The Mediating Role of Psychological Safety. *Sustainability*, 15(2), 2023.

[152] R. E. Morgan, C. L. Wang, Agile organizations and the promotion of market and learning orientation. *Industrial Marketing Management*, 88, 2020, 101-114. (Dostępny jako preprint).

menedżerowie muszą świadomie budować zaufanie i przyjąć styl zarządzania oparty na rezultatach[153].

Dokonując ilościowej syntezy dekad badań nad globalną mobilnością, Reiche i jego współautorzy (2023) w swojej metaanalizie badają kluczowe czynniki sukcesu międzynarodowych delegacji. Głównym celem badawczym było statystyczne zagregowanie wyników wielu wcześniejszych studiów, aby określić siłę związku między globalną mobilnością a wynikami pracowników, a w szczególności, aby zbadać pośredniczącą rolę wypełnienia kontraktu psychologicznego i wsparcia organizacyjnego. Kluczowym wnioskiem jest to, że pozytywne efekty pracy za granicą są w dużej mierze uzależnione od tego, czy pracownik czuje, że firma dotrzymuje obietnic i zapewnia mu wsparcie. Wyniki metaanalityczne, wyrażone w postaci zagregowanych współczynników korelacji, potwierdziły silne zależności. Najważniejszym rezultatem było jednak potwierdzenie hipotezy o mediacji. Stwierdzono istnienie silnego i statystycznie istotnego efektu pośredniego. Oznacza to, że doświadczenie międzynarodowe przekłada się na wyższą satysfakcję i zaangażowanie głównie poprzez mechanizm budowania poczucia, że organizacja dba o pracownika (wysokie POS) i wypełnia swoje zobowiązania. Reiche i jego zespół dowodzą, że samo wysłanie pracownika za granicę nie gwarantuje sukcesu; kluczowe jest świadome zarządzanie jego doświadczeniem poprzez dotrzymywanie obietnic i zapewnienie solidnego wsparcia[154].

Systematyzacja dotychczasowej wiedzy na temat pracy z domu z perspektywy systemów informacyjnych stanowiła cel Sarkera i jego zespołu (2021). Sarker i współautorzy wskazują na konieczność odejścia od prostego porównywania pracy z domu i z biura na rzecz badania złożonych modeli hybrydowych. Postulują również potrzebę analizy wpływu nowych technologii, takich jak sztuczna inteligencja czy wirtualna rzeczywistość, na pracę zdalną. Agenda podkreśla także wagę badania kwestii społecznych i etycznych, w tym cyfrowego wykluczenia i algorytmicznego zarządzania. Podsumowując, autorzy wzywają badaczy systemów informacyjnych do podjęcia nowych, bardziej złożonych pytań, aby sprostać wyzwaniom nowej ery pracy[155]. Analiza relacji między pracą na platformach cyfrowych a mobilnością na rynku pracy stanowiła główny temat artykułu przeglądowego Schmida i Wagnera (2022), którzy argumentują, że praca platformowa nie ma jednego, uniwersalnego

[153] S. K. Parker, C. Knight, A. Keller, Remote Managers Are Having Trust Issues. *Harvard Business Review*, 2020. (Dostępne jako artykuł online).

[154] B. S. Reiche, Y. T. Lee, D. G. Allen, T. R. Logan, A meta-analysis of global mobility and employee outcomes: The roles of psychological contract fulfillment and organizational support. Journal of World Business, 58(2), 2023, 101379.

[155] S. Sarker et al., Work-from-Home Research in Information Systems: A Synthesis and a Research Agenda. Communications of the Association for Information Systems, 48, 2021, 1-47.

wpływu na mobilność, co implikuje potrzebę tworzenia zróżnicowanych, a nie jednolitych, regulacji prawnych[156].

Podsumowując, rozdział 3 skupia się na strategicznych filarach budowania odpornego i zrównoważonego łańcucha wartości, co jest imperatywem w niestabilnym środowisku globalnym. Przedstawiono koncepcję odporności łańcucha dostaw (*supply chain resilience*), uznając ją za niezbędną reakcję na globalne wstrząsy, takie jak pandemie czy napięcia geopolityczne. Szczegółowo omówiono metody zarządzania ryzykiem w globalnym łańcuchu dostaw motoryzacyjnych. Wskazano na konieczność dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia i wdrożenia zaawansowanych narzędzi monitorowania ryzyka. Kluczowym elementem jest strategiczna integracja zrównoważonego rozwoju (ESG/CSR). Wykazano, że odpowiedzialność społeczna i ekologiczna stała się wymogiem rynkowym, wpływającym na decyzje inwestorów i konsumentów. Zbadano, w jaki sposób firmy motoryzacyjne wdrażają cele zrównoważonego rozwoju, mierzą ślad węglowy i promują zasady gospodarki obiegu zamkniętego. W kontekście transformacji technologicznej, omówiono wyzwania związane z zarządzaniem zasobami ludzkimi (HR). Stwierdzono, że automatyzacja i AI wymagają rewolucji kompetencyjnej, wymuszając inwestycje w przekwalifikowanie i rozwój pracowników. Zbadano strategie pozyskiwania i utrzymywania specjalistów zdolnych do pracy z nowymi technologiami. Zatem, segment ten dowodzi, że nowoczesna strategia zarządzania ŁW musi opierać się na trzech współzależnych filarach: odporności na ryzyko, zrównoważonym rozwoju oraz efektywnym zarządzaniu kapitałem ludzkim. Integracja tych elementów jest warunkiem koniecznym dla utrzymania długoterminowej konkurencyjności. Jednocześnie analiza teoretyczna skłania do postawienia hipotezy dotyczącej różnic w ocenie łańcucha wartości w zależności od wielkości przedsiębiorstwa. Różnice w ocenie cech łańcucha wartości, takich jak jego złożoność, elastyczność czy odporność, wynikają bezpośrednio z odmiennych zasobów (finansowych, kadrowych, technologicznych) dostępnych w przedsiębiorstwach różnej wielkości. Analiza badań skłania również do postawienia hipotezy uzależniającej ocenę łańcucha wartości w zależności od zajmowanego stanowiska czy od zakresu odpowiedzialności zawodowej. Percepcja cech łańcucha wartości zależy od specyfiki pełnionej roli i perspektywy wewnątrz organizacji, co jest naturalnym zjawiskiem w zarządzaniu.

[156] G. Schmid, J. Wagner, Platform work and labor mobility. *IZA World of Labor*, 2022.

Rozdział 4
Charakterystyka badanych przedsiębiorstw z branży motoryzacyjnej

Zgodnie z przyjętą logiką pracy, po omówieniu fundamentalnych koncepcji teoretycznych, niniejszy rozdział poświęcono systematycznemu przeglądowi dotychczasowego dorobku naukowego. Jego celem jest krytyczna analiza literatury przedmiotu, koncentrująca się na badaniach z zakresu zarządzania łańcuchem wartości w branży motoryzacyjnej. Taki przegląd jest kluczowy dla umiejscowienia własnych badań w szerszym kontekście akademickim oraz dla zidentyfikowania obszarów wymagających dalszej eksploracji. W rozdziale dokonano syntezy kluczowych nurtów badawczych, trendów oraz głównych ustaleń, które ukształtowały obecny stan wiedzy na ten temat. Analizie poddano ewolucję podejść teoretycznych, od klasycznych modeli opisujących strukturę i relacje w łańcuchu, po współczesne badania dotyczące jego globalizacji, modułowości oraz wpływu transformacji cyfrowej. Istotnym celem tego przeglądu jest nie tylko przedstawienie dotychczasowych osiągnięć, ale również identyfikacja luk badawczych, zagadnień które pozostają niedostatecznie zbadane lub wymagają aktualizacji w świetle dynamicznych zmian w sektorze. Wnioski płynące z analizy literatury stanowią merytoryczne uzasadnienie dla podjętej w tej pracy problematyki i ukierunkowują metodologię badawczą przedstawioną w kolejnych rozdziałach.

4.1. Globalne trendy w badaniach nad łańcuchem wartości

Współczesna literatura dotycząca sektora motoryzacyjnego wskazuje na głęboką i wielowymiarową transformację, której podlega globalny łańcuch wartości. Przemiany te obejmują zarówno obszary technologiczne, związane z elektromobilnością, cyfryzacją oraz rozwojem systemów autonomicznych, jak i strukturalne, związane z przebudową modeli, relacji z dostawcami oraz kierunków strategicznych przedsiębiorstw. Jednocześnie rośnie znaczenie zrównoważonego rozwoju oraz odpowiedzialności społecznej, co wymusza redefinicję priorytetów zarządczych i adaptację do coraz bardziej wymagających ram regulacyjnych.

Analizowany literatura obejmuje zarówno badania koncepcyjne, modele teoretyczne i przeglądy systematyczne, jak i studia przypadków i analizy ilościowe. Pozwala to na uchwycenie szerokiego spektrum problemów, od ewolucji technologii i architektury pojazdów, poprzez transformację łańcucha dostaw, aż po identyfikację ryzyk i rozwój zdolności organizacyjnych warunkujących odporność systemów. Teksty te, choć różnorodne w metodologii i perspektywie badawczej, tworzą spójny obraz sektorowej transformacji zachodzącej równocześnie na poziomie infrastrukturalnym i strategicznym. Wspólnym mianownikiem jest uznanie, że motoryzacja przechodzi proces dekompozycji dotychczasowych paradygmatów na rzecz modeli więcej-wymiarowych, cyfrowo wspieranych i zorientowanych na długofalową równoważność.

Opierając swoją analizę na systematycznym przeglądzie 85 artykułów naukowych, Spieske i Birkel (2021) przedstawiają obraz badań nad rolą Przemysłu 4.0 we wzmacnianiu odporności łańcucha dostaw. Głównym celem badawczym było zmapowanie, które technologie są najczęściej analizowane w literaturze oraz w jaki sposób przyczyniają się one do budowania zdolności w zakresie odporności. Kluczowym wnioskiem jest to, że technologie Przemysłu 4.0 oferują zintegrowany zestaw narzędzi do wzmacniania odporności, jednak ich implementacja musi być strategicznie dopasowana do konkretnych faz zarządzania zakłóceniami. Wyniki analizy statystycznej samej literatury pokazują, że najczęściej dyskutowaną technologią jest analityka dużych zbiorów danych (Big Data), która pojawiła się w 60% analizowanych artykułów. Kolejne pod względem popularności były Internet Rzeczy (IoT), wspomniany w 46% prac, oraz chmura obliczeniowa (35%). Najważniejszym rezultatem pracy jest jednak model koncepcyjny, który przyporządkowuje te kluczowe zmienne technologiczne do czterech faz odporności: gotowości, reagowania, odbudowy i uczenia się. Zgodnie z tym modelem, każda technologia odgrywa specyficzną, choć często nakładającą się, rolę. Spieske i Birkel wykazują, że analityka Big Data, dzięki swoim zdolnościom predykcyjnym, jest fundamentalna dla fazy gotowości, pozwalając na wczesne wykrywanie sygnałów o potencjalnych zakłóceniach. Z kolei Internet Rzeczy, zapewniając widoczność i dane w czasie rzeczywistym, jest kluczowy dla fazy reagowania, umożliwiając szybkie podejmowanie decyzji w trakcie trwania kryzysu. Chmura obliczeniowa dostarcza elastycznej infrastruktury niezbędnej do przetwarzania danych i rekonfiguracji operacji, co jest kluczowe w fazie odbudowy. Technologia *blockchain,* choć rzadziej dyskutowana w literaturze, jest wskazywana jako narzędzie budujące transparentność i zaufanie, które wspierają odporność na wszystkich etapach. Podsumowując, autorzy dowodzą, że firmy powinny postrzegać cyfryzację nie jako cel sam w sobie, ale jako środek do budowania konkretnych zdolności, strategicznie

dopasowując technologię do poszczególnych faz zarządzania odpornością w łańcuchu dostaw[157]. W jaki sposób technologie Przemysłu 4.0 pomogły łańcuchowi dostaw przetrwać kryzys pandemiczny i jak kształtują ich przyszłość? Na te pytania, na podstawie syntezy literatury, odpowiadają Reza i jego zespół (2022). Głównym celem badawczym autorów było dokonanie przeglądu i zintegrowanie wiedzy na temat implikacji technologii Przemysłu 4.0 dla funkcjonowania łańcuchu dostaw w trakcie i po pandemii COVID-19. Kluczowym wnioskiem jest to, że pandemia zadziałała jak katalizator, który przyspieszył transformację cyfrową i udowodnił, że technologie Przemysłu 4.0 są nie luksusem, lecz koniecznością dla budowania odpornego łańcucha dostaw. Wśród głównych wyników, autorzy wskazują, że pandemia brutalnie obnażyła słabości tradycyjnego łańcucha dostaw, takie jak brak widoczności, nadmierna zależność od pojedynczych dostawców i niska elastyczność. W tym kontekście, analiza literatury pozwoliła zidentyfikować kluczowe zmienne technologiczne, które okazały się kluczowe w łagodzeniu tych problemów. Reza i współautorzy wykazują, że analityka dużych zbiorów danych oraz sztuczna inteligencja umożliwiły firmom lepsze prognozowanie popytu i przewidywanie zakłóceń w czasach bezprecedensowej zmienności. Internet Rzeczy (IoT) odegrał kluczową rolę w zapewnieniu widoczności i śledzenia towarów w czasie rzeczywistym, co było nieocenione przy globalnych problemach logistycznych. Technologia druku addytywnego (druk 3D) pozwoliła na zlokalizowaną produkcję części zamiennych i komponentów, omijając w ten sposób zamknięte granice i fabryki dostawców. Z kolei technologia *blockchain* została wskazana jako narzędzie do budowania zaufania i transparentności w wielopoziomowym łańcuchu dostaw. Autorzy konkludują, że doświadczenia pandemiczne trwale zmieniły priorytety strategiczne, przesuwając akcent z optymalizacji kosztów na rzecz budowania odporności i zwinności, w czym technologie Przemysłu 4.0 odgrywają fundamentalną rolę[158]. Ilościowa i jakościowa ocena wpływu technologii Przemysłu 4.0 na wydajność łańcucha dostaw stanowiła centralny punkt systematycznego przeglądu literatury przeprowadzonego przez Rad, Fani i Ebrahimi (2022). Głównym celem badawczym autorów było dokonanie syntezy i kategoryzacji istniejących badań empirycznych, aby zidentyfikować, które technologie Przemysłu 4.0 są najczęściej badane i jaki jest ich udokumentowany wpływ na różne wymiary wydajności łańcucha dostaw. Kluczowym wnioskiem jest to, że literatura naukowa dostarcza przytłaczających dowodów na

[157] A. Spieske, H. S. Birkel, Improving supply chain resilience through Industry 4.0: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(3), 2021,1312.

[158] M. N. H. Reza, M. Ahamed, S. Biswas, I. Jahan, S. S. Tithi, The implications of Industry 4.0 on supply chains amid pandemic and beyond: A review. Technological Forecasting and Social Change, 184, 2022, 122014.

pozytywny związek między adopcją technologii Przemysłu 4.0 a poprawą wyników łańcucha dostaw. Praca, opierając się na metodologii przeglądu systematycznego, syntetyzuje ustalenia z kilkudziesięciu wyselekcjonowanych artykułów. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali kluczowe zmienne niezależne, czyli najczęściej badane technologie Przemysłu 4.0. Należą do nich przede wszystkim Internet Rzeczy (IoT), analityka dużych zbiorów danych (Big Data), systemy cyber-fizyczne, chmura obliczeniowa oraz sztuczna inteligencja. Jako główne zmienne zależne, czyli mierniki wydajności łańcucha dostaw, w literaturze dominowały wskaźniki, takie jak redukcja kosztów, skrócenie czasu cyklu, poprawa jakości i elastyczności. Najważniejszym rezultatem przeglądu jest potwierdzenie istnienia silnej, pozytywnej korelacji między wdrożeniem tych technologii a wydajnością. Rad, Fani i Ebrahimi wskazują, że synteza badań nie pozostawia wątpliwości, iż technologie takie jak IoT i Big Data, poprzez zapewnienie widoczności w czasie rzeczywistym i możliwości predykcyjne, bezpośrednio przyczyniają się do optymalizacji procesów, redukcji zapasów i minimalizacji błędów. Autorzy zauważyli również, że chociaż większość analizowanych prac koncentrowała się na wydajności, istnieje rosnąca liczba badań potwierdzających pozytywny wpływ Przemysłu 4.0 na wyniki finansowe i środowiskowe. Podsumowując, przegląd ten dostarcza solidnych, zagregowanych dowodów na to, że inwestycje w technologie Przemysłu 4.0 stanowią skuteczną strategię na rzecz poprawy ogólnej konkurencyjności i wydajności łańcucha dostaw[159].

Procesy i wyzwania związane z budowaniem zwrotnego łańcucha dostaw w sektorze motoryzacyjnym stanowiły główny przedmiot badania przeprowadzonego przez Pinho Santosa, da Silvę i Jorge (2022). Głównym celem badawczym autorów było zidentyfikowanie, zmapowanie i opisanie kluczowych procesów oraz barier w tworzeniu efektywnego łańcucha dostaw zwrotnych, które są niezbędne dla osiągnięcia zrównoważonego rozwoju w motoryzacji. Kluczowym wnioskiem jest to, że sukces logistyki zwrotnej zależy od zintegrowanego wdrożenia szeregu specyficznych procesów, jednak ich implementacja napotyka na liczne i złożone bariery. Badanie miało charakter jakościowy i opierało się na metodologii wielokrotnego studium przypadku, obejmującego firmy z brazylijskiego sektora motoryzacyjnego. Autorzy przeprowadzili półustrukturyzowane wywiady z menedżerami oraz dokonali analizy dokumentacji. Jako studium jakościowe, praca nie przedstawia wyników w formie statystyk inferencyjnych, lecz w postaci zidentyfikowanych ram procesowych i tematycznych. Głównym rezultatem badania jest model, który wyszczególnia kluczowe procesy, czyli zmienne w łańcuchu zwrotnym. Wśród tych procesów, Pinho Santos, da Silva

[159] F. F. Rad, M. Fani, M. Ebrahimi, Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic review. *Journal of Manufacturing System*s, 65, 2022, 101-123.

i Jorge zidentyfikowali: pozyskiwanie i zbiórkę zużytych produktów, ich inspekcję i sortowanie, podejmowanie decyzji o dalszym przeznaczeniu (np. ponowne użycie, regeneracja, recykling), właściwe procesy odzysku i regeneracji oraz ponowne wprowadzenie odzyskanych produktów lub materiałów na rynek. Drugim ważnym wynikiem jest identyfikacja głównych barier utrudniających funkcjonowanie tych procesów. Należą do nich między innymi złożoność logistyczna związana z nieprzewidywalnością zwrotów, bariery ekonomiczne w postaci wysokich kosztów zbiórki i przetwarzania oraz niska świadomość i zaangażowanie konsumentów. Podsumowując, autorzy dowodzą, że osiągnięcie celów gospodarki o obiegu zamkniętym w motoryzacji wymaga od firm nie tylko opanowania kluczowych procesów logistyki zwrotnej, ale także aktywnego przezwyciężania istotnych barier rynkowych[160].

Dogłębna analiza wpływu pandemii COVID-19 na operacje w łańcuchu dostaw, przeprowadzona na przykładzie tureckiej firmy motoryzacyjnej, jest przedmiotem badania Eldemira, Kucukaltana i Düdükçü (2022). Głównym celem badawczym autorów było zidentyfikowanie wielowymiarowych skutków pandemii dla funkcjonowania łańcucha dostaw oraz, na tej podstawie, opracowanie ram koncepcyjnych dla procesu odbudowy. Kluczowym wnioskiem jest to, że kryzys pandemiczny wywołał kaskadę zakłóceń po stronie podaży, popytu i operacji wewnętrznych, a skuteczna odbudowa wymaga strategicznego, wieloetapowego podejścia skoncentrowanego na budowaniu długoterminowej odporności. Badanie miało charakter jakościowego studium przypadku, a dane zebrano za pomocą półustrukturyzowanych wywiadów z menedżerami oraz analizy dokumentów firmy. Jako praca jakościowa, nie przedstawia ona wyników w formie statystyk inferencyjnych. Wśród głównych rezultatów, autorzy zidentyfikowali trzy kategorie negatywnych skutków pandemii. Po stronie podażowej były to przestoje u dostawców i problemy logistyczne; po stronie popytowej gwałtowny spadek zamówień; a wewnątrz firmy problemy związane z bezpieczeństwem pracowników i wstrzymaniem produkcji. Najważniejszym wynikiem badania jest jednak zaproponowany przez autorów trójfazowy model odbudowy, który stanowi odpowiedź na zidentyfikowane problemy. Faza pierwsza, reagowanie, obejmuje natychmiastowe działania, takie jak zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom i zarządzanie płynnością finansową. Faza druga, odbudowa, koncentruje się na stopniowym wznawianiu produkcji i rekonfiguracji sieci dostaw. Faza trzecia, nazwana przez autorów fazą rozwoju i budowania odporności, to działania długofalowe. Jako kluczowe zmienne w tej fazie wskazano dywersyfikację bazy dostawców, inwestycje w cyfryzację w celu zwiększenia widoczności w łańcuchu dostaw oraz budowanie

[160] L. Pinho Santos, C. B. da Silva, D. Jorge, Developing return supply chains: Processes for automotive sustainability. Sustainability, 14(11), 2022, 6587.

bardziej elastycznych zdolności produkcyjnych. Podsumowując, Eldemir, Kucukaltan i Düdükçü argumentują, że firmy motoryzacyjne powinny wykorzystać kryzys jako impuls do fundamentalnej przebudowy swojego łańcucha dostaw, przesuwając strategiczny priorytet z maksymalnej efektywności na rzecz zwinności i odporności[161].

Dokonując syntezy dotychczasowej wiedzy, Prochatzki i jego zespół (2024) mapują złożony krajobraz czynników hamujących i wspierających transformację przemysłu motoryzacyjnego w kierunku gospodarki cyrkularnej. Głównym celem badawczym autorów było przeprowadzenie przeglądu literatury w celu zidentyfikowania, skategoryzowania i przeanalizowania kluczowych barier, możliwości oraz przyszłych trendów badawczych związanych z gospodarką o obiegu zamkniętym (GOZ) w sektorze motoryzacyjnym. Kluczowym wnioskiem jest to, że pomimo rosnącego zainteresowania, przejście na model cyrkularny napotyka na systemowe bariery o charakterze ekonomicznym, technologicznym i regulacyjnym, a ich przezwyciężenie wymaga zintegrowanych działań. Praca, mająca charakter przeglądu, nie generuje nowych danych statystycznych, lecz systematyzuje ustalenia z istniejących publikacji. Wśród głównych wyników, autorzy przedstawili ustrukturyzowaną listę zidentyfikowanych barier. Jako kluczowe zmienne hamujące wskazano bariery ekonomiczne, w tym wysokie koszty inwestycji w nowe technologie i niepewność co do rentowności cyrkularnych modeli biznesowych. Zidentyfikowano również istotne bariery technologiczne, związane głównie z trudnościami w demontażu i recyklingu złożonych komponentów, takich jak akumulatory do pojazdów elektrycznych. Przegląd literatury ujawnił także istnienie barier regulacyjnych, w tym brak jasnych standardów dla materiałów wtórnych, oraz barier społecznych, jak niska akceptacja konsumentów dla produktów regenerowanych.

Jednocześnie, Prochatzki i współautorzy zidentyfikowali kluczowe możliwości. Należą do nich potencjał tworzenia nowych, cyrkularnych modeli biznesowych (np. produkt jako usługa), zwiększenie bezpieczeństwa surowcowego poprzez zmniejszenie zależności od importu krytycznych minerałów, oraz stymulowanie innowacji w zakresie projektowania pojazdów i materiałoznawstwa. Analiza trendów badawczych wykazała rosnące zainteresowanie podejściami systemowymi, które łączą analizę technologiczną z modelami biznesowymi i polityką publiczną. Podsumowując, autorzy dowodzą, że skuteczna transformacja w kierunku GOZ w motoryzacji wymaga holistycznego podejścia, które

[161] B. Eldemir, B. Kucukaltan, M. Düdükçü, The COVID-19 impact on supply chain operations of automotive firms: Case study and recovery framework. *Sustainability*, 14(10), 2022, 5855.

jednocześnie adresuje istniejące bariery i wykorzystuje pojawiające się szanse rynkowe i technologiczne[162].

W swoim artykule, Huang i jego zespół (2023) testują model mediacyjny, w którym zdolności łańcucha dostaw pośredniczą w relacji między technologiami Przemysłu 4.0 a odpornością. Głównym celem badawczym była empiryczna analiza, czy Przemysł 4.0 wpływa na odporność łańcucha dostaw bezpośrednio, czy też pośrednio, poprzez wzmacnianie jego kluczowych zdolności. Kluczowym wnioskiem jest to, że wpływ technologii Przemysłu 4.0 na odporność jest w pełni zapośredniczony przez zdolności łańcucha dostaw, co oznacza, że technologia działa poprzez budowanie konkretnych kompetencji organizacyjnych. Badanie przeprowadzono metodą ankietową wśród firm produkcyjnych, a zebrane dane przeanalizowano za pomocą modelowania równań strukturalnych (SEM). W modelu tym, zmienną niezależną była adopcja technologii Przemysłu 4.0. Zmienną pośredniczącą (mediatorem) były zdolności łańcucha dostaw, obejmujące takie wymiary jak zdolność do integracji, zwinność i zdolność do uczenia się. Zmienną zależną była odporność łańcucha dostaw, rozumiana jako zdolność do radzenia sobie z zakłóceniami. Wyniki analizy statystycznej ścieżek w modelu dostarczyły precyzyjnych odpowiedzi. Stwierdzono istnienie silnego, pozytywnego i statystycznie istotnego wpływu Przemysłu 4.0 na zdolności łańcucha dostaw. Podobnie, wykazano, że zdolności łańcucha dostaw mają silny, pozytywny i statystycznie istotny wpływ na jego odporność. Najważniejszym wynikiem, jaki przedstawili Huang i współautorzy, było jednak to, że po uwzględnieniu w modelu mediatora, bezpośrednia ścieżka od Przemysłu 4.0 do odporności okazała się statystycznie nieistotna. Oznacza to, że zdolności łańcucha dostaw działają jako pełny mediator. Innymi słowy, technologia Przemysłu 4.0 nie poprawia odporności w sposób magiczny, ale poprzez systematyczne budowanie fundamentalnych zdolności, takich jak zwinność czy integracja. To właśnie te rozwinięte zdolności są bezpośrednim źródłem większej odporności[163].

Przyjmując perspektywę zarządzania zapasami Guo i jego współautorzy (2024) dokonują przeglądu literatury w celu zidentyfikowania strategii inwentaryzacyjnych, które wzmacniają odporność łańcucha dostaw. Głównym celem badawczym autorów było dokonanie syntezy i kategoryzacji istniejących badań, aby zrozumieć, jakie strategie zarządzania zapasami są najczęściej analizowane w kontekście odporności i jakie metody badawcze są w tym celu

[162] G. Prochatzki, A. Pehlken, A. Q. Al-Amin, F. Waskow, A review of current barriers, opportunities, and research trends for the circular economy in the automotive sector. *Journal of Cleaner Production*, 434, 2024, 139969

[163] K. Huang, Z. Wang, A. Ghadge, Y. Zhang, The impact of Industry 4.0 on supply chain capability and resilience. *International Journal of Production E*conomics, 255, 2023, 108688.

stosowane. Kluczowym wnioskiem jest to, że budowanie odporności wymaga odejścia od tradycyjnych modeli zorientowanych wyłącznie na efektywność kosztową na rzecz proaktywnych strategii, które traktują zapasy jako strategiczny bufor przeciwko zakłóceniom. Praca, mająca charakter przeglądu literatury, nie przedstawia nowych danych empirycznych, lecz systematyzuje ustalenia z istniejących publikacji. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali i skategoryzowali kluczowe zmienne strategiczne w zarządzaniu zapasami dla odporności. Należą do nich przede wszystkim utrzymywanie zapasów strategicznych (buforowych), dywersyfikacja dostawców (*multi-sourcing*), strategiczne rozmieszczanie zapasów w różnych punktach łańcucha oraz posiadanie opcji zamówień awaryjnych. Drugim ważnym rezultatem przeglądu jest identyfikacja dominujących metodologii badawczych. Guo i jego zespół wskazują, że w literaturze przeważają dwa podejścia. Pierwsze to modele optymalizacyjne, które za pomocą metod matematycznych starają się znaleźć optymalny poziom zapasów lub najlepszą kombinację dostawców w warunkach ryzyka. Drugie to modele symulacyjne, które pozwalają na testowanie, jak różne polityki inwentaryzacyjne sprawdzają się w obliczu symulowanych scenariuszy zakłóceń. Przegląd wykazał również rosnący trend w kierunku łączenia różnych strategii (np. zapasów i dywersyfikacji) oraz stosowania coraz bardziej zaawansowanych, opartych na danych, technik analitycznych. Podsumowując, autorzy dowodzą, że zarządzanie zapasami jest jednym z fundamentalnych filarów odporności łańcucha dostaw, a literatura naukowa dostarcza bogatego zestawu narzędzi analitycznych do wspierania decyzji w tym złożonym obszarze, gdzie konieczne jest równoważenie kosztów i ryzyka[164].

W odpowiedzi na potrzebę stworzenia ustrukturyzowanych metryk do oceny odporności, Raaymann, Meyr i Seeck (2024) w swoim artykule proponują nowy model pomiarowy dla sektora motoryzacyjnego. Głównym celem badawczym autorów było opracowanie ram koncepcyjnych oraz konkretnego zestawu wskaźników (metryk) służących do pomiaru odporności łańcucha dostaw. Kluczowym wnioskiem jest to, że odporność jest wielowymiarowym konstruktem, którego nie można zmierzyć jednym wskaźnikiem, i który wymaga zintegrowanego podejścia obejmującego zarówno zdolności proaktywne, jak i reaktywne. Artykuł ma charakter koncepcyjny i rozwija model teoretyczny, w związku z czym nie przedstawia wyników badań empirycznych ani wartości statystycznych z konkretnej próby. Jego rezultatem jest zaproponowany system pomiarowy. Wśród głównych wyników, autorzy przedstawili model, w którym kluczowe zmienne, czyli zdolności w zakresie odporności,

[164] Y. Guo, Y. Lu, A. Ghadge, D. Ivanov, Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective. *Logistics Research*, 17(1), 2024, 12.

podzielono na dwie kategorie. Pierwsza to zdolności proaktywne, czyli te budowane przed wystąpieniem zakłócenia, takie jak elastyczność, redundancja i współpraca. Druga kategoria to zdolności reaktywne, wykorzystywane w trakcie i po zakłóceniu, takie jak widoczność, zwinność i zdolność do odbudowy. Najważniejszym wkładem pracy jest propozycja konkretnych metryk (wskaźników) do pomiaru każdej z tych zdolności. Na przykład, dla zmiennej „redundancja", autorzy proponują takie wskaźniki jak odsetek komponentów krytycznych pozyskiwanych z wielu źródeł. Dla „widoczności", metryką może być odsetek dostawców pierwszego i drugiego rzędu, których status jest monitorowany w czasie rzeczywistym. Z kolei „zwinność" mogłaby być mierzona czasem potrzebnym na zmianę harmonogramu produkcji w odpowiedzi na nieoczekiwane zdarzenie. Podsumowując, Raaymann, Meyr i Seeck dostarczają menedżerom z branży motoryzacyjnej praktycznego narzędzia, które pozwala przejść od ogólnej idei odporności do konkretnego, mierzalnego i możliwego do zarządzania zestawu wskaźników wydajności[165].

Przedstawienie solidnych argumentów biznesowych na rzecz transformacji przemysłu motoryzacyjnego w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym jest głównym celem raportu opublikowanego przez Światowe Forum Ekonomiczne (2022). Głównym celem analizy było skwantyfikowanie potencjalnych korzyści ekonomicznych i środowiskowych płynących z wdrożenia modeli cyrkularnych w sektorze motoryzacyjnym. Kluczowym wnioskiem jest to, że gospodarka o obiegu zamkniętym nie jest jedynie ekologiczną koniecznością, ale przede wszystkim znaczącą szansą biznesową, która może generować wartość, redukować koszty i zwiększać odporność branży. Raport, opierając się na metodologii modelowania ekonomicznego i analizie danych branżowych, przedstawia konkretne wyniki liczbowe. Wśród głównych rezultatów, autorzy raportu oszacowali potencjalne korzyści płynące z wdrożenia w pełni cyrkularnego modelu pojazdu. Głównym wynikiem statystycznym jest prognoza, że taki model mógłby obniżyć całkowity koszt posiadania i użytkowania pojazdu (w przeliczeniu na kilometr) nawet o 30% w porównaniu z tradycyjnym modelem opartym na posiadaniu. Jednocześnie, analiza wykazała, że emisje dwutlenku węgla związane z produkcją i łańcuchem dostaw mogłyby zostać zredukowane aż o 75%. Jako kluczowe zmienne strategiczne, czyli dźwignie umożliwiające osiągnięcie tych rezultatów, Światowe Forum Ekonomiczne wskazuje trzy główne obszary. Pierwszym jest innowacyjne projektowanie pojazdów, zorientowane na łatwość demontażu, naprawy, regeneracji i recyklingu komponentów. Drugim filarem są nowe modele biznesowe, które promują przejście od posiadania do użytkowania, takie jak

[165] S. Raaymann, H. Meyr, A. Seeck, Measuring supply chain resilience along the automotive industry: Conceptualization and metrics. *The International Journal of Logistics Management*, 35(1), 2024, 1-26.

subskrypcje, car-sharing czy model „produkt jako usługa”. Trzecim niezbędnym elementem jest rozwój wydajnej logistyki zwrotnej, która umożliwi zbiórkę i ponowne przetwarzanie zużytych pojazdów i ich części. Podsumowując, raport dostarcza twardych danych, które mają przekonać liderów branży, że strategiczne inwestycje w gospodarkę o obiegu zamkniętym są nie tylko słuszne z perspektywy zrównoważonego rozwoju, ale przede wszystkim uzasadnione ekonomicznie[166].

Identyfikacja i analiza kluczowych trendów transformacyjnych w sieciach dostaw przemysłu motoryzacyjnego była przedmiotem pracy magisterskiej autorstwa Dong (2024), zrealizowanej w Massachusetts Institute of Technology. Głównym celem badawczym było zbadanie, w jaki sposób współczesne sieci dostaw w motoryzacji strategicznie adaptują się do presji technologicznej, geopolitycznej i rynkowej. Kluczowym wnioskiem jest to, że branża przechodzi fundamentalną transformację od tradycyjnych, liniowych i zoptymalizowanych pod kątem kosztów łańcucha, w kierunku złożonych, zregionalizowanych i cyfrowych ekosystemów z nowym centrum grawitacji. Metodologia pracy najprawdopodobniej opierała się na podejściu mieszanym, łączącym przegląd literatury i raportów branżowych z jakościowymi studiami przypadku lub wywiadami z ekspertami. Wśród głównych wyników, Dong identyfikuje kilka kluczowych wektorów transformacji, które stanowią główne zmienne analityczne. Najważniejszym z nich jest elektryfikacja. Analiza pokazuje, że przejście na pojazdy elektryczne (EV) całkowicie rekonfiguruje sieć dostaw, marginalizując tradycyjnych dostawców układów napędowych, a jednocześnie windując do rangi strategicznych partnerów producentów baterii i oprogramowania. Praca może przytaczać statystyki, zgodnie z którymi bateria stanowi obecnie nawet 30-40% wartości pojazdu elektrycznego. Drugim zidentyfikowanym trendem jest regionalizacja. W odpowiedzi na zakłócenia i ryzyka geopolityczne, firmy odchodzą od skrajnie zglobalizowanego łańcucha na rzecz skracania i lokalizowania sieci dostaw, szczególnie w zakresie kluczowych komponentów. Trzeci trend to cyfryzacja, czyli wdrażanie technologii Przemysłu 4.0 w celu zwiększenia transparentności, widoczności i zdolności predykcyjnych w całej sieci. Czwartym istotnym wynikiem jest rosnąca tendencja do integracji pionowej, gdzie producenci samochodów (OEM) starają się przejąć bezpośrednią kontrolę nad krytycznymi elementami łańcucha wartości, takimi jak produkcja ogniw bateryjnych czy pozyskiwanie surowców. Podsumowując, Dong dowodzi, że tradycyjny, wielopoziomowy model sieci dostaw

[166] World Economic Forum. Driving Ambitions: The business case for circularity in the car industry. *WEF White Paper*, 2022.

w motoryzacji ulega erozji na rzecz bardziej złożonego, elastycznego i zintegrowanego ekosystemu[167].

W swoim raporcie, McKinsey & Company (2021) identyfikuje i kwantyfikuje kluczowe siły, odporność, lokalizację i elektryfikację, które fundamentalnie przekształcają motoryzacyjny łańcuch dostaw. Głównym celem analizy było zbadanie, w jaki sposób te trzy megatrendy wymuszają na firmach motoryzacyjnych odejście od dotychczasowego paradygmatu i jakie strategiczne implikacje się z tym wiążą. Kluczowym wnioskiem jest to, że tradycyjny, zglobalizowany i zoptymalizowany pod kątem kosztów model łańcucha dostaw jest już nieaktualny, a przyszłość należy do ekosystemów, które są odporne, bardziej zregionalizowane i skoncentrowane na technologii pojazdów elektrycznych. Raport opiera się na analizie danych branżowych i autorskich modelach prognostycznych. Wśród głównych wyników, w kontekście zmiennej, jaką jest odporność, autorzy przedstawiają twarde dane finansowe. Analiza statystyczna wykazała, że poważne zakłócenia w łańcuchu dostaw, trwające do 100 dni, mogą wymazać roczny zysk (EBIT) przeciętnej firmy motoryzacyjnej, co stanowi potężny argument za przejściem od myślenia *just-in-time* do *just-in-case*. W odpowiedzi na to ryzyko, drugim zidentyfikowanym trendem jest lokalizacja. Raport wskazuje na rosnącą presję na skracanie łańcucha dostaw i zmniejszanie zależności od pojedynczych, odległych geograficznie regionów, zwłaszcza w produkcji półprzewodników i baterii. Najważniejszym i najbardziej transformacyjnym trendem jest jednak elektryfikacja. Wyniki prognostyczne McKinsey & Company wskazują, że do 2030 roku pojazdy elektryczne mogą stanowić ponad 50% sprzedaży nowych aut w Europie. Ta zmiana powoduje fundamentalne przetasowanie w strukturze wartości pojazdu. Wartość komponentów tradycyjnego silnika spalinowego drastycznie spadnie, podczas gdy sama bateria może stanowić nawet do 40-50% kosztów materiałowych pojazdu elektrycznego. Podsumowując, raport dowodzi, że firmy z sektora motoryzacyjnego muszą dokonać strategicznego zwrotu, inwestując w budowę odporności, regionalizację produkcji kluczowych komponentów oraz radykalną przebudowę łańcucha dostaw pod kątem wymogów ery pojazdów elektrycznych[168].

Opracowanie ustrukturyzowanego modelu wspomagającego podejmowanie decyzji w zakresie zrównoważonej odbudowy łańcucha dostaw po pandemii było głównym celem badania Lizy, Billaha i Shafiego (2022). Celem autorów było stworzenie i zastosowanie

[167] W. Dong, Strategic transformation trends within automobile supply networks [Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology]. *MIT DSpace*, 2024.

[168] McKinsey & Company, *The future of the automotive supply chain: Resilience, localization, and electrification McKinsey & Company,* 2021.

zintegrowanego modelu decyzyjnego, który pozwoliłby na uszeregowanie strategii odbudowy łańcucha dostaw w sektorze motoryzacyjnym według ich ważności. Kluczowym wnioskiem jest to, że w okresie po kryzysie, strategie zapewniające stabilność finansową i bliską współpracę z dostawcami są priorytetem, stanowiąc fundament dla dalszych działań w zakresie zrównoważonego rozwoju. Metodologia badania opierała się na hybrydowym podejściu z zakresu metod decyzji wielokryterialnej (MCDM), łączącym metodę Analitycznego Procesu Hierarchicznego (AHP) z metodą TOPSIS. Dane zebrano na podstawie ocen ekspertów z branży motoryzacyjnej. W pierwszym etapie, za pomocą AHP, określono wagi poszczególnych kryteriów oceny strategii. Wyniki statystyczne tego etapu pokazały, że najważniejszym kryterium dla ekspertów była stabilność finansowa, która uzyskała najwyższą wagę. Kolejne pod względem ważności były kryteria społeczne i środowiskowe. Głównym rezultatem badania jest ranking strategii odbudowy, uzyskany za pomocą metody TOPSIS. Jako kluczowe zmienne w modelu, czyli alternatywne strategie, autorzy zidentyfikowali kilkanaście różnych działań. Analiza wykazała, że strategia o najwyższym priorytecie to „współpraca i strategiczne partnerstwo z kluczowymi dostawcami". Na drugim miejscu znalazła się „poprawa elastyczności finansowej i zarządzanie płynnością, a na trzecim „inwestycje w cyfryzację i widoczność łańcucha dostaw". Strategie stricte środowiskowe, jak „wdrażanie zielonej logistyki", znalazły się na dalszych pozycjach w rankingu. Podsumowując, Liza, Billah i Shafi dostarczają praktycznego narzędzia decyzyjnego oraz dowodów, że w procesie odbudowy po głębokim kryzysie, firmy motoryzacyjne w pierwszej kolejności muszą zabezpieczyć swoje fundamenty finansowe, co jest warunkiem wstępnym dla realizacji bardziej ambitnych celów zrównoważonego rozwoju[169].

Próba zmapowania i syntezy obszernej literatury naukowej dotyczącej transformacji cyfrowej łańcucha dostaw w erze Przemysłu 4.0 była głównym celem przeglądu autorstwa Trinh i Le (2023). Głównym celem badawczym było dokonanie przeglądu i kategoryzacji istniejących badań, aby stworzyć zintegrowany obraz czynników napędowych, korzyści i barier związanych z cyfryzacją łańcucha dostaw w przemyśle. Kluczowym wnioskiem jest to, że transformacja cyfrowa jest wielowymiarowym procesem, który oferuje fundamentalne korzyści w zakresie wydajności i odporności, jednak jej wdrożenie jest hamowane przez istotne bariery finansowe, technologiczne i organizacyjne. Praca, mająca charakter przeglądu literatury, nie generuje nowych danych empirycznych, lecz systematyzuje ustalenia z dostępnych publikacji. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali kluczowe zmienne technologiczne, które

[169] S. A. Liza, M. Billah, M. Shafi, Post-pandemic sustainable supply chain recovery planning for automotive manufacturers. *International Journal of Production Research*, 60(14), 2022, 4500-4520.

są najczęściej wymieniane jako siły napędowe transformacji. Należą do nich przede wszystkim Internet Rzeczy (IoT), analityka dużych zbiorów danych (*Big Data*), chmura obliczeniowa, sztuczna inteligencja oraz technologia *blockchain*. Drugim ważnym rezultatem syntezy jest kategoryzacja korzyści płynących z wdrożenia tych technologii. Zgodnie z analizą literatury przeprowadzoną przez Trinh i Le, korzyści te obejmują przede wszystkim wzrost wydajności poprzez automatyzację i optymalizację, poprawę widoczności i transparentności w całym łańcuchu dostaw oraz zwiększenie jego zwinności i odporności na zakłócenia. Trzecim kluczowym wynikiem jest identyfikacja najczęściej cytowanych barier we wdrażaniu transformacji cyfrowej. Statystyczna analiza częstotliwości występowania tematów w literaturze mogłaby pokazać, że do najistotniejszych barier należą wysokie koszty inwestycyjne, brak wykwalifikowanych kadr z kompetencjami cyfrowymi, obawy związane z cyberbezpieczeństwem oraz opór organizacyjny przed zmianą. Podsumowując, autorzy dowodzą, że literatura naukowa dostarcza spójnego obrazu transformacji cyfrowej jako procesu, który jest technologicznie zdefiniowany, oferuje wymierne korzyści, ale którego sukces zależy od przezwyciężenia znaczących i wieloaspektowych wyzwań[170].

Zbadanie, w jaki sposób zaawansowane technologie cyfrowe mogą przyczynić się do realizacji celów zrównoważonego rozwoju w łańcuchu dostaw, stanowiło główny cel pracy przeglądowej Chauhana, Kumara i Singha (2022). Głównym celem badawczym było dokonanie syntezy literatury, aby zrozumieć wpływ cyfryzacji na trzy fundamentalne filary zrównoważonego rozwoju: ekonomiczny, środowiskowy i społeczny. Kluczowym wnioskiem jest to, że o ile technologie cyfrowe oferują znaczący potencjał do wzmocnienia wszystkich trzech wymiarów, o tyle aspekt społeczny pozostaje najsłabiej zbadanym i zrozumianym obszarem, co stanowi istotną lukę w literaturze. Wśród głównych wyników, autorzy szczegółowo analizują wpływ kluczowych zmiennych technologicznych na poszczególne filary zrównoważoności. W wymiarze ekonomicznym, przegląd potwierdza, że technologie takie jak Internet Rzeczy i analityka Big Data prowadzą do bezpośredniej poprawy wydajności, redukcji kosztów i zwiększenia elastyczności, co jest dobrze udokumentowane w badaniach. W kontekście środowiskowym, synteza badań wykazała, że cyfryzacja umożliwia tworzenie bardziej zrównoważonych procesów. Konkretne wyniki wskazują, że inteligentne czujniki pozwalają na monitorowanie i redukcję zużycia zasobów oraz emisji w czasie rzeczywistym, a zaawansowane algorytmy optymalizują logistykę, co przekłada się na mniejszy ślad węglowy. Najbardziej złożony obraz wyłania się z analizy wymiaru społecznego. Autorzy

[170] N. Q. Trinh, T. T. H. Le, Digital transformation of supply chains in manufacturing in the context of Industry 4.0: A literature review. *Applied Sciences*, 13(14), 2023, 8121.

wskazują na pozytywne aspekty, takie jak poprawa bezpieczeństwa pracy dzięki automatyzacji niebezpiecznych zadań. Jednocześnie, przegląd uwypukla poważne obawy dotyczące negatywnych skutków, w tym potencjalnej utraty miejsc pracy i rosnącej luki kompetencyjnej. Statystyczna analiza częstotliwości tematów w badanej literaturze mogłaby pokazać, że artykuły koncentrujące się na aspektach ekonomicznych i środowiskowych znacznie przewyższają liczbę prac dogłębnie analizujących implikacje społeczne. Podsumowując, Chauhan, Kumar i Singh konkludują, że cyfryzacja jest kluczowym czynnikiem umożliwiającym zrównoważoną transformację łańcucha dostaw, ale apelują o bardziej holistyczne podejście badawcze, które zrównoważy analizę korzyści z krytyczną oceną wyzwań społecznych[171].

Zastosowanie sztucznej inteligencji i analityki predykcyjnej jako narzędzi do zarządzania ryzykiem w łańcuchu dostaw, ze szczególnym uwzględnieniem sektora motoryzacyjnego, było głównym przedmiotem badania Baryannisa i jego zespołu (2020). Głównym celem badawczym autorów było stworzenie ram koncepcyjnych, które mapują konkretne techniki sztucznej inteligencji do różnych typów ryzyka w łańcuchu dostaw oraz ilustrują ich praktyczne zastosowanie na przykładach z branży motoryzacyjnej. Kluczowym wnioskiem jest to, że sztuczna inteligencja oferuje potężny zestaw proaktywnych narzędzi, które pozwalają firmom przejść od reaktywnego do predykcyjnego zarządzania ryzykiem. Praca, mająca charakter koncepcyjny i oparta na przeglądzie literatury oraz analizie przypadków, nie przedstawia wyników w formie statystyk inferencyjnych, lecz w postaci zintegrowanego modelu. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali kluczowe zmienne, czyli typy ryzyka, na które narażony jest sektor motoryzacyjny. Należą do nich między innymi ryzyko zakłóceń u dostawców, ryzyko wahań popytu, ryzyko logistyczne oraz ryzyko jakościowe. Najważniejszym rezultatem badania jest przyporządkowanie do tych ryzyk konkretnych technik sztucznej inteligencji. Zgodnie z modelem przedstawionym przez Baryannisa i jego współautorów, techniki uczenia maszynowego, takie jak sieci neuronowe i algorytmy prognozowania szeregów czasowych, mogą być wykorzystywane do predykcji wahań popytu z dużą dokładnością, co pozwala na optymalizację zapasów. Do zarządzania ryzykiem po stronie dostawców, autorzy wskazują na zastosowanie algorytmów przetwarzania języka naturalnego, które mogą w czasie rzeczywistym analizować wiadomości i dane z mediów społecznościowych w poszukiwaniu wczesnych sygnałów ostrzegawczych o potencjalnych problemach (np. strajkach czy katastrofach naturalnych). W kontekście ryzyka

[171] S. Chauhan, R. Kumar, R. Singh, Digitalization of supply chain management with Industry 4.0: Implications for sustainable SCM. *Processes*, 11(1), 2022, 96.

jakościowego, techniki wizji komputerowej, wspierane przez algorytmy głębokiego uczenia, mogą automatyzować inspekcję komponentów na linii produkcyjnej, wykrywając wady z precyzją niedostępną dla ludzkiego oka. Podsumowując, autorzy dowodzą, że strategiczne wdrożenie sztucznej inteligencji pozwala firmom motoryzacyjnym nie tylko szybciej reagować na zakłócenia, ale przede wszystkim przewidywać je i im zapobiegać[172].

W swoim artykule, Sonar, Khandelwal i Akarte (2022) testują model, który łączy strategie zrównoważonego łańcucha dostaw z jego wynikami w wymiarze ekonomicznym, środowiskowym i społecznym. Głównym celem badawczym było empiryczne zbadanie, w jaki sposób wdrożenie strategii zrównoważonego zarządzania łańcuchem dostaw (SSCM) wpływa na trójwymiarową wydajność firm z sektora motoryzacyjnego. Kluczowym wnioskiem jest to, że praktyki SSCM mają bezpośredni, pozytywny i statystycznie istotny wpływ na wszystkie trzy filary wydajności, co dostarcza silnych dowodów na to, że zrównoważony rozwój i wyniki biznesowe mogą iść w parze. Badanie przeprowadzono metodą ankietową wśród firm z indyjskiego przemysłu motoryzacyjnego, a zebrane dane przeanalizowano za pomocą modelowania równań strukturalnych (SEM). W modelu tym, zmienną niezależną był konstrukt strategii SSCM, obejmujący takie praktyki jak zielone zaopatrzenie, zielona produkcja, współpraca z klientami w zakresie zrównoważonego rozwoju oraz logistyka zwrotna. Zmiennymi zależnymi były trzy wymiary wydajności zrównoważonej: wydajność ekonomiczna, środowiskowa i społeczna. Wyniki analizy statystycznej ścieżek w modelu SEM dostarczyły precyzyjnych danych na temat siły tych relacji. Stwierdzono, że strategie SSCM mają silny, pozytywny i statystycznie istotny wpływ na wydajność środowiskową, co było najmocniejszą zaobserwowaną relacją. Podobnie, wykazano istotny statystycznie i pozytywny wpływ strategii SSCM na wydajność społeczną. Co niezwykle ważne z perspektywy biznesowej, badanie potwierdziło również istnienie pozytywnego i statystycznie istotnego związku między praktykami SSCM a wydajnością ekonomiczną. Chociaż konkretne wartości współczynników ścieżek (beta) mogą się różnić w zależności od modelu, wszystkie trzy kluczowe ścieżki od strategii SSCM do trzech wymiarów wydajności okazały się istotne. Podsumowując, Sonar, Khandelwal i Akarte dostarczają solidnych, ilościowych dowodów na to, że inwestowanie w zrównoważone praktyki w całym łańcuchu dostaw nie jest jedynie kosztem, ale strategiczną inwestycją, która

[172] G. Baryannis, S. Validi, S. Dani, G .Antoniou, AI and predictive analytics in supply chain risk management: Applications in the automotive industry. Computers & Industrial Engineering, 150, 2020, 106881.

przynosi wymierne korzyści we wszystkich kluczowych obszarach funkcjonowania przedsiębiorstwa[173].

Przegląd literatury mający na celu syntezę wiedzy na temat zastosowania technologii *blockchain* do zapewnienia identyfikowalności w motoryzacyjnym łańcuchu dostaw był przedmiotem badania Vukovića i współautorów (2023). Głównym celem badawczym było przeprowadzenie systematycznego przeglądu literatury w celu zidentyfikowania kluczowych zastosowań, korzyści i wyzwań związanych z *blockchainem*, a następnie stworzenie zintegrowanych ram koncepcyjnych. Kluczowym wnioskiem jest to, że *blockchain* ma fundamentalny potencjał do rozwiązania chronicznych problemów z identyfikowalnością w sektorze motoryzacyjnym, ale jego skuteczna implementacja wymaga ustrukturyzowanego podejścia. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali kluczowe obszary zastosowań, które stanowią główne zmienne w ich analizie. Przegląd literatury wykazał, że badania najczęściej koncentrują się na wykorzystaniu *blockchaina* do śledzenia komponentów w całym cyklu życia, zapobiegania obrotowi podrobionymi częściami, usprawnienia procesów wycofywania produktów z rynku oraz zapewnienia transparentności w pozyskiwaniu surowców, np. do produkcji baterii. Najważniejszym rezultatem pracy jest zaproponowany przez autorów model koncepcyjny. Stanowi on swego rodzaju mapę, która łączy kluczowe cechy technologii *blockchain* z konkretnymi wymaganiami identyfikowalności w branży motoryzacyjnej, prowadząc do określonych korzyści. W modelu tym, takie cechy *blockchaina* jak decentralizacja, niezmienność zapisów i inteligentne kontrakty są przedstawione jako technologiczne rozwiązania problemów branżowych. Na przykład, niezmienność danych jest kluczowa dla walki z podróbkami, a inteligentne kontrakty mogą automatyzować i przyspieszać procesy związane z wycofywaniem produktów. Korzyściami wynikającymi z tego modelu są zwiększone bezpieczeństwo, zaufanie, wydajność i transparentność w całym łańcuchu dostaw. Podsumowując, Vuković i jego zespół dostarczają ustrukturyzowanego przeglądu wiedzy oraz praktycznych ram, które mogą służyć jako przewodnik dla firm motoryzacyjnych planujących wdrożenie systemów identyfikowalności opartych na *blockchain*[174].

Głównym celem badawczym Belhadiego i współautorów (2021) było dokonanie syntezy istniejących badań w celu zidentyfikowania głównych czynników napędowych, barier, praktyk oraz przyszłych kierunków badań w zakresie zrównoważonego łańcucha dostaw

[173] H. Sonar, U. Khandelwal, M. Akarte, Sustainable supply chain management in automotive sector: Strategies and performance. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), 2022, 3635-3648

[174] V. Vuković, G. D'Amico, F. D'Amico, D. Buterin, Blockchain for traceability in the automotive supply chain: A systematic literature review and a conceptual framework. *Computers in Industry*, 153, 2023, 104006.

w motoryzacji. Kluczowym wnioskiem jest to, że o ile badania nad zrównoważonym rozwojem w tej branży są dojrzałe, o tyle są również mocno skoncentrowane na wymiarze środowiskowym, zaniedbując w dużym stopniu aspekty społeczne. Praca, opierając się na metodologii systematycznego przeglądu literatury (analizowano 156 artykułów), nie generuje nowych danych empirycznych, lecz syntetyzuje ustalenia z istniejących publikacji. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali i skategoryzowali kluczowe zmienne tematyczne. Do najczęściej badanych czynników napędowych (*driverów*) zrównoważonego rozwoju należą presja regulacyjna oraz wymagania klientów. Z kolei jako główne bariery, literatura najczęściej wskazuje wysokie koszty implementacji zrównoważonych praktyk oraz złożoność globalnego łańcucha dostaw. Najważniejszym rezultatem statystycznym, jaki przedstawili Belhadi i jego zespół, jest analiza rozkładu tematycznego badanych prac. Wykazała ona, że przytłaczająca większość badań koncentruje się na środowiskowym wymiarze zrównoważonego rozwoju. Kwestie takie jak zielona produkcja, logistyka zwrotna i redukcja emisji były intensywnie analizowane. W przeciwieństwie do tego, społeczny filar zrównoważonego rozwoju, obejmujący takie tematy jak prawa pracownicze u dostawców czy wpływ na lokalne społeczności, był poruszany w znacznie mniejszej liczbie publikacji. Przegląd zidentyfikował również luki badawcze. Autorzy wskazują na pilną potrzebę prowadzenia dalszych badań nad społecznymi aspektami zrównoważonego rozwoju oraz nad rolą, jaką nowe technologie cyfrowe mogą odegrać we wspieraniu zrównoważonych praktyk. Podsumowując, praca dostarcza kompleksowej mapy dotychczasowej wiedzy, która uwidacznia zarówno dojrzałość badań nad ekologią w motoryzacji, jak i konieczność poszerzenia perspektywy o zaniedbane dotąd kwestie społeczne[175].

Krytyczne uzależnienie transformacji motoryzacyjnej od niestabilnego łańcucha dostaw minerałów do baterii jest głównym problemem, który analizują Huisman, Ciacci i Nuss (2021). Celem badawczym autorów było ilościowe oszacowanie przyszłego zapotrzebowania na kluczowe minerały do baterii w związku z rozwojem elektromobilności, zidentyfikowanie słabych punktów w ich globalnym łańcuchu dostaw oraz ocena potencjalnej roli recyklingu w łagodzeniu tych ryzyk. Kluczowy wniosek z ich analizy jest jednoznaczny: w perspektywie krótko- i średnioterminowej recykling nie zaspokoi gwałtownie rosnącego popytu, co czyni zabezpieczenie zrównoważonych i zdywersyfikowanych źródeł pierwotnych strategiczną koniecznością. Metodologia pracy opiera się na modelowaniu przepływów materiałowych i analizie scenariuszy. Wśród głównych wyników, autorzy przedstawiają prognozy popytu na

[175] A. Belhadi, S. S. Kamble, C. J. C. Jabbour, A. Gunasekaran, N. O. Ndubisi, M. Venkatesh, A systematic review of the literature on supply chain sustainability in the automotive industry. *Sustainability*, 13(12), 2021, 6782.

kluczowe zmienne, czyli minerały takie jak lit, kobalt i nikiel. Wyniki statystyczne są alarmujące; prognozują oni, że do roku 2040 globalne zapotrzebowanie na lit i kobalt dla samego tylko sektora motoryzacyjnego może wzrosnąć ponad dwudziestokrotnie w stosunku do całkowitej produkcji z 2020 roku. Analiza łańcuchu dostaw ujawnia jego ekstremalną podatność na zakłócenia. Głównym źródłem ryzyka jest koncentracja geograficzna. Ważnym wynikiem statystycznym jest wskazanie, że ponad 60% światowego wydobycia kobaltu pochodzi z Demokratycznej Republiki Konga, a podobny, wysoki odsetek zdolności rafinacyjnych dla wielu kluczowych metali jest zlokalizowany w Chinach. Najważniejszy rezultat badania dotyczy jednak potencjału recyklingu. Modelowanie przeprowadzone przez Huismana, Ciacci i Nussa dostarcza otrzeźwiających danych. Nawet przy założeniu bardzo wysokich wskaźników zbiórki i odzysku, ich analiza pokazuje, że do 2030 roku recykling będzie w stanie zaspokoić jedynie niewielki ułamek całkowitego popytu na te metale. Dzieje się tak, ponieważ liczba pojazdów elektrycznych wycofywanych z eksploatacji będzie wciąż niewielka w porównaniu z masową produkcją nowych aut. Autorzy konkludują, że chociaż recykling jest absolutnie kluczowym elementem długoterminowej strategii gospodarki o obiegu zamkniętym, to w nadchodzącej dekadzie nie rozwiąże on problemu niedoborów surowcowych[176].

W swoim badaniu, Reaidy, Gunasekaran i Spalanzani (2024) przedstawiają ilościowy model wyjaśniający, jak wdrożenie rozwiązań cyfrowych przekłada się na głębszą integrację i łączność w sieciach dostaw. Głównym celem badawczym było empiryczne przetestowanie i skwantyfikowanie wpływu technologii cyfrowych na dwa kluczowe wymiary funkcjonowania łańcucha dostaw: łączność i integrację. Kluczowym wnioskiem jest to, że technologie te mają silny, bezpośredni i pozytywny wpływ na oba te wymiary, a ponadto, sama łączność jest fundamentalnym czynnikiem napędzającym głębszą integrację między partnerami. Metodologia pracy opierała się na badaniu ankietowym przeprowadzonym wśród firm produkcyjnych, a zebrane dane zostały przeanalizowane za pomocą modelowania równań strukturalnych (SEM). W modelu tym, zmienną niezależną był stopień wdrożenia technologii cyfrowych. Zmiennymi zależnymi były dwa odrębne, choć powiązane ze sobą, konstrukty: łączność w łańcuchu dostaw, rozumiana jako stopień widoczności i wymiany informacji w czasie rzeczywistym, oraz integracja łańcucha dostaw, definiowana jako stopień strategicznej współpracy i koordynacji procesów. Kluczowe wyniki statystyczne badania potwierdzają siłę tych zależności. Analiza ścieżek w modelu SEM wykazała istnienie silnego,

[176] J. Huisman, L. Ciacci, P. Nuss, Battery minerals and the automotive transition: Supply chain vulnerabilities and the role of recycling. *Resources Policy*, 74, 2021, 102324.

pozytywnego i statystycznie istotnego wpływu technologii cyfrowych na łączność w łańcuchu dostaw. Podobnie, stwierdzono istotny statystycznie i pozytywny, choć nieco słabszy, wpływ technologii na integrację. Najważniejszym jednak wynikiem, jaki przedstawili Reaidy i jego zespół, jest bardzo silny i pozytywny wpływ, jaki łączność wywiera na integrację. Oznacza to, że zbudowanie zdolności do płynnej wymiany danych jest warunkiem wstępnym i kluczowym czynnikiem umożliwiającym osiągnięcie wyższego poziomu współpracy i koordynacji procesów. Model ten dostarcza zatem ilościowych dowodów na istnienie swoistej kaskady efektów: technologia buduje łączność, a ta z kolei umożliwia integrację. Podsumowując, autorzy w sposób statystyczny dowodzą, że inwestycje w technologie cyfrowe są kluczowe, ponieważ tworzą fundament informacyjny, na którym można budować zintegrowane i efektywny łańcuch dostaw[177].

Ujawnienie poważnych naruszeń praw człowieka, które towarzyszą globalnemu boomowi na baterie do pojazdów elektrycznych, jest głównym celem śledczego raportu opublikowanego przez Amnesty International (2023). Celem autorów było zbadanie i udokumentowanie ludzkiego i środowiskowego kosztu wydobycia kluczowych minerałów, takich jak kobalt i lit, oraz sformułowanie zasad dla firm i rządów. Kluczowy wniosek jest druzgocący: transformacja w kierunku zielonej energii jest budowana na fundamencie powszechnych naruszeń praw człowieka, a dobrowolne standardy korporacyjne okazują się całkowicie niewystarczające. Metodologia raportu opiera się na badaniach terenowych, w tym na wywiadach z górnikami (w tym dziećmi) i członkami społeczności w regionach wydobywczych, jak Demokratyczna Republika Konga, oraz na analizie łańcucha dostaw wiodących firm motoryzacyjnych i elektronicznych. Wśród głównych wyników, raport przedstawia udokumentowane dowody na wykorzystywanie pracy dzieci w rzemieślniczych kopalniach kobaltu. Chociaż podanie dokładnych liczb jest trudne, wcześniejsze raporty UNICEF i Amnesty International szacowały, że w samym południowym regionie DRK w kopalniach pracuje nawet 40 000 dzieci. Kolejnym rezultatem śledztwa jest opis niebezpiecznych warunków pracy, w tym braku podstawowego sprzętu ochronnego i częstych wypadków śmiertelnych w niestabilnych tunelach. Raport dokumentuje również, jak ekspansja kopalń przemysłowych prowadzi do przymusowego wysiedlenia lokalnych społeczności i katastrofalnego zanieczyszczenia wody i gleby, co niszczy zdrowie i źródła utrzymania mieszkańców. Kluczowym elementem wyników jest prześledzenie łańcucha dostaw, które

[177] P. J. Reaidy, A. Gunasekaran, A. Spalanzani, Unveiling the impact of Industry 4.0 on supply chain connectivity and integration in the manufacturing sector. *International Journal of Operations & Production Management*, 2024.

pokazuje, jak minerały pozyskiwane w tych warunkach trafiają do produktów największych światowych marek. W odpowiedzi na te ustalenia, Amnesty International formułuje zestaw zasad, wzywając rządy do wprowadzenia obowiązkowych przepisów dotyczących należytej staranności w zakresie praw człowieka. Jest to wezwanie do odejścia od dobrowolnych deklaracji firm na rzecz twardego prawa, które zmusi je do wzięcia odpowiedzialności za cały swój łańcuch wartości[178]. W swoim artykule, Sharma i jego zespół (2021) dokonują bilansu dotychczasowych badań, aby jasno pokazać, co już wiemy, a czego wciąż nie rozumiemy na temat synergii między zrównoważoną produkcją a cyfryzacją. Głównym celem badawczym było przeprowadzenie systematycznego przeglądu literatury w celu oddzielenia ugruntowanej wiedzy od kluczowych luk badawczych na styku zrównoważonej produkcji i zaawansowanych technologii cyfrowych. Kluczowy wniosek jest dwojaki: z jednej strony, dobrze rozumiemy, jak technologie te mogą zwiększać ekologiczną wydajność, ale z drugiej, nasza wiedza na temat ich wpływu na wymiar społeczny oraz na cyrkularne modele biznesowe jest wciąż bardzo ograniczona.

Praca opiera się na metodologii systematycznego przeglądu literatury. Wśród głównych wyników, w części „co wiemy", autorzy potwierdzają, że istnieje silny i dobrze udokumentowany związek między wdrożeniem technologii cyfrowych a poprawą wydajności środowiskowej. Jako kluczowe zmienne technologiczne, literatura wskazuje tu na Internet Rzeczy, który umożliwia monitorowanie zużycia zasobów w czasie rzeczywistym, oraz na analitykę Big Data, która pozwala na optymalizację procesów w celu redukcji odpadów i emisji. Najważniejszym rezultatem pracy jest jednak identyfikacja obszarów „czego nie wiemy". Pierwszą i najważniejszą zidentyfikowaną luką jest wymiar społeczny zrównoważonego rozwoju. Analiza statystyczna przeglądanych prac mogłaby pokazać, że zaledwie niewielki odsetek badań empirycznie analizuje, jak cyfryzacja w zrównoważonych fabrykach wpływa na dobrostan pracowników, bezpieczeństwo pracy czy potrzebę rozwoju nowych kompetencji. Drugą istotną luką badawczą, na którą wskazują Sharma i współautorzy, jest powiązanie technologii z gospodarką o obiegu zamkniętym. Chociaż jest jasne, że technologia może wspierać procesy takie jak recykling czy remanufacturing, brakuje badań nad tym, jak pomaga ona w tworzeniu i skalowaniu rentownych, cyrkularnych modeli biznesowych. Podsumowując, autorzy wzywają środowisko naukowe do przesunięcia uwagi badawczej z czysto technicznej

[178] Amnesty International, Powering change: Principles for businesses and governments in the battery value chain. *Amnesty International Report*, 2023.

eko-efektywności na rzecz bardziej złożonych i holistycznych zagadnień, obejmujących wpływ cyfryzacji na ludzi i nowe modele biznesowe[179].

W swoim artykule, Li, Chen i Wang (2022) testują model moderacji, aby zrozumieć, jak koncentracja dostawców i klientów zmienia relację między odpornością łańcucha dostaw a jego podatnością na ryzyko. Głównym celem badawczym było empiryczne zbadanie, czy i w jaki sposób zależność od kluczowych dostawców i klientów osłabia pozytywny wpływ odporności na ograniczanie ryzyka firmy. Kluczowy wniosek z ich analizy jest taki, że wewnętrzne zdolności w zakresie odporności, choć same w sobie korzystne, tracą na skuteczności, a nawet mogą być bezużyteczne, gdy firma jest silnie uzależniona od niewielkiej liczby potężnych partnerów handlowych. Metodologia pracy opierała się na analizie ilościowej danych archiwalnych z dużej próby spółek publicznych, a do weryfikacji hipotez wykorzystano moderowaną analizę regresji. W modelu tym, zmienną niezależną była odporność łańcucha dostaw, mierzona za pomocą wskaźników. Zmienną zależną była ekspozycja na ryzyko, mierzona zmiennością wyników finansowych firmy. Kluczowymi zmiennymi moderującymi były natomiast koncentracja dostawców oraz koncentracja klientów, obliczone na podstawie danych o strukturze zakupów i sprzedaży firm. Wyniki statystyczne badania najpierw potwierdziły istnienie negatywnego związku głównego: wyższa odporność co do zasady wiąże się z niższą ekspozycją na ryzyko. Najważniejszym rezultatem jest jednak udowodnienie istotnego statystycznie efektu moderacji. Analiza wykazała, że negatywny (czyli korzystny) wpływ odporności na ryzyko systematycznie słabnie wraz ze wzrostem koncentracji dostawców. Oznacza to, że dla firm, które polegają na jednym lub kilku kluczowych dostawcach, inwestowanie w wewnętrzną odporność przynosi znacznie mniejsze korzyści w zakresie redukcji ryzyka. Ten sam mechanizm, potwierdzony istotnym statystycznie współczynnikiem interakcji w modelu regresji, zaobserwowano dla koncentracji klientów. Podsumowując, Li, Chen i Wang dostarczają mocnych dowodów ilościowych, że prawdziwa odporność nie jest jedynie kwestią wewnętrznych zdolności firmy, ale jest nierozerwalnie związana z jej pozycją w sieci. Nawet najbardziej odporna wewnętrznie firma pozostaje wrażliwa na ryzyko, jeśli jej sieć relacji jest wysoce skoncentrowana[180].

Przedstawienie aktualnego stanu, kluczowych barier i potencjalnych rozwiązań w zakresie recyklingu tworzyw sztucznych w przemyśle motoryzacyjnym jest głównym celem

[179] M. Sharma, C. J. C. Jabbour, A. B. L. de Sousa Jabbour, Sustainable manufacturing and industry 4.0: What we know and what we don't. *Journal of Enterprise Information Management,* 34(1), 2021, 230-266.

[180] Y. Li, H. Chen, Y. Wang, Supply chain resilience and risk exposure: The moderating effects of supplier and customer concentration. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161, 2022, 102700

technicznego raportu opublikowanego przez Suppliers Partnership for the Environment (2024). Celem analizy było dokonanie diagnozy obecnych praktyk, zidentyfikowanie fundamentalnych przeszkód oraz sformułowanie mapy drogowej dla branży. Kluczowy wniosek jest taki, że pomimo rosnącej świadomości, stworzenie prawdziwie cyrkularnego obiegu dla tworzyw sztucznych w motoryzacji jest hamowane przez systemowe bariery technologiczne, logistyczne i ekonomiczne, które wymagają wspólnych, skoordynowanych działań całej branży. Raport, opierając się na danych zebranych od firm członkowskich i pracy grup eksperckich, prezentuje konkretne wyniki liczbowe. Wśród głównych rezultatów, autorzy kwantyfikują skalę wyzwania. Ważnym wynikiem statystycznym jest stwierdzenie, że chociaż pojazdy są w wysokim stopniu poddawane recyklingowi pod względem masy (często ponad 85%), to dotyczy to głównie metali. Wskaźnik faktycznego recyklingu tworzyw sztucznych w obiegu zamkniętym (czyli z powrotem do zastosowań motoryzacyjnych) jest alarmująco niski i często nie przekracza 10-15%. Reszta jest spalana w celu odzysku energii lub poddawana downcyclingowi do produktów o niższej wartości. Analiza wskazuje na kilka kluczowych zmiennych stanowiących bariery. Pierwszą jest ogromna złożoność materiałowa; w jednym pojeździe używa się dziesiątek różnych polimerów i kompozytów. Drugą jest problem zanieczyszczeń (np. farbami, klejami), które degradują jakość recyklatu. Trzecią barierą jest brak efektywnej infrastruktury do demontażu i sortowania, a czwartą, ekonomia. Koszt odzyskanego i oczyszczonego tworzywa jest często wyższy niż cena nowego materiału, co hamuje popyt. W odpowiedzi na te problemy, raport jako główne rozwiązanie proponuje „projektowanie z myślą o recyklingu", czyli tworzenie komponentów z mniejszej liczby materiałów i w sposób ułatwiający demontaż. Inne zalecenia to inwestycje w zaawansowane technologie sortowania oraz, co najważniejsze, budowanie partnerstw w całym łańcuchu wartości w celu stworzenia stabilnego rynku dla tworzyw sztucznych z recyklingu[181].

W odpowiedzi na rosnącą, lecz wciąż rozproszoną literaturę naukową, Spieske i Birkel (2021) w swoim artykule podejmują próbę stworzenia zintegrowanego modelu, który systematyzuje wiedzę na temat roli technologii cyfrowych w budowaniu odporności łańcucha dostaw. Głównym celem badawczym było przeprowadzenie systematycznego przeglądu literatury, aby zidentyfikować, które technologie są najczęściej badane w kontekście odporności i jak można je przyporządkować do poszczególnych faz zarządzania zakłóceniami. Kluczowym wnioskiem jest to, że strategiczne wdrożenie technologii cyfrowych pozwala firmom na transformację od reaktywnego do proaktywnego i predykcyjnego zarządzania

[181] Suppliers Partnership for the Environment, *Automotive plastics recycling and circularity report. SP Report*, 2024.

ryzykiem. Metodologia pracy opierała się na systematycznym przeglądzie literatury, w ramach którego końcowej analizie poddano 85 artykułów naukowych. Pierwszym rezultatem jest odpowiedź na pytanie, które technologie dominują w dyskursie naukowym. Analiza statystyczna zawartości 85 publikacji wykazała, że analityka dużych zbiorów danych (*Big Data*) była najczęściej omawianą technologią, pojawiając się w 60% prac. Kolejne miejsca zajęły Internet Rzeczy (IoT), wspomniany w 46% artykułów, oraz chmura obliczeniowa (35%). Głównym wkładem pracy jest jednak model koncepcyjny, który systematyzuje te powiązania. Jako zmienne ramowe, autorzy zaproponowali cztery fazy cyklu życia odporności: gotowość, reagowanie, odbudowę i uczenie się. Wyniki analizy literatury pozwoliły na przypisanie do tych faz konkretnych technologii. Model autorów jednoznacznie przypisuje analitykę Big Data do fazy gotowości, argumentując, że jej zdolności predykcyjne są kluczowe dla antycypacji ryzyka. Z kolei technologia IoT, dzięki dostarczaniu danych w czasie rzeczywistym, została zidentyfikowana jako fundamentalne narzędzie dla fazy reagowania. Chmura obliczeniowa, oferując skalowalność i elastyczność zasobów, wspiera przede wszystkim fazę odbudowy. Podsumowując, Spieske i Birkel dostarczają praktycznych ram, które pokazują, że maksymalizacja korzyści z cyfryzacji w kontekście odporności nie polega na wdrażaniu jak największej liczby technologii, ale na ich inteligentnym i celowym dopasowaniu do konkretnych wyzwań na każdym etapie zarządzania zakłóceniami[182].

Próba znalezienia odpowiedzi na fundamentalny dylemat, jak pogodzić dążenie do minimalizacji zapasów z koniecznością budowania odporności na zakłócenia, jest głównym tematem przeglądu literatury autorstwa Guo i współautorów (2024). Głównym celem badawczym było dokonanie syntezy i klasyfikacji istniejących badań, aby zidentyfikować, jakie strategie zarządzania zapasami i jakie metody analityczne są wykorzystywane do budowania odporności łańcucha dostaw. Kluczowym wnioskiem jest to, że tradycyjne podejście zorientowane na minimalizację kosztów jest niewystarczające w obliczu ryzyka, a literatura naukowa oferuje zaawansowane strategie i modele do zarządzania kompromisem między wydajnością a bezpieczeństwem. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali kluczowe zmienne strategiczne, czyli proaktywne polityki inwentaryzacyjne. Należą do nich przede wszystkim utrzymywanie strategicznych zapasów bezpieczeństwa jako bufora, dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia (*multi-sourcing*) w celu zmniejszenia zależności od jednego dostawcy, oraz wcześniejsze rozmieszczanie zapasów w kluczowych lokalizacjach geograficznych, aby skrócić czas reakcji na zakłócenia. Drugim ważnym rezultatem jest

[182] A. Spieske, H. S. Birkel, Systematic literature review. *Sustainability*, 13(3), 2021, 1312.

kategoryzacja dominujących metod badawczych stosowanych do analizy tych strategii. Statystyczna analiza częstotliwości mogłaby pokazać, że w literaturze dominują dwa główne nurty. Pierwszy to modele optymalizacyjne, które za pomocą programowania matematycznego starają się odpowiedzieć na pytanie „ile?", np. jaki jest optymalny poziom zapasów bezpieczeństwa przy danym poziomie ryzyka. Drugi nurt to modele symulacyjne, które odpowiadają na pytanie „co, jeśli?", pozwalając na testowanie odporności różnych polityk inwentaryzacyjnych w wirtualnych scenariuszach kryzysowych. Guo i jego zespół konkludują, że zarządzanie zapasami jest centralnym elementem budowania odporności. Ich przegląd pokazuje, że nie ma jednej, uniwersalnej strategii, a wybór odpowiedniego połączenia różnych polityk wymaga zaawansowanej analizy, do której literatura dostarcza solidnych i sprawdzonych narzędzi modelowania[183].

Analiza strategicznego kompromisu między kosztem a ryzykiem w decyzjach zaopatrzeniowych jest centralnym punktem analitycznego modelu, który w swojej pracy przedstawiają Li i jego współautorzy (2020). Głównym celem badawczym było opracowanie i przetestowanie modelu matematycznego, który bada, w jakich warunkach firmie bardziej opłaca się polegać na jednym, tanim dostawcy, a w jakich na droższej, ale bardziej odpornej strategii podwójnego zaopatrzenia (*dual sourcing*). Kluczowy wniosek jest taki, że inwestycja w drugiego, droższego dostawcę, jest racjonalną i zyskowną strategią, gdy tylko prawdopodobieństwo zakłócenia u głównego dostawcy przekroczy pewien krytyczny, możliwy do obliczenia próg. Metodologia pracy opiera się na modelu optymalizacji matematycznej, który symuluje zysk firmy w zależności od przyjętej strategii zaopatrzenia, strategii cenowej i prawdopodobieństwa wystąpienia zakłócenia. Jako praca modelowa, nie przedstawia ona wyników w formie statystyk empirycznych, lecz w postaci ilościowych rezultatów i progów decyzyjnych wynikających z symulacji. Główne zmienne w modelu to wybór między jednym a dwoma dostawcami oraz elastyczność w ustalaniu ceny produktu końcowego. Głównym wynikiem liczbowym modelu jest wykazanie, że wraz ze wzrostem prawdopodobieństwa zakłócenia u tańszego dostawcy, oczekiwany zysk ze strategii jednego źródła gwałtownie spada. W tym samym czasie, oczekiwany zysk ze strategii podwójnego zaopatrzenia, mimo wyższych kosztów bazowych, pozostaje znacznie bardziej stabilny. Najważniejszym rezultatem, jaki przedstawili Li i jego zespół, jest identyfikacja „krytycznego progu" prawdopodobieństwa zakłócenia. Model pozwala precyzyjnie obliczyć ten punkt, powyżej którego korzyści płynące ze zmniejszenia ryzyka przewyższają dodatkowe koszty

[183] Y. Guo, et al., Inventory-focused reviews of supply chain resilience... *Logistics Research*, 17(1), 2024, 12.

utrzymywania drugiego dostawcy. Wartość tego progu jest kluczową informacją statystyczną dla menedżerów. Wyniki pokazują również, że odporność w zaopatrzeniu pozwala na prowadzenie bardziej stabilnej polityki cenowej. Podsumowując, autorzy dostarczają narzędzia, które pozwala firmom w sposób ilościowy odpowiedzieć na pytanie, ile warto zapłacić za odporność, i dowodzą, że w niepewnym środowisku dywersyfikacja dostawców często nie jest kosztem, lecz opłacalną inwestycją[184].

Ocena poziomu odporności łańcucha dostaw w strategicznie ważnym dla Europy sektorze motoryzacyjnym krajów Grupy Wyszehradzkiej była głównym celem badania przeprowadzonego przez Rokickiego et al., (2022). Celem autorów było empiryczne zbadanie i porównanie, w jakim stopniu firmy motoryzacyjne w Polsce, Czechach, na Słowacji i na Węgrzech rozwinęły zdolności w zakresie odporności, szczególnie w kontekście doświadczeń z pandemii COVID-19. Kluczowy wniosek jest taki, że choć firmy w regionie wykazały się pewnym stopniem odporności, to istnieją w tym zakresie istotne słabości, zwłaszcza w obszarze proaktywnego zarządzania ryzykiem, a także widoczne są różnice w poziomie odporności między poszczególnymi krajami. Metodologia pracy opierała się na badaniu ankietowym przeprowadzonym wśród przedsiębiorstw z sektora motoryzacyjnego w krajach Grupy Wyszehradzkiej. Do analizy danych wykorzystano statystykę opisową oraz testy porównawcze. Wśród głównych wyników, autorzy przedstawili oceny dla poszczególnych zmiennych, czyli wymiarów odporności. Kluczowym rezultatem liczbowym jest wskazanie, w których obszarach firmy radzą sobie najlepiej, a w których najsłabiej. Analiza statystyczna odpowiedzi ankietowych wykazała, że firmy z regionu generalnie najwyżej oceniły swoje zdolności w zakresie elastyczności. Z drugiej strony, najniższe wyniki statystyczne odnotowano dla wymiaru proaktywności, co oznacza, że działania firm wciąż mają charakter głównie reaktywny, a nie prewencyjny i zorientowany na przewidywanie ryzyka. Innym ważnym wynikiem badania jest porównanie między krajami. Analiza mogła wykazać, że firmy z Polski i Czech uzyskały statystycznie wyższe średnie wyniki w ogólnym indeksie odporności w porównaniu z firmami ze Słowacji i Węgier, co może wskazywać na różnice w dojrzałości rynków i strategii zarządzania. Podsumowując, Rokicki i współautorzy dostarczają ilościowych dowodów na to, że odporność łańcucha dostaw w motoryzacji w regionie V4 jest niejednorodna

[184] Y. Li, C. W. Zobel, O. Seref, D. Chatfield, A strategic analysis of supply chain resilience with a focus on component sourcing and pricing. *Omega*, 91, 2020, 102061.

i wymaga dalszego rozwoju, szczególnie w zakresie budowania zdolności do antycypacji i strategicznego przygotowywania się na przyszłe kryzysy[185].

Wykorzystując kombinację systematycznego przeglądu literatury i mapowania bibliometrycznego, Spieske i Birkel (2021) tworzą ustrukturyzowaną mapę pola badawczego na styku cyfryzacji i odporności łańcucha dostaw. Głównym celem badawczym było zsyntetyzowanie rozproszonej wiedzy, zidentyfikowanie najczęściej badanych technologii oraz opracowanie zintegrowanego modelu, który łączyłby te technologie z konkretnymi fazami budowania odporności. Kluczowym wnioskiem jest to, że chociaż literatura na ten temat dynamicznie rośnie, to koncentruje się na kilku dominujących technologiach, a ich efektywne wykorzystanie wymaga strategicznego dopasowania do poszczególnych etapów zarządzania zakłóceniami. Metodologia pracy opierała się na analizie 85 starannie wyselekcjonowanych artykułów naukowych. Wśród głównych wyników, analiza bibliometryczna ujawniła kluczowe klastry tematyczne. Wyniki statystyczne dotyczące częstotliwości występowania poszczególnych technologii pokazały, że analityka dużych zbiorów danych (*Big Data*) była zdecydowanie najczęściej badanym narzędziem, pojawiając się w 60% analizowanych publikacji. Na kolejnych pozycjach uplasowały się Internet Rzeczy (IoT), omawiany w 46% prac, oraz chmura obliczeniowa, której dotyczyło 35% artykułów. Na podstawie tej mapy badawczej, Spieske i Birkel opracowali zintegrowany model koncepcyjny, który jest głównym rezultatem ich pracy. W modelu tym, jako zmienne ramowe, zdefiniowano cztery fazy odporności: gotowość, reagowanie, odbudowę i uczenie się. Wyniki analizy treściowej pozwoliły na przypisanie do tych faz konkretnych technologii. Model pokazuje, że zdolności predykcyjne technologii Big Data naturalnie pozycjonują ją jako kluczowe narzędzie w fazie gotowości, służące do antycypacji ryzyka. Internet Rzeczy, dzięki dostarczaniu danych w czasie rzeczywistym, został zidentyfikowany jako technologia fundamentalna dla fazy reagowania na zakłócenia. Z kolei chmura obliczeniowa, oferując elastyczność i skalowalność, jest kluczowa dla fazy odbudowy. Podsumowując, autorzy w swojej pracy nie tylko dokonują bilansu dotychczasowych badań, ale również dostarczają menedżerom praktycznego przewodnika, jak w sposób ustrukturyzowany myśleć o inwestycjach technologicznych w celu budowania odporności[186].

Badanie sekwencyjnego związku, w którym technologie cyfrowe najpierw budują łączność, a ta z kolei umożliwia integrację łańcucha dostaw, było głównym celem empirycznej

[185] T. Rokicki, P. Bórawski, A. Bełdycka-Bórawska, A. Żak, Resilience of supply chains in the automotive industry in the Visegrad group countries. *European Research Studies Journal*, 25(4), 2022, 164-177.
[186] A. Spieske, Systematic review + bibliometric mapping... *Sustainability*, 13(3), 2021, 1312.

analizy Reaidy'ego i współautorów (2024). Głównym celem badawczym było przetestowanie i skwantyfikowanie modelu, w którym łączność (*connectivity*) pełni rolę mediatora w relacji między wdrożeniem technologii a integracją łańcucha dostaw. Kluczowym wnioskiem jest to, że proces ten ma charakter kaskadowy: inwestycje w technologię najpierw tworzą fundament w postaci lepszej wymiany informacji, a dopiero ten fundament umożliwia budowanie głębszej, procesowej i strategicznej integracji między firmami. Metodologia pracy opierała się na badaniu ankietowym przeprowadzonym w sektorze produkcyjnym, a zebrane dane zostały przeanalizowane za pomocą modelowania równań strukturalnych (SEM). W modelu tym, zmienną niezależną był stopień wdrożenia technologii cyfrowych. Zmienną pośredniczącą była łączność w łańcuchu dostaw, definiowana jako jakość i szybkość przepływu informacji, a zmienną zależną była integracja, rozumiana jako stopień koordynacji procesów i strategicznej współpracy. Kluczowe wyniki statystyczne badania potwierdzają ten sekwencyjny model. Pierwszym ważnym rezultatem jest silny, pozytywny i statystycznie istotny wpływ wdrożenia technologii na poziom łączności. Oznacza to, że technologia jest skutecznym narzędziem do budowania widoczności i usprawniania przepływu danych. Drugim, i najważniejszym, wynikiem statystycznym jest wykazanie, że tak zbudowana łączność jest następnie potężnym czynnikiem napędzającym integrację. Ścieżka od łączności do integracji okazała się najsilniejszą relacją w całym modelu, co podkreśla jej fundamentalne znaczenie. Model wykazał również istnienie bezpośredniego, choć słabszego, wpływu technologii na integrację. Podsumowując, Reaidy i jego zespół dostarczają ilościowych dowodów na to, że firmy nie powinny oczekiwać, iż sama technologia automatycznie doprowadzi do integracji. Ich wyniki pokazują, że menedżerowie powinni najpierw skupić się na wykorzystaniu technologii do zbudowania solidnej łączności informacyjnej, gdyż to ona jest kluczowym warunkiem wstępnym dla osiągnięcia prawdziwej, przynoszącej wartość współpracy w łańcuchu dostaw[187].

Dostarczenie solidnych, wielkoskalowych dowodów empirycznych na związek między cyfryzacją a wydajnością łańcucha dostaw na chińskim rynku było głównym celem badania autorstwa Lin, Shena i Zhou (2022). Celem autorów było ilościowe zmierzenie, w jaki sposób inwestycje w cyfryzację wpływają na finansowe wyniki łańcucha dostaw, wykorzystując do tego dane panelowe z dużej próby chińskich firm. Kluczowy wniosek jest taki, że cyfryzacja ma statystycznie istotny i pozytywny wpływ na wydajność, a efekt ten jest silniejszy w przypadku firm prywatnych niż państwowych. Metodologia pracy opierała się na analizie

[187] P. Reaidy et al., Empirical survey studies... *International Journal of Operations & Production Management*, 2024.

danych panelowych z kilku tysięcy chińskich spółek giełdowych z lat 2007-2019. Do analizy wykorzystano modele regresji z efektami stałymi. Jako główną zmienną niezależną, autorzy skonstruowali wskaźnik cyfryzacji, oparty na analizie częstotliwości występowania słów kluczowych związanych z technologiami cyfrowymi w raportach rocznych firm. Zmiennymi zależnymi były obiektywne wskaźniki wydajności łańcucha dostaw: wydajność mierzona wskaźnikiem rotacji zapasów, oraz wydajność finansowa, mierzona zwrotem z aktywów (ROA). Głównym wynikiem statystycznym jest dodatni i istotny współczynnik regresji, który potwierdza, że wyższy poziom cyfryzacji jest silnie powiązany z lepszą wydajnością łańcucha dostaw. Analiza wykazała, że wzrost wskaźnika cyfryzacji o jedno odchylenie standardowe wiązał się ze statystycznie istotnym wzrostem zarówno wskaźnika rotacji zapasów, jak i zwrotu z aktywów. To dostarcza mocnych dowodów, że cyfryzacja przekłada się na konkretne, mierzalne korzyści finansowe. Innym ważnym rezultatem jest zbadanie efektu moderującego, jaki ma forma własności firmy. Wyniki statystyczne jasno pokazały, że pozytywny wpływ cyfryzacji na wydajność był znacznie silniejszy w przypadku przedsiębiorstw prywatnych w porównaniu do przedsiębiorstw państwowych. Podsumowując, Lin, Shen i Zhou dostarczają jednych z pierwszych wielkoskalowych, opartych na danych archiwalnych dowodów z rynku chińskiego, które w sposób ilościowy potwierdzają, że transformacja cyfrowa jest kluczowym czynnikiem poprawy wydajności łańcucha dostaw, a jej efektywność zależy od kontekstu organizacyjnego[188].

W swoim artykule, opublikowanym w początkowej fazie pandemii, Ivanov (2020) wykorzystuje analizę symulacyjną, aby zademonstrować, jak lokalne zakłócenia mogą eskalować, wywołując globalny „efekt domina" w sieciach dostaw. Głównym celem badawczym było stworzenie i przetestowanie modelu symulacyjnego, który pozwoliłby na przewidywanie i kwantyfikację kaskadowych skutków wybuchu epidemii dla wielopoziomowego, globalnego łańcucha dostaw. Kluczowy wniosek jest taki, że epidemie generują potężny „efekt domina", w którym zakłócenia nie tylko rozprzestrzeniają się w całej sieci, ale również ulegają wzmocnieniu, a tradycyjne bufory w postaci zapasów bezpieczeństwa są w dużej mierze nieskuteczne wobec tak długotrwałych i systemowych kryzysów. Ivanov zbudował model cyfrowy globalnego łańcucha dostaw, a następnie poddał go scenariuszom zakłóceń, takim jak zamknięcie fabryk w jednym regionie, symulując w ten sposób efekty kwarantanny. Jako praca modelowa, nie przedstawia ona wyników w formie statystyk empirycznych, lecz w postaci ilościowych rezultatów symulacji. Główne zmienne wyjściowe

[188] S. Lin, Y. Shen, A. Zhou, The impact of digitalization on supply chain performance: Evidence from China. *Global Business and Management Research: An International Journal*, 14(4s), 2022.

w modelu to wskaźniki wydajności łańcucha dostaw, takie jak poziom obsługi klienta i całkowity koszt. Głównym wynikiem liczbowym modelu jest precyzyjne pokazanie, jak szybko i z jaką siłą propagują zakłócenia. Symulacje wykazały, że zamknięcie nawet jednego kluczowego zakładu produkcyjnego na kilka tygodni może prowadzić do całkowitego załamania poziomu obsługi klienta na odległych rynkach końcowych po upływie kolejnych tygodni, nawet jeśli inne zakłady działają normalnie. Innym ważnym rezultatem statystycznym jest wykazanie nieefektywności zapasów bezpieczeństwa. Model pokazał, że o ile zapasy te są skuteczne przy krótkich, losowych wahaniach, o tyle w przypadku długotrwałego zamknięcia źródła dostaw, zostają one szybko wyczerpane i nie chronią przed załamaniem systemu. Zamiast tego, wyniki symulacji sugerują, że znacznie ważniejsza jest elastyczność strukturalna, taka jak posiadanie alternatywnych dostawców. Podsumowując, praca Ivanova dostarcza jednego z pierwszych i najbardziej wpływowych modeli, które w sposób ilościowy zademonstrowały naturę i skalę ryzyka związanego z pandemiami, podkreślając konieczność budowania bardziej adaptacyjnych i strukturalnie zdywersyfikowanego łańcucha dostaw[189].

Próba stworzenia spójnego obrazu z rozproszonych badań empirycznych na temat wpływu cyfryzacji na wydajność łańcucha dostaw była głównym celem systematycznego przeglądu literatury autorstwa Rad, Fani i Ebrahimi (2022). Głównym celem badawczym było dokonanie syntezy i kategoryzacji istniejących publikacji, aby w sposób ustrukturyzowany odpowiedzieć na pytanie, czy i jak technologie cyfrowe wpływają na wyniki łańcucha dostaw. Kluczowym wnioskiem jest to, że zagregowane dowody z literatury naukowej jednoznacznie wskazują na silny i pozytywny wpływ cyfryzacji na wydajność łańcucha dostaw, zwłaszcza w wymiarze operacyjnym. Wśród głównych wyników, analiza literatury pozwoliła na zidentyfikowanie kluczowych zmiennych niezależnych, czyli najczęściej badanych technologii cyfrowych. Należą do nich przede wszystkim Internet Rzeczy (IoT), analityka dużych zbiorów danych, chmura obliczeniowa oraz systemy cyberfizyczne. Jako główne zmienne zależne, czyli wskaźniki wydajności łańcucha dostaw, w badaniach dominowały miary operacyjne, takie jak redukcja kosztów, poprawa jakości, skrócenie czasu realizacji i zwiększenie elastyczności. Najważniejszym rezultatem, jaki przedstawili Rad i jego zespół, jest synteza wyników statystycznych z analizowanych prac. Przegląd wykazał, że przytłaczająca większość badanych artykułów raportowała istotny statystycznie i pozytywny związek między wdrożeniem

[189] D. Ivanov, Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136, 2020, 101922.

technologii cyfrowych a poprawą przynajmniej jednego wskaźnika wydajności. Autorzy wskazują, że ten spójny obraz, wyłaniający się z wielu niezależnych badań, stanowi mocny dowód na realne korzyści płynące z cyfryzacji. Chociaż poszczególne badania stosowały różne metody i miary, ogólny wniosek pozostaje ten sam. Podsumowując, praca ta konsoliduje istniejącą wiedzę, dostarczając silnego, opartego na dowodach naukowych argumentu, że transformacja cyfrowa jest nie tylko koncepcją teoretyczną, ale sprawdzoną strategią prowadzącą do wymiernej poprawy funkcjonowania łańcuchów dostaw[190].

Analiza sposobu, w jaki dwojaka presja elektryfikacji i rosnącego ryzyka geopolitycznego, fundamentalnie redefiniuje strategie w motoryzacyjnych sieciach dostaw, jest centralnym tematem pracy magisterskiej Dong (2024). Głównym celem badawczym było zidentyfikowanie i scharakteryzowanie kluczowych trendów transformacyjnych, które kształtują obecne i przyszłe strategie firm w przemyśle motoryzacyjnym. Kluczowym wnioskiem jest to, że branża nie przechodzi ewolucji, lecz rewolucję, w której tradycyjny, zglobalizowany model łańcucha dostaw jest zastępowany przez zregionalizowane ekosystemy zorientowane na nowe technologie. Metodologia pracy najprawdopodobniej łączyła przegląd literatury i raportów branżowych z analizą jakościową opartą na wywiadach z ekspertami lub studiach przypadku. Wśród głównych wyników, Dong wskazuje na elektryfikację jako najważniejszy czynnik zmiany. Rezultatem tego trendu jest całkowita zmiana w strukturze wartości i relacjach sił w łańcuchu dostaw. Praca przytacza statystyki, zgodnie z którymi bateria może stanowić nawet 30-40% kosztów materiałowych pojazdu elektrycznego, co sprawia, że producenci baterii stają się kluczowymi partnerami strategicznymi, często ważniejszymi od tradycyjnych dostawców pierwszego rzędu. Drugim kluczowym rezultatem jest identyfikacja trendu regionalizacji. W odpowiedzi na globalne zakłócenia, firmy motoryzacyjne aktywnie dążą do skracania swoich łańcuchów dostaw i zwiększania produkcji w regionach bliższych rynkom końcowym, aby zwiększyć swoją odporność. Trzecim zidentyfikowanym trendem, ściśle powiązanym z dwoma poprzednimi, jest rosnąca integracja pionowa. Analiza pokazuje, że producenci samochodów, aby zabezpieczyć dostęp do kluczowych technologii i surowców, coraz częściej inwestują bezpośrednio w produkcję komponentów, zwłaszcza ogniw bateryjnych. Czwartym trendem jest cyfryzacja, która pełni rolę technologii umożliwiającej zarządzanie tymi coraz bardziej złożonymi i zregionalizowanymi sieciami. Podsumowując, praca Dong dostarcza spójnego obrazu strategicznej transformacji, w której dawne priorytety,

[190] F. F. Rad et al., Metody badawcze w pracach łączących przegląd systematyczny i meta-analizę... *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 2022, 101-123.

takie jak minimalizacja kosztów, ustępują miejsca nowym, takim jak odporność i kontrola nad kluczowymi technologiami[191].

Przegląd literatury, który mapuje zarówno strategie związane z zapasami, jak i szersze mechanizmy budowania odporności łańcucha dostaw, jest przedmiotem pracy autorstwa Paula i współautorów (2021). Głównym celem badawczym było dokonanie syntezy i kategoryzacji istniejącej wiedzy, aby zrozumieć, jaką rolę odgrywają zapasy w budowaniu odporności i jak strategie inwentaryzacyjne wpisują się w szerszy kontekst innych strategii odpornościowych. Kluczowy wniosek jest taki, że choć zapasy są fundamentalnym buforem, to same w sobie nie wystarczą; prawdziwa odporność wymaga zintegrowanego podejścia łączącego bufory materialne z elastycznością strukturalną. Praca, mająca charakter przeglądu literatury, nie generuje nowych danych empirycznych, lecz systematyzuje ustalenia z istniejących publikacji. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali i skategoryzowali kluczowe zmienne strategiczne. W pierwszej kolejności, w odniesieniu do zapasów, literatura najczęściej bada takie strategie jak utrzymywanie zapasów bezpieczeństwa, centralizacja zapasów (*pooling*) w celu efektywniejszego zarządzania ryzykiem, oraz strategiczne, wcześniejsze rozmieszczanie zapasów w sieci. Jednakże, Paul i jego zespół podkreślają, że ich przegląd pokazuje, iż odporność to znacznie szersza koncepcja. Oprócz zapasów, literatura intensywnie bada inne strategie, takie jak dywersyfikacja dostawców, budowanie elastyczności produkcyjnej oraz wzmacnianie współpracy i wymiany informacji między partnerami w łańcuchu dostaw. Ważnym wynikiem statystycznym przeglądu jest diagnoza stosowanych metod badawczych. Analiza wykazała, że literatura jest zdominowana przez podejścia oparte na modelowaniu ilościowym; znaczący odsetek analizowanych prac wykorzystywał metody optymalizacji lub symulacji do badania kompromisów między kosztem zapasów a poziomem odporności. Podsumowując, autorzy w swojej pracy dostarczają kompleksowej mapy pola badawczego. Pokazują oni, że zarządzanie zapasami jest nieodłącznym elementem dyskusji o odporności, ale jednocześnie ostrzegają przed postrzeganiem go jako jedynego rozwiązania, wskazując na konieczność budowania wielowymiarowej, systemowej odporności[192].

Próba uporządkowania i syntezy dynamicznie rosnącej, ale często chaotycznej literatury na temat zastosowań technologii *blockchain* w łańcuchu dostaw była głównym celem systematycznego przeglądu autorstwa Marianiego i Borghiego (2021). Głównym celem badawczym było zmapowanie intelektualnej struktury tego pola badawczego, zidentyfikowanie

[191] W. Dong, *Strategic transformation trends within automobile supply networks*. 2024 [Master's thesis, MIT].
[192] A. Paul, N. Shukla, S. K. Paul, A. Trianni, A review on inventory and supply chain resilience. *Journal of Manufacturing Systems*, 60, 2021, 607-626.

głównych nurtów tematycznych oraz, co najważniejsze, wskazanie kluczowych luk i sformułowanie agendy dla przyszłych badań. Kluczowy wniosek jest taki, że badania nad *blockchainem* w łańcuchu dostaw, choć liczne, są wciąż w początkowej fazie rozwoju, zdominowane przez prace koncepcyjne i techniczne, z rażącym brakiem solidnych dowodów empirycznych na temat rzeczywistych wdrożeń i ich wpływu na wyniki. Metodologia pracy opierała się na systematycznym przeglądzie literatury połączonym z analizą bibliometryczną. Wśród głównych wyników, autorzy zidentyfikowali główne klastry tematyczne. Analiza statystyczna treści przeglądanych artykułów wykazała, że absolutnie dominującym tematem jest wykorzystanie *blockchaina* do zapewnienia identyfikowalności (*traceability*) i transparentności w łańcuchu dostaw. Inne istotne, choć rzadziej poruszane tematy, to walka z podróbkami, zastosowanie inteligentnych kontraktów do automatyzacji procesów oraz wspieranie zrównoważonego i etycznego pozyskiwania surowców. Najważniejszym rezultatem pracy jest jednak agenda badawcza, która wynika z dogłębnej analizy tego, czego w literaturze brakuje. Pierwszą i najważniejszą zidentyfikowaną luką jest niedobór badań empirycznych. Ważnym wynikiem statystycznym jest stwierdzenie, że przytłaczająca większość analizowanych prac to artykuły koncepcyjne, techniczne lub symulacyjne; odsetek badań opartych na rzeczywistych studiach przypadku lub danych ilościowych z wdrożeń jest bardzo niski. Po drugie, brakuje badań, które w sposób ilościowy mierzyłyby wpływ wdrożenia blockchaina na kluczowe wskaźniki wydajności łańcucha dostaw, takie jak koszt, czas czy odporność. Po trzecie, autorzy wskazują na niemal całkowity brak badań nad organizacyjnymi i behawioralnymi aspektami implementacji[193].

Zastosowanie teorii portfelowej, wywodzącej się z finansów, do strategicznego zarządzania ryzykiem zakłóceń w łańcuchu dostaw jest innowacyjnym podejściem, które w swojej pracy modelowej przedstawia Sawik (2020). Głównym celem badawczym było opracowanie i przetestowanie matematycznego modelu optymalizacyjnego, który wspierałby menedżerów w wyborze optymalnego portfela dostawców w celu jednoczesnej minimalizacji kosztów i ryzyka zakłóceń. Kluczowy wniosek jest taki, że podejście portfelowe dostarcza potężnego narzędzia do kwantyfikacji kompromisu między kosztem a ryzykiem, umożliwiając firmom budowanie „granicy efektywności" dla swoich strategii zaopatrzeniowych. Jako praca modelowa, nie przedstawia ona wyników w formie statystyk empirycznych, lecz w postaci ilościowych rezultatów generowanych przez model. Kluczowe zmienne decyzyjne w modelu to wybór dostawców z dostępnej puli oraz wielkość zamówień składanych u każdego z nich,

[193] M. M. Mariani, M. Borghi, A systematic literature review and research agenda on blockchain in supply chains. *International Journal of Production Research*, 59(21), 2021, 6438-6466.

przy uwzględnieniu ich kosztów, niezawodności oraz, co kluczowe, korelacji ryzyka zakłóceń między nimi. Głównym wynikiem liczbowym modelu jest wygenerowanie „granicy efektywności" (*efficient frontier*). Jest to krzywa, która w sposób graficzny przedstawia optymalny kompromis między oczekiwanym kosztem a ryzykiem. Każdy punkt na tej krzywej reprezentuje inny, optymalny portfel dostawców, oferujący najniższy możliwy poziom ryzyka dla danego poziomu kosztów. Ta krzywa jest kluczowym rezultatem statystycznym, dostarczającym menedżerom całego spektrum optymalnych strategii, od nisko-kosztowych i wysoko-ryzykownych po wysoko-kosztowe i nisko-ryzykowne. Model w sposób ilościowy dowodzi również wartości dywersyfikacji. Wyniki symulacji pokazują, że portfel składający się z dostawców o niskiej korelacji ryzyka zakłóceń może osiągnąć znacznie niższy ogólny poziom ryzyka niż portfel oparty na dostawcach, których ryzyka są ze sobą silnie powiązane. Podsumowując, praca Sawika pokazuje, jak przenieść zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw z poziomu intuicyjnego na poziom strategicznej, ilościowej analizy, podobnej do tej stosowanej w zarządzaniu portfelem inwestycji finansowych[194].

Próba zdiagnozowania i zhierarchizowania najważniejszych barier, które utrudniają wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym w przemyśle motoryzacyjnym, jest głównym celem badania Moktadira i współautorów (2021). Głównym celem badawczym było zidentyfikowanie, a następnie uszeregowanie pod względem ważności, barier dla adopcji gospodarki cyrkularnej, a także zbadanie związków przyczynowo-skutkowych między nimi. Kluczowy wniosek jest taki, że największe przeszkody nie mają charakteru czysto technologicznego, lecz są systemowe, a do najważniejszych należą brak wsparcia rządowego oraz nieodpowiednia kultura organizacyjna. Metodologia pracy opierała się na podejściu z zakresu metod decyzji wielokryterialnej (MCDM), a konkretnie na metodzie Fuzzy DEMATEL. Dane zebrano na podstawie ocen grupy ekspertów branżowych i akademickich. Jako praca wykorzystująca tę metodę, nie przedstawia ona wyników w formie tradycyjnych statystyk, lecz w postaci rankingów i map przyczynowo-skutkowych. Główne zmienne w modelu to zidentyfikowane na podstawie literatury bariery, które następnie poddano ocenie. Analiza, oparta na zagregowanych ocenach ekspertów, wykazała, że najważniejszą i najbardziej wpływową przeszkodą jest „brak wsparcia i regulacji rządowych". Na kolejnych miejscach w rankingu znalazły się „niska świadomość i brak zaangażowania kierownictwa" oraz „brak kultury organizacyjnej zorientowanej na gospodarkę cyrkularną". Bariery czysto technologiczne i wysokie koszty, choć również istotne, zostały ocenione jako mniej krytyczne

[194] T. Sawik, A portfolio approach to supply chain disruption risk management. *International Journal of Production Research*, 58(19), 2020, 5797-5817.

niż te o charakterze politycznym i organizacyjnym. Innym ważnym rezultatem jest analiza przyczynowo-skutkowa, która podzieliła bariery na grupę „przyczyn" i „skutków". Właśnie brak wsparcia rządowego został zidentyfikowany jako kluczowa „przyczyna", która negatywnie wpływa na wiele innych barier. Podsumowując, Moktadir i jego zespół dostarczają decydentom jasnych wskazówek, sugerując, że aby skutecznie promować gospodarkę o obiegu zamkniętym, działania należy skoncentrować na tworzeniu odpowiednich ram regulacyjnych i budowaniu świadomości na najwyższych szczeblach zarządczych, gdyż są to fundamentalne bariery, od których zależy pokonanie pozostałych[195].

Przeprowadzona analiza dowodzi, że współczesny sektor motoryzacyjny funkcjonuje w warunkach głębokiej transformacji technologicznej, organizacyjnej i regulacyjnej, której konsekwencje obejmują cały cykl życia produktu i wszystkie poziomy łańcucha dostaw. Dominujące w literaturze trendy wskazują, że zdolności takie jak odporność, zwinność, cyfrowa dojrzałość oraz integracja technologii sztucznej inteligencji stają się kluczowymi determinantami konkurencyjności oraz stabilności systemów produkcyjno-logistycznych. Równolegle podkreśla się strategiczne znaczenie zrównoważonego rozwoju i norm ESG, które kształtują zarówno kierunki inwestycji technologicznych, jak i modele kooperacji międzyorganizacyjnej.

Zestawienie wyników badań wskazuje na wyraźne przesunięcie akcentów: od statycznych modeli oceny ryzyka w stronę dynamicznych, cyfrowo wspieranych systemów prognostycznych; od globalnej optymalizacji kosztowej ku regionalizacji i dywersyfikacji źródeł dostaw; od reaktywnych strategii ku proaktywnemu tworzeniu zdolności adaptacyjnych. Jednocześnie literatura konsekwentnie podkreśla, że technologie, w szczególności sztuczna inteligencja i rozwinięte systemy diagnostyczne, stanowią obecnie kluczowe narzędzia umożliwiające realizację celów środowiskowych, i jakościowych.

4.2. Luka badawcza i kierunki dalszych badań

Analiza literatury krajowej i międzynarodowej wskazuje, że badania nad łańcuchem wartości w polskiej branży motoryzacyjnej są wciąż fragmentaryczne i niekompletne. Pomimo licznych raportów branżowych, publikacji naukowych oraz opracowań eksperckich, wciąż istnieją istotne luki badawcze, które wymagają pogłębionej analizy. W szczególności

[195] M. A. Moktadir, T. Rahman, S. M. Ali, Examining the barriers to circular economy adoption in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 287, 2021, 125556.

niedostatecznie zbadane są relacje między strukturą łańcucha wartości a czynnikami organizacyjnymi, technologicznymi i strategicznymi w polskich przedsiębiorstwach motoryzacyjnych. W dostępnej literaturze brak jest systematycznych badań, które uwzględniałyby zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne determinanty efektywności łańcucha wartości, w tym wpływ cyfryzacji, automatyzacji produkcji, wdrażania narzędzi sztucznej inteligencji oraz integracji procesów logistycznych. Obserwacje wskazują, że w polskim przemyśle motoryzacyjnym wciąż dominują badania opisowe, raportowe lub oparte na studiach przypadków pojedynczych przedsiębiorstw, a brakuje szeroko zakrojonych badań ilościowych, które pozwoliłyby na generalizowanie wyników i identyfikację trendów w skali całego sektora. Ponadto niewystarczająco zbadane są różnice w ocenie cech łańcucha wartości w zależności od wielkości przedsiębiorstwa, rodzaju działalności, poziomu zaawansowania technologicznego, stanowiska pracowników, ich doświadczenia zawodowego oraz zakresu odpowiedzialności. W konsekwencji istnieje luka w wiedzy pozwalająca w pełni zrozumieć, w jaki sposób czynniki organizacyjne i technologiczne wpływają na skuteczność i konkurencyjność polskich firm motoryzacyjnych.

Własne badanie wypełnia tę lukę, koncentrując się na szczegółowej analizie wpływu poziomu zaawansowania IT, stosowania narzędzi sztucznej inteligencji oraz indywidualnej percepcji kadry kierowniczej na ocenę cech łańcucha wartości. Badanie uwzględnia różnorodność przedsiębiorstw pod względem wielkości, struktury organizacyjnej i stanowisk pracowników, co umożliwia weryfikację różnic statystycznych w ocenie kluczowych cech łańcucha wartości. W tym kontekście szczególne znaczenie mają pięć grup zmiennych, które odpowiadają głównym hipotezom badawczym:

1. Wielkość przedsiębiorstwa – hipotezy H_{01} i H_{11} zakładają odpowiednio brak lub obecność istotnych statystycznie różnic w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami różnej wielkości. Brak badań porównujących małe, średnie i duże przedsiębiorstwa w polskiej branży motoryzacyjnej powoduje, że nie można jednoznacznie określić, czy wielkość firmy wpływa na strukturę łańcucha wartości, efektywność procesów logistycznych i zastosowanie nowych technologii. Analiza literatury sugeruje, że w kontekście globalnym większe przedsiębiorstwa częściej wdrażają innowacyjne rozwiązania, natomiast małe i średnie firmy mogą napotykać ograniczenia wynikające z dostępności zasobów i know-how. Zbadanie tego aspektu w Polsce jest kluczowe dla praktycznego zarządzania i planowania inwestycji w technologie cyfrowe.
2. Stanowisko respondentów – hipotezy H_{02} i H_{12} dotyczą różnic w ocenie cech łańcucha wartości między pracownikami zajmującymi różne stanowiska. W literaturze krajowej

brak jest badań systematycznie porównujących perspektywę kadry kierowniczej, menedżerów średniego szczebla oraz pracowników operacyjnych. Uwzględnienie stanowiska w badaniu pozwala zrozumieć, jak różne poziomy organizacyjne postrzegają znaczenie poszczególnych elementów łańcucha wartości, w tym logistykę, kontrolę jakości, zarządzanie ryzykiem i innowacje technologiczne. Analiza tych różnic umożliwia identyfikację obszarów wymagających dodatkowych szkoleń, wsparcia technologicznego oraz zmian w procesach decyzyjnych.

3. Staż pracy respondentów – hipotezy H_{03} i H_{13} sprawdzają, czy doświadczenie zawodowe wpływa na ocenę cech łańcucha wartości. W literaturze brakuje badań uwzględniających wpływ długości stażu pracy na percepcję efektywności procesów w branży motoryzacyjnej. Własne badanie pozwala określić, czy osoby z dłuższym doświadczeniem postrzegają znaczenie integracji technologicznej i cyfryzacji w sposób odmienny niż osoby z krótszym stażem, co może mieć istotne implikacje dla strategii zarządzania wiedzą i transferu kompetencji w organizacjach.
4. Zakres odpowiedzialności zawodowej – hipotezy H_{04} i H_{14} badają wpływ zakresu odpowiedzialności respondentów na ocenę łańcucha wartości. Literatura wskazuje, że w polskich przedsiębiorstwach motoryzacyjnych nie prowadzi się systematycznych analiz zależności między obszarem odpowiedzialności a decyzjami w łańcuchu wartości. Badanie własne pozwala wykryć, czy osoby odpowiedzialne za zarządzanie logistyką, produkcją lub IT różnią się w ocenie krytycznych procesów, co umożliwia lepsze dopasowanie struktur organizacyjnych i procedur operacyjnych.
5. Poziom zaawansowania IT w przedsiębiorstwie – hipotezy H_{05} i H_{15} dotyczą wpływu poziomu zaawansowania technologicznego i wykorzystania narzędzi cyfrowych na ocenę cech łańcucha wartości. Istnieje ograniczona liczba badań analizujących w polskim kontekście wpływ cyfryzacji i integracji systemów informatycznych na efektywność procesów produkcyjnych, logistycznych i zarządczych. Własne badanie dostarcza empirycznych danych umożliwiających określenie, w jaki sposób poziom automatyzacji i stosowanie narzędzi AI przekłada się na konkurencyjność przedsiębiorstw i optymalizację procesów.

Wyniki badań pozwalają również wskazać przyszłe kierunki badań w kontekście dynamicznie zmieniającego się sektora motoryzacyjnego. Należy prowadzić badania porównawcze między przedsiębiorstwami polskimi a zagranicznymi odpowiednikami, w tym analizować wpływ trendów globalnych, takich jak elektryfikacja pojazdów, zrównoważony rozwój, cyfryzacja łańcucha dostaw oraz transformacja modeli biznesowych. Istotne jest

również wykorzystanie zaawansowanych metod badawczych, w tym modelowania symulacyjnego, analiz predykcyjnych oraz badań ankietowych z dużymi próbami, aby uzyskać bardziej wiarygodne i uogólniane wnioski. Badania te mogą również uwzględniać analizę percepcji kadry kierowniczej i pracowników operacyjnych w kontekście ich kompetencji cyfrowych, doświadczenia zawodowego i zakresu odpowiedzialności, co pozwoli dostarczyć praktyczne wskazówki dla optymalizacji procesów oraz podejmowania decyzji strategicznych.

W rezultacie własne badanie stanowi istotny wkład w rozwój literatury naukowej poprzez wypełnienie istniejących luk, dostarczając rzetelnych danych empirycznych, które mogą służyć zarówno naukowcom, jak i praktykom zarządzania w branży motoryzacyjnej. Wyniki pozwalają lepiej zrozumieć mechanizmy funkcjonowania łańcucha wartości w polskich przedsiębiorstwach, identyfikują obszary wymagające poprawy oraz wskazują możliwości zastosowania nowoczesnych technologii i narzędzi zarządczych w celu zwiększenia konkurencyjności i efektywności organizacji. Badania te jednocześnie kreują fundament pod przyszłe analizy porównawcze, które uwzględnią zarówno aspekty krajowe, jak i globalne, umożliwiając rozwój wiedzy w skali międzynarodowej.

Podsumowując, rozdział 4 stanowi krytyczny przegląd dotychczasowego dorobku naukowego, służący do umiejscowienia badań własnych i identyfikacji luk badawczych. Przeprowadzono szczegółową metaanalizę światowej i polskiej literatury dotyczącej zarządzania łańcucha wartości. Przeanalizowano główne nurty badawcze, koncentrujące się na wpływie zaawansowanych technologii na elastyczność i efektywność. Mimo bogactwa literatury na temat AI, ESG i HR, stwierdzono brak holistycznego ujęcia. Główną zidentyfikowaną luką badawczą jest brak empirycznie zweryfikowanego modelu, który łączyłby strategiczną rolę sztucznej inteligencji. Ta rola polegałaby na jednoczesnym integrowaniu nowoczesnego zarządzania zasobami ludzkimi (HR) oraz wymogów zrównoważonego rozwoju (ESG). Innymi słowy, brakowało badań, które ukazywałyby, jak te trzy kluczowe czynniki współdziałają jako jeden system strategiczny w branży motoryzacyjnej.

4.3. Założenia i kryteria doboru próby badawczej

Dobór próby badawczej stanowił jeden z kluczowych etapów procesu badawczego, determinujący wiarygodność oraz reprezentatywność uzyskanych wyników dotyczących funkcjonowania sektora motoryzacyjnego w Polsce. Wybór przedsiębiorstw do badań opierał się na założeniu, że branża motoryzacyjna charakteryzuje się złożoną strukturą organizacyjną,

obejmującą zarówno producentów pojazdów, jak i szeroki łańcuch dostawców oraz firm świadczących usługi wspierające, takie jak logistyka, serwis, doradztwo technologiczne czy recykling. Celem było uzyskanie próby odzwierciedlającej rzeczywistą dywersyfikację i powiązania między różnymi segmentami rynku. Badanie zakładało uwzględnienie zarówno dużych koncernów o zasięgu międzynarodowym, jak i średnich oraz małych przedsiębiorstw, które stanowią istotne ogniwa łańcucha wartości w branży motoryzacyjnej. Przyjęto, że kluczowym kryterium doboru jednostek badawczych będzie ich bezpośredni lub pośredni udział w procesach wytwarzania, dystrybucji i obsługi produktów motoryzacyjnych. W celu uzyskania pełniejszego obrazu rynku zastosowano metodę doboru celowego, która umożliwiła uwzględnienie w próbie podmiotów o zróżnicowanej strukturze, wielkości oraz pozycji w łańcuchu dostaw. Dobór celowy pozwolił skoncentrować się na przedsiębiorstwach, które wykazują określone cechy kluczowe dla tematyki badania, takie jak wdrażanie technologii Przemysłu 4.0, stosowanie narzędzi sztucznej inteligencji czy uczestnictwo w międzynarodowych sieciach produkcyjnych. Metoda ta została uznana za najbardziej adekwatną z uwagi na specyfikę sektora, w którym nie wszystkie przedsiębiorstwa udostępniają informacje o procesach wewnętrznych lub są gotowe uczestniczyć w badaniach naukowych. Zastosowanie doboru celowego umożliwiło skupienie się na firmach, które realnie reprezentują różne segmenty branży i są w stanie dostarczyć wartościowych danych empirycznych dotyczących zarządzania łańcuchem wartości w kontekście digitalizacji i innowacji technologicznych. Wybór tej metody był również uzasadniony koniecznością porównania praktyk pomiędzy firmami pełniącymi różne role, od producentów OEM, przez dostawców Tier 1 i Tier 2, aż po mniejsze podmioty świadczące usługi okołoprodukcyjne. Dobór kwotowy, który mógłby stanowić alternatywę, został odrzucony z uwagi na trudność w ustaleniu jednoznacznych proporcji poszczególnych grup firm w sektorze, który jest bardzo dynamiczny i zróżnicowany pod względem strukturalnym. Przyjęto natomiast zasadę równowagi ilościowej między głównymi kategoriami podmiotów, tak aby w badaniu znalazła się reprezentacja każdej z nich w przybliżonej liczbie zapewniającej porównywalność wyników. Istotne było również uwzględnienie w próbie firm różniących się poziomem zaawansowania technologicznego, co pozwoliło uchwycić zróżnicowanie w adaptacji narzędzi cyfrowych i systemów automatyzacji. Badanie koncentrowało się na przedsiębiorstwach prowadzących działalność na terenie Polski, jednak nie wykluczono firm z kapitałem zagranicznym, które posiadają w kraju oddziały, zakłady produkcyjne lub centra logistyczne. Założono, że uczestnictwo takich podmiotów umożliwi lepsze zrozumienie wpływu globalnych standardów zarządzania na lokalne praktyki w branży. Kluczowym elementem procesu doboru było określenie jasnych

kryteriów włączenia i wykluczenia przedsiębiorstw do badań. Do próby zakwalifikowano podmioty, które prowadzą działalność w sektorze motoryzacyjnym zgodnie z klasyfikacją PKD, w szczególności w kategoriach obejmujących produkcję pojazdów, części i akcesoriów, usługi logistyczne, naprawcze oraz wspierające procesy produkcji. Firmy musiały wykazywać się stabilną obecnością na rynku polskim, co najmniej trzyletnim okresem działalności, a także posiadać strukturę organizacyjną umożliwiającą wdrożenie praktyk zarządzania łańcuchem wartości. Dodatkowo preferowano podmioty, które w ostatnich latach podejmowały działania związane z cyfryzacją, automatyzacją lub wdrażaniem innowacji technologicznych. Kryteria włączenia uwzględniały także zasięg działalności przedsiębiorstwa, od lokalnego po międzynarodowy, co pozwoliło na analizę wpływu globalizacji na praktyki zarządzania w branży motoryzacyjnej w Polsce. Wyłączono natomiast firmy, których działalność nie była ściśle związana z przemysłem motoryzacyjnym, w tym podmioty z sektora handlu detalicznego pojazdami, warsztaty nieprowadzące współpracy z producentami ani dostawcami przemysłowymi, a także firmy usługowe o charakterze ogólnym, które nie uczestniczą w łańcuchu wartości branży. Z próby wykluczono również przedsiębiorstwa znajdujące się w stanie likwidacji, restrukturyzacji lub zawieszenia działalności, ponieważ mogłyby one zaburzać interpretację wyników. W badaniu skoncentrowano się na przedsiębiorstwach aktywnie działających, które posiadają aktualne doświadczenia w zakresie zarządzania procesowego i technologicznego. Dodatkowo przyjęto założenie, że w każdej firmie respondentem będzie osoba zajmująca stanowisko kierownicze lub specjalistyczne w obszarze zarządzania produkcją, logistyką, innowacjami lub technologią. Pozwoliło to na uzyskanie danych od osób posiadających realny wpływ na procesy decyzyjne i znajomość praktyk wdrożeniowych. Dobór próby miał więc charakter merytoryczny, a nie przypadkowy, zależało na jakości i głębokości informacji, a nie wyłącznie na liczebności próby. Tego typu podejście jest uzasadnione w badaniach o charakterze empiryczno-analitycznym, w których celem jest identyfikacja zależności i trendów, a nie statystyczna generalizacja wyników na całą populację. W rezultacie do badania włączono przedsiębiorstwa reprezentujące wszystkie kluczowe segmenty sektora motoryzacyjnego, co umożliwiło przeprowadzenie porównań pomiędzy różnymi poziomami integracji w łańcuchu wartości. Ważnym założeniem było również zróżnicowanie terytorialne próby, obejmujące przedsiębiorstwa z głównych ośrodków przemysłowych Polski, takich jak województwa śląskie, dolnośląskie, wielkopolskie, mazowieckie i podkarpackie, które stanowią centra koncentracji przemysłu motoryzacyjnego. Ujęcie to pozwoliło na uwzględnienie regionalnych różnic w dostępie do infrastruktury, kadr technicznych i wsparcia instytucjonalnego. Dobór próby został również zaprojektowany

w taki sposób, aby umożliwić analizę wpływu wielkości przedsiębiorstwa na stopień wdrożenia nowoczesnych technologii. W ten sposób zapewniono porównywalność danych między mikro, małymi, średnimi a dużymi podmiotami, co pozwoliło zidentyfikować czynniki różnicujące ich zachowania i decyzje strategiczne. Warto podkreślić, że cały proces doboru próby odbywał się zgodnie z zasadami etyki badań naukowych, z zapewnieniem anonimowości respondentów i ochrony danych firmowych. Każde przedsiębiorstwo zostało poinformowane o celu badania, sposobie wykorzystania wyników oraz o braku ryzyka ujawnienia informacji poufnych. Ostateczny skład próby stanowił kompromis między dostępnością danych a reprezentatywnością strukturalną, zapewniając rzetelność i adekwatność wyników w kontekście badań nad zarządzaniem łańcuchem wartości w sektorze motoryzacyjnym w Polsce.

Charakterystyka strukturalna badanej próby stanowi kluczowy element interpretacji wyników badań, ponieważ umożliwia precyzyjne określenie, jakie typy przedsiębiorstw uczestniczyły w analizie oraz w jakim stopniu ich zróżnicowanie może wpływać na uzyskane rezultaty dotyczące zarządzania łańcuchem wartości w polskim sektorze motoryzacyjnym. Struktura próby została zaprojektowana tak, aby odzwierciedlała rzeczywistą mozaikę podmiotów funkcjonujących w branży, w której współistnieją duże koncerny produkcyjne, średniej wielkości dostawcy komponentów, małe przedsiębiorstwa usługowo-techniczne oraz mikrofirmy specjalizujące się w wąskich segmentach działalności. Badaniem objęto łącznie przedsiębiorstwa różnej wielkości, co pozwoliło uchwycić zależności pomiędzy skalą działalności a poziomem zaawansowania organizacyjnego i technologicznego. W próbie znalazły się zarówno globalne korporacje pełniące funkcję producentów oryginalnego wyposażenia (OEM), jak i dostawcy pierwszego rzędu (Tier 1) oraz drugiego rzędu (Tier 2), a także przedsiębiorstwa działające w obszarze logistyki, serwisu, recyklingu oraz doradztwa technologicznego. Taki przekrój zapewnił szeroką perspektywę analizy i umożliwił ocenę współzależności między różnymi ogniwami łańcucha dostaw. Większość badanych podmiotów to przedsiębiorstwa średniej wielkości, zatrudniające od 50 do 249 osób, co odpowiada strukturze sektora w Polsce, gdzie dominują właśnie firmy z grupy MŚP. Znaczącą grupę stanowiły także duże przedsiębiorstwa zatrudniające powyżej 250 pracowników, które często pełniły rolę integratorów procesów w łańcuchu wartości, będąc jednocześnie inicjatorami współpracy z mniejszymi podmiotami. W próbie znalazły się również małe firmy zatrudniające do 49 osób, które stanowią istotne ogniwa wspomagające większe struktury produkcyjne, zwłaszcza w zakresie usług technologicznych, obróbki precyzyjnej, testów jakościowych czy dostaw specjalistycznych komponentów. Uwzględnienie różnych kategorii

wielkościowych pozwoliło przeanalizować zróżnicowanie w podejściu do zarządzania procesami, innowacjami i digitalizacją. Struktura badanej próby pokazała, że liczba zatrudnionych jest silnie powiązana z poziomem formalizacji procesów oraz zdolnością do inwestowania w technologie Przemysłu 4.0, co znalazło odzwierciedlenie w dalszych częściach analizy. Firmy duże i międzynarodowe wykazywały wyższy poziom zaawansowania technologicznego oraz bardziej rozwinięte systemy zarządzania jakością i logistyką, podczas gdy mniejsze podmioty często koncentrowały się na elastyczności i zdolności szybkiego reagowania na potrzeby partnerów biznesowych. W strukturze próby wyraźnie zaznaczył się podział na trzy zasadnicze kategorie pozycji w łańcuchu dostaw. Producenci OEM stanowili grupę o największej sile rynkowej, będąc odpowiedzialnymi za projektowanie, montaż i wprowadzanie gotowych produktów na rynek. Dostawcy Tier 1 stanowili ogniwo pośrednie, realizujące kluczowe procesy wytwórcze i dostarczające komponenty strategiczne, takie jak układy napędowe, systemy hamulcowe czy elektronika pokładowa. Z kolei dostawcy Tier 2 oraz firmy usług okołomotoryzacyjne pełniły funkcję wsparcia i uzupełnienia procesów głównych, dostarczając części standardowe, surowce, podzespoły pomocnicze lub realizując usługi outsourcingowe. Taki podział umożliwił analizę różnic w zakresie współpracy, przepływu informacji oraz stopnia integracji cyfrowej między poszczególnymi poziomami łańcucha dostaw.

Ważnym elementem charakterystyki próby był również rozkład geograficzny badanych przedsiębiorstw. Najwięcej firm pochodziło z regionów o silnie rozwiniętym przemyśle motoryzacyjnym, w tym z województwa śląskiego, dolnośląskiego, wielkopolskiego oraz mazowieckiego, które stanowią kluczowe centra produkcyjne i logistyczne branży. Znaczna część próby obejmowała także przedsiębiorstwa z województw podkarpackiego, łódzkiego i małopolskiego, gdzie dynamicznie rozwijają się klastry motoryzacyjne oraz parki technologiczne. Terytorialne rozmieszczenie firm odzwierciedlało zatem strukturę rzeczywistego rozmieszczenia inwestycji przemysłowych w Polsce. Uwzględnienie przedsiębiorstw z różnych regionów pozwoliło przeanalizować wpływ lokalnego otoczenia gospodarczego, dostępności kadr, infrastruktury transportowej oraz współpracy z instytucjami otoczenia biznesu na efektywność zarządzania. Analiza wykazała, że lokalizacja miała istotne znaczenie dla stopnia integracji w sieciach kooperacyjnych, ponieważ firmy z południowo-zachodniej Polski częściej uczestniczyły w międzynarodowych projektach badawczo-rozwojowych i korzystały z zaawansowanych rozwiązań logistycznych. Z kolei przedsiębiorstwa z mniejszych ośrodków koncentrowały się na wyspecjalizowanej produkcji lub usługach, co zapewniało im niszową przewagę konkurencyjną. Struktura badanej próby

uwzględniała również skalę działalności gospodarczej badanych firm. Wśród respondentów znalazły się zarówno podmioty o zasięgu lokalnym, działające w obrębie jednego województwa lub regionu, jak i przedsiębiorstwa krajowe oraz międzynarodowe, prowadzące eksport do krajów Unii Europejskiej oraz poza nią. Włączenie do próby firm o różnym zasięgu umożliwiło ocenę wpływu internacjonalizacji na poziom zarządzania procesami oraz na stopień wdrażania nowoczesnych technologii. Dane pokazały, że przedsiębiorstwa o szerszym zasięgu działania częściej korzystają z narzędzi analitycznych wspomagających podejmowanie decyzji, inwestują w rozwiązania cyfrowe i charakteryzują się większym stopniem integracji między działami. Jednocześnie mniejsze firmy, mimo ograniczonych zasobów, wykazywały wysoką zdolność adaptacyjną i często wdrażały rozwiązania oparte na automatyzacji w wybranych etapach produkcji. W strukturze badanej próby zauważalna była także różnorodność pod względem formy własności, co pozwoliło porównać funkcjonowanie przedsiębiorstw z kapitałem krajowym i zagranicznym. Firmy z przewagą kapitału zagranicznego częściej wdrażały rozwiązania zgodne ze standardami korporacyjnymi, podczas gdy przedsiębiorstwa krajowe charakteryzowały się większą elastycznością i dostosowywały strategie zarządzania do warunków lokalnego rynku. Uwzględnienie obu typów własności umożliwiło lepsze zrozumienie różnic w podejściu do digitalizacji, zarządzania innowacjami i rozwoju kompetencji pracowniczych. Struktura próby była zatem przekrojem całego sektora motoryzacyjnego w Polsce, co stanowiło jej niewątpliwy atut metodologiczny. Włączenie do badania firm o zróżnicowanym profilu działalności pozwoliło na wielowymiarową analizę czynników wpływających na zarządzanie łańcuchem wartości, w tym na ocenę współpracy między przedsiębiorstwami, przepływu informacji, poziomu automatyzacji oraz zdolności adaptacyjnych wobec zmian technologicznych i rynkowych.

Uzyskany przekrój strukturalny odzwierciedlał rzeczywiste relacje występujące w branży i stanowił solidną podstawę do formułowania dalszych wniosków empirycznych. Ostatecznie próba badawcza została uznana za reprezentatywną w sensie strukturalnym, ponieważ obejmowała wszystkie kluczowe segmenty sektora, uwzględniała zróżnicowanie geograficzne, wielkościowe i własnościowe, a także dostarczała danych niezbędnych do identyfikacji trendów i wyzwań związanych z cyfrową transformacją przemysłu motoryzacyjnego w Polsce.

4.4. Charakterystyka respondentów i kontekst danych

Charakterystyka respondentów oraz kontekst pozyskiwania danych stanowią istotny element opisu procesu badawczego, ponieważ pozwalają ocenić wiarygodność, kompetencje i reprezentatywność osób, które udzieliły odpowiedzi w ramach badania dotyczącego zarządzania łańcuchem wartości w polskim sektorze motoryzacyjnym. Respondentami w badaniu byli przedstawiciele kadry kierowniczej i menedżerskiej różnych szczebli, a także specjaliści odpowiedzialni za kluczowe obszary funkcjonowania przedsiębiorstw, w tym produkcję, logistykę, rozwój technologiczny, innowacje, kontroling oraz zarządzanie jakością. Dobór respondentów został przeprowadzony w sposób zapewniający, że osoby te posiadają rzeczywistą wiedzę o procesach zachodzących w organizacjach i mają wpływ na decyzje strategiczne w kontekście wdrażania nowoczesnych rozwiązań technologicznych. W badaniu uczestniczyli zarówno dyrektorzy zakładów, kierownicy działów produkcji, logistyki i utrzymania ruchu, jak i menedżerowie ds. jakości, inżynierowie procesów oraz specjaliści do spraw wdrożeń technologicznych. Taki przekrój stanowisk pozwolił uzyskać zróżnicowaną perspektywę, łączącą spojrzenie strategiczne z praktycznym doświadczeniem. Około jedna trzecia badanych zajmowała stanowiska kierownicze wyższego szczebla, w tym dyrektorów zarządzających i członków zarządów odpowiedzialnych za decyzje inwestycyjne, organizacyjne oraz kadrowe. Kolejną grupę stanowili menedżerowie średniego szczebla, odpowiadający za nadzorowanie procesów produkcyjnych, optymalizację łańcucha dostaw, wdrażanie systemów informatycznych czy kontrolę jakości. Trzecią, nieco mniejszą grupę, stanowili specjaliści i inżynierowie, którzy pełnili rolę ekspertów technicznych i doradczych w swoich organizacjach. Udział przedstawicieli różnych szczebli hierarchii organizacyjnej umożliwił zbadanie, w jaki sposób poziom zarządzania wpływa na postrzeganie znaczenia technologii cyfrowych oraz na sposób wdrażania rozwiązań w praktyce. Struktura respondentów odzwierciedlała zatem wielowymiarowy charakter zarządzania w branży motoryzacyjnej, w której współpraca między menedżerami strategicznymi a specjalistami technicznymi ma kluczowe znaczenie dla skutecznej realizacji procesów w łańcuchu wartości.

Analiza danych wykazała, że respondenci legitymowali się wysokim poziomem doświadczenia zawodowego w branży motoryzacyjnej, co znacząco wpłynęło na jakość udzielonych odpowiedzi. Średni staż pracy uczestników badania w sektorze motoryzacyjnym wynosił około 12 lat, przy czym znaczna część badanych posiadała doświadczenie przekraczające 15 lat. W grupie respondentów znaleźli się również pracownicy o długim, nawet

ponad 20-letnim stażu zawodowym, którzy pamiętają proces transformacji polskiego przemysłu motoryzacyjnego po wejściu zagranicznych inwestorów. Ta różnorodność doświadczeń pozwoliła uzyskać zarówno perspektywę historyczną, jak i aktualną, dotyczącą zmian w strukturze zarządzania, technologii oraz relacji w łańcuchu dostaw. Około 40% badanych pełniło swoje obecne funkcje kierownicze od co najmniej pięciu lat, co wskazuje na wysoki poziom stabilizacji zawodowej oraz dogłębną znajomość specyfiki przedsiębiorstw, w których pracują. Kolejna część respondentów, z krótszym stażem na obecnym stanowisku, wnosiła świeże spojrzenie na kwestie innowacji i digitalizacji, co pozwoliło na skonfrontowanie tradycyjnych modeli zarządzania z nowymi trendami technologicznymi. Większość badanych deklarowała, że ich doświadczenie obejmuje zarówno etap produkcji, jak i zarządzania logistyką oraz procesami planowania zasobów. Ponad połowa respondentów uczestniczyła w projektach wdrażania nowych technologii, systemów ERP, rozwiązań automatyzujących produkcję czy narzędzi analityki danych. Fakt ten potwierdza, że osoby badane posiadały nie tylko wiedzę teoretyczną, ale także praktyczne doświadczenie w stosowaniu narzędzi wspierających cyfrową transformację przedsiębiorstw.

Respondenci reprezentowali szerokie spektrum kompetencji związanych z zarządzaniem łańcuchem wartości. Znaczna część z nich ukończyła studia wyższe techniczne, w szczególności w dziedzinach inżynierii mechanicznej, automatyki, robotyki, mechatroniki czy logistyki przemysłowej. W grupie znalazły się również osoby z wykształceniem ekonomicznym i menedżerskim, które specjalizowały się w zarządzaniu produkcją, finansami, projektami lub innowacjami. Takie zróżnicowanie kierunków wykształcenia przyczyniło się do wieloaspektowego spojrzenia na analizowane zjawiska, umożliwiając połączenie wiedzy technicznej z umiejętnościami zarządzania procesami biznesowymi. Około 60% respondentów brało udział w szkoleniach dotyczących Przemysłu 4.0, transformacji cyfrowej, *lean management* czy sztucznej inteligencji, co wskazuje na rosnącą świadomość potrzeby ciągłego doskonalenia kompetencji. Respondenci podkreślali znaczenie umiejętności analitycznych oraz zdolności interpretacji danych w procesie podejmowania decyzji, co odzwierciedla zmieniającą się kulturę zarządzania w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych. W wielu przypadkach badani wskazywali, że technologie cyfrowe stają się integralnym elementem strategii rozwoju ich organizacji, a menedżerowie odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu kierunku tej transformacji.

W kontekście deklarowanego poziomu wiedzy z zakresu zarządzania łańcuchem wartości oraz nowych technologii większość respondentów oceniła swoje kompetencje jako wysokie lub bardzo wysokie. Około 70% uczestników badania uznało, że posiada szczegółową

znajomość zasad optymalizacji przepływów materiałowych i informacyjnych w łańcuchu dostaw. Blisko połowa respondentów zadeklarowała znajomość metod analitycznych wspierających podejmowanie decyzji, w tym narzędzi opartych na sztucznej inteligencji i analizie dużych zbiorów danych. Wskazywano także na praktyczne doświadczenie w zakresie automatyzacji procesów i wdrażania rozwiązań z obszaru Internetu Rzeczy (IoT), co dowodzi, że kadra menedżerska w polskim sektorze motoryzacyjnym aktywnie uczestniczy w procesie cyfrowej transformacji. Respondenci reprezentowali przedsiębiorstwa o różnym poziomie zaawansowania technologicznego, co umożliwiło porównanie świadomości i wiedzy menedżerów w zależności od typu organizacji i jej pozycji w łańcuchu wartości. W firmach OEM i Tier 1 znajomość nowych technologii była z reguły wyższa, natomiast wśród mniejszych dostawców dominowało podejście pragmatyczne, skoncentrowane na konkretnych zastosowaniach przynoszących szybkie efekty ekonomiczne. Badanie ujawniło również różnice pokoleniowe w podejściu do technologii, młodsi menedżerowie wykazywali większą otwartość na narzędzia sztucznej inteligencji i analitykę danych, natomiast bardziej doświadczeni kierownicy kładli nacisk na doświadczenie i zarządzanie procesowe. Tego rodzaju zróżnicowanie wzbogaciło analizę, pozwalając zidentyfikować potencjalne obszary synergii między doświadczeniem a innowacyjnością.

Istotnym elementem kontekstu badawczego była także gotowość respondentów do dzielenia się wiedzą i opiniami o wewnętrznych procesach przedsiębiorstw. Zdecydowana większość badanych wyraziła pełną zgodę na udział w badaniu, traktując je jako okazję do refleksji nad wyzwaniami i kierunkami rozwoju branży motoryzacyjnej w Polsce. Proces gromadzenia danych przebiegał z zachowaniem zasad etyki badawczej i anonimowości, co zwiększyło szczerość i wiarygodność udzielanych odpowiedzi. Respondenci byli świadomi, że ich opinie posłużą do opracowania wniosków o charakterze naukowym, a nie do oceny poszczególnych przedsiębiorstw. Dzięki temu możliwe było uzyskanie pełnych, merytorycznych i spójnych odpowiedzi, które stanowiły wiarygodne źródło danych empirycznych. Warto podkreślić, że wysoki poziom kompetencji zawodowych badanych oraz ich doświadczenie w praktycznym zarządzaniu przedsiębiorstwem sprawiają, iż zebrane dane mogą być uznane za reprezentatywne dla kadry kierowniczej sektora motoryzacyjnego w Polsce. Tym samym charakterystyka respondentów wskazuje, że próba badawcza została dobrze dobrana pod względem merytorycznym, a uzyskane informacje odzwierciedlają realne zjawiska zachodzące w praktyce gospodarczej.

Poziom zaawansowania technologicznego i stopień digitalizacji badanych przedsiębiorstw motoryzacyjnych w Polsce stanowiły jeden z kluczowych obszarów analizy,

mających na celu ocenę przygotowania sektora do funkcjonowania w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej. Współczesny przemysł motoryzacyjny jest jednym z najbardziej podatnych na zmiany technologiczne, a jego rozwój coraz silniej zależy od integracji procesów produkcyjnych, logistycznych i badawczo-rozwojowych z rozwiązaniami cyfrowymi. Badania przeprowadzone wśród przedsiębiorstw działających w Polsce potwierdziły, że choć poziom zaawansowania technologicznego jest zróżnicowany w zależności od wielkości firmy i pozycji w łańcuchu wartości, ogólny kierunek zmian jest jednoznacznie zgodny z trendami globalnymi. Większość ankietowanych przedsiębiorstw deklarowała wdrożenie rozwiązań charakterystycznych dla koncepcji Przemysłu 4.0, takich jak automatyzacja procesów, systemy monitorowania produkcji w czasie rzeczywistym, wykorzystanie analizy danych w planowaniu oraz integracja systemów ERP i MES. W wielu przypadkach przedsiębiorstwa wskazywały, że wdrożenie technologii cyfrowych umożliwiło im zwiększenie efektywności, poprawę jakości produktów, skrócenie czasu reakcji na zmieniające się warunki rynkowe oraz lepsze zarządzanie zapasami i procesami logistycznymi.

Analiza poziomu wdrożenia technologii Przemysłu 4.0 wykazała jednak wyraźne różnice pomiędzy poszczególnymi segmentami łańcucha dostaw. Najwyższy poziom cyfryzacji zaobserwowano w przedsiębiorstwach OEM oraz wśród dostawców Tier 1, którzy z racji swojej pozycji rynkowej i wymagań globalnych kontrahentów muszą utrzymywać wysoki poziom zaawansowania technologicznego. Firmy te w znacznej mierze korzystają z rozwiązań z zakresu Internetu Rzeczy (IoT), sztucznej inteligencji (AI) oraz systemów predykcyjnego utrzymania ruchu, które pozwalają na minimalizację przestojów i optymalizację wykorzystania zasobów. W przypadku dostawców niższych poziomów (Tier 2 i Tier 3) stopień digitalizacji jest niższy, co wynika z ograniczonych możliwości inwestycyjnych, mniejszej skali działalności i często tradycyjnego modelu zarządzania. Niemniej jednak nawet w tych podmiotach widoczne są inicjatywy modernizacyjne, obejmujące np. wprowadzenie czujników monitorujących parametry produkcji, systemy rejestracji danych procesowych czy zastosowanie robotów współpracujących (cobotów). W badanych przedsiębiorstwach zauważalny jest również wzrost znaczenia technologii Big Data i analityki predykcyjnej, które umożliwiają lepsze prognozowanie popytu, planowanie produkcji i zarządzanie ryzykiem.

W kontekście wdrożenia sztucznej inteligencji badania potwierdziły, że jej wykorzystanie w sektorze motoryzacyjnym w Polsce staje się coraz powszechniejsze, choć nadal znajduje się w fazie rozwojowej. Najczęściej AI wykorzystywana jest w obszarze kontroli jakości, gdzie algorytmy uczące się wspomagają procesy detekcji defektów w komponentach,

analizując obrazy z kamer przemysłowych i porównując je z wzorcami. Kolejnym istotnym obszarem zastosowania sztucznej inteligencji jest logistyka, w której systemy oparte na uczeniu maszynowym wspierają optymalizację tras transportowych, planowanie dostaw oraz zarządzanie magazynem. W przedsiębiorstwach zajmujących się projektowaniem i rozwojem produktów (R&D) sztuczna inteligencja jest natomiast wykorzystywana do symulacji działania układów mechanicznych, analizy materiałowej oraz testowania wirtualnych prototypów. W niektórych firmach AI wspomaga również procesy decyzyjne w zakresie zakupów i zaopatrzenia, poprzez analizę danych historycznych i identyfikację optymalnych dostawców. Z kolei w obszarze produkcji zauważono wdrażanie rozwiązań opartych na systemach predykcyjnych, które dzięki analizie danych z czujników potrafią przewidywać awarie maszyn i planować konserwacje w sposób minimalizujący straty czasowe.

Warto podkreślić, że wdrażanie technologii cyfrowych w badanych przedsiębiorstwach nie ogranicza się wyłącznie do procesów produkcyjnych, ale obejmuje także obszary zarządzania, obsługi klienta, marketingu i sprzedaży. Przedsiębiorstwa coraz częściej inwestują w platformy cyfrowe umożliwiające zdalną obsługę klientów, konfigurację produktów online czy monitorowanie cyklu życia pojazdu. W przypadku firm usługowych działających w sektorze okołomotoryzacyjnym, digitalizacja przejawia się w stosowaniu narzędzi do zdalnej diagnostyki pojazdów, systemów CRM wspierających relacje z klientami oraz narzędzi analitycznych do zarządzania flotami. Ponadto, wiele badanych firm wdraża rozwiązania z zakresu cyberbezpieczeństwa, które stają się kluczowym elementem strategii transformacji cyfrowej, zwłaszcza w kontekście przetwarzania dużych wolumenów danych produkcyjnych i logistycznych.

Analiza wyników badań wskazuje, że czynnikiem istotnie wpływającym na poziom zaawansowania technologicznego jest wielkość przedsiębiorstwa. Duże podmioty, dysponujące znacznymi zasobami finansowymi i organizacyjnymi, są bardziej skłonne do inwestowania w nowoczesne technologie i współpracy z dostawcami rozwiązań informatycznych. W przedsiębiorstwach średnich i małych tempo wdrażania innowacji technologicznych jest wolniejsze, jednak obserwuje się stopniowe zwiększanie udziału środków na digitalizację, szczególnie w ramach programów współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. W kontekście struktury własnościowej zauważono, że filie międzynarodowych koncernów działające w Polsce prezentują znacznie wyższy poziom integracji cyfrowej niż przedsiębiorstwa z kapitałem krajowym, co wynika z dostępu do know-how, technologii korporacyjnych i globalnych standardów jakości.

Podsumowując, poziom zaawansowania technologicznego i digitalizacji badanych przedsiębiorstw motoryzacyjnych w Polsce można określić jako zróżnicowany, lecz dynamicznie rosnący. Sektor motoryzacyjny znajduje się w fazie intensywnej transformacji cyfrowej, w której technologie Przemysłu 4.0 oraz sztucznej inteligencji stają się nieodzownym elementem konkurencyjności i efektywności działania. Badania potwierdziły, że inwestycje w automatyzację, analitykę danych i integrację cyfrową stanowią obecnie strategiczny priorytet większości firm działających w branży. Jednocześnie wskazano na potrzebę dalszego wsparcia w zakresie edukacji technologicznej, transferu wiedzy i dostępu do finansowania innowacji, aby tempo wdrożeń mogło objąć także mniejsze i średnie podmioty. Wyniki analiz jednoznacznie pokazują, że digitalizacja nie jest już tylko opcją rozwojową, lecz warunkiem utrzymania konkurencyjności na dynamicznie zmieniającym się rynku motoryzacyjnym, a polskie przedsiębiorstwa, mimo istniejących barier, coraz odważniej podążają w kierunku pełnej transformacji cyfrowej.

4.5. Charakterystyka wybranych przedsiębiorstw

Charakterystyka analizowanych przedsiębiorstw stanowi kluczowy komponent części empirycznej niniejszej rozprawy, umożliwiający zrozumienie ich struktury organizacyjnej, skali funkcjonowania oraz specyfiki działania w ramach polskiego sektora motoryzacyjnego. Przedstawienie cech formalnych badanych firm umożliwia nie tylko identyfikację ich miejsca w łańcuchu wartości, lecz także ocenę potencjału technologicznego i organizacyjnego w kontekście transformacji cyfrowej oraz wdrażania innowacji. Ujęcie strukturalne próby badawczej pozwala uchwycić różnorodność przedsiębiorstw, od dużych producentów OEM po dostawców komponentów i usługodawców wspierających procesy produkcyjne i logistyczne. Zróżnicowanie to stanowi ważne tło interpretacyjne dla dalszych analiz, umożliwiając kompleksową ocenę poziomu zaawansowania technologicznego, stopnia digitalizacji oraz sposobów zarządzania w ramach całego łańcucha wartości branży motoryzacyjnej w Polsce.

W dalszej części podrozdziału przedstawiona zostaje charakterystyka przedsiębiorstw objętych badaniem, obejmująca analizę ich struktury organizacyjnej, zakresu oraz profilu prowadzonej działalności, a także specyficznych funkcji pełnionych w łańcuchu wartości sektora motoryzacyjnego.

- Auto Forum – to dynamicznie działająca firma na lokalnym rynku motoryzacyjnym, znana przede wszystkim jako autoryzowany dealer i serwis marki Hyundai w Płocku. Przedsiębiorstwo skupia swoją działalność na dostarczaniu klientom kompleksowych usług związanych z zakupem i eksploatacją samochodów południowokoreańskiego producenta. Salon Auto Forum oferuje pełną gamę nowych modeli Hyundaia, od popularnych samochodów miejskich, przez rodzinne SUV-y, aż po nowoczesne pojazdy hybrydowe i elektryczne. Firma kładzie duży nacisk na profesjonalizm i wysoką jakość obsługi, co potwierdza przyznana jej nagroda „Dealer of the Year", świadcząca o doskonałych wynikach sprzedaży i satysfakcji klientów. Oprócz sprzedaży pojazdów nowych, Auto Forum prowadzi również program certyfikowanych samochodów używanych Hyundai Promise, dając klientom gwarancję jakości i bezpieczeństwa zakupu. Integralną częścią działalności firmy jest rozbudowane zaplecze serwisowe. Autoryzowany serwis mechaniczny oferuje pełen zakres usług gwarancyjnych i pogwarancyjnych, w tym specjalistyczne naprawy, serwis instalacji LPG oraz profesjonalną dezynfekcję pojazdów. Dopełnieniem oferty jest serwis blacharsko-lakierniczy oraz dobrze zaopatrzony dział części zamiennych i akcesoriów. Firma stara się maksymalnie ułatwić klientom proces zakupu i serwisu, oferując m.in. usługi finansowania oraz dostawę samochodu pod wskazany adres (*door-to-door*)[196].
- Auto Gazda Group | Ganinex Gazda Group – to jedno z największych i najbardziej rozpoznawalnych przedsiębiorstw dealerskich na Śląsku, którego fundamenty opierają się na głębokich, rodzinnych tradycjach motoryzacyjnych. Historię firmy zapoczątkował w latach 60. Kazimierz Gazda, utytułowany kolarz i reprezentant Polski, który swoją sportową determinację przeniósł na grunt biznesowy, tworząc profesjonalny warsztat. Jego pasję i wiedzę przejęli synowie, Adam i Michał, którzy rozwinęli działalność, tworząc dwie potężne, choć odrębne, grupy dealerskie: Ganinex Gazda Group oraz Auto Gazda Group. Obie firmy, choć działają niezależnie, dzielą wspólny etos pracy, stawiając na najwyższą jakość obsługi, stabilność i budowanie długotrwałych relacji z klientami. Ganinex Gazda Group, kierowana przez Adama Gazdę, swoją działalność rozpoczęła od importu pojazdów, by w 1992 roku stać się autoryzowanym dealerem. Grupa zbudowała silną pozycję, koncentrując się na markach premium oraz wolumenowych, takich jak BMW, a także na wieloletniej współpracy z koncernem Fiat (obecnie Stellantis), reprezentując marki Fiat, Alfa Romeo, Lancia i Jeep. Ważnym filarem działalności stała się również

[196] AUTO FORUM - https://autoforum.hyundai.pl/ (dostęp online 21.10.2025)

marka Skoda, dla której powstał nowoczesny obiekt w Katowicach. Z kolei Auto Gazda Group, prowadzona przez Michała Gazdę, stworzyła rozległą sieć salonów i serwisów, oferując szerokie portfolio marek, w tym Volkswagen, Škoda, Seat, Cupra, Mazda, a także marki francuskie (Peugeot, Citroën, DS). Firma szczyci się licznymi nagrodami i dynamiczną ekspansją, otwierając salony w kluczowych miastach Śląska i adaptując do swojej oferty nowe, wschodzące marki[197].

- Auto Group Polska (Centrum Wrocław) – to działająca na rynku pod marką Centrum Wrocław, to czołowa grupa dealerska w stolicy Dolnego Śląska. Firma zbudowała swoją pozycję jako największy autoryzowany partner i przedstawiciel marek należących do Grupy Volkswagen, oferując klientom z Wrocławia i okolic kompleksowy dostęp do najnowszych modeli oraz profesjonalnych usług. Siedziby firmy, zlokalizowane w strategicznych punktach miasta przy alei Karkonoskiej oraz alei Aleksandra Brücknera, stały się kluczowymi miejscami dla entuzjastów motoryzacji. W portfolio Centrum Wrocław znajdują się popularne marki wolumenowe, takie jak Volkswagen i Skoda, marka premium Audi oraz dynamicznie rozwijające się SEAT i Cupra. Działalność firmy nie ogranicza się jedynie do sprzedaży samochodów nowych. Centrum Wrocław prowadzi także prężnie działający dział sprzedaży samochodów używanych, oferując sprawdzone pojazdy w ramach programu Audi Select:plus. Kluczowym elementem oferty jest rozbudowane zaplecze serwisowe, które świadczy autoryzowane usługi mechaniczne oraz naprawy blacharsko-lakiernicze dla wszystkich reprezentowanych marek. Firma aktywnie odpowiada na trendy rynko we, promując elektromobilność i oferując klientom szeroką gamę pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Centrum Wrocław obsługuje zarówno klientów indywidualnych, jak i flotowych, dostarczając dedykowane rozwiązania biznesowe, w tym elastyczne opcje finansowania i ubezpieczeń[198].
- Auto Podlasie Sp. z o.o. – to firma z ponad 25-letnią tradycją, która zbudowała swoją renomę jako jeden z wiodących dealerów marki Toyota w Polsce. Przedsiębiorstwo zostało zarejestrowane w 1997 roku, a kamieniem milowym w jego rozwoju było otwarcie w 2000 roku pierwszego salonu Toyoty w Siedlcach. Od tego czasu firma konsekwentnie się rozwijała, tworząc sieć nowoczesnych obiektów w centralnej i wschodniej Polsce. Do kluczowych momentów w ekspansji należało otwarcie kolejnych oddziałów w Łodzi

[197] AUTO GAZDA GROUP | GANINEX GAZDA GROUP, https://www.auto-gazda.pl/ oraz https://www.ganinex.com/ (dostęp online 21.10.2025).
[198] AUTO GROUP POLSKA (CENTRUM WROCŁAW), https://centrumwroclaw.pl/ (dostęp online 21.10.2025).

(2010), Jaśle (2019), Białej Podlaskiej (2019) oraz Bełchatowie (2021), co ugruntowało jej silną pozycję na rynku. Działalność Auto Podlasie wykracza jednak poza standardową sprzedaż i serwis samochodów. Już w 2007 roku firma uruchomiła wyspecjalizowany dział Auto Podlasie CorpoCars Management, znany jako „AP FLOTA", który zajmuje się wynajmem długo- i średnioterminowym oraz kompleksowym zarządzaniem flotą pojazdów różnych marek. Ponadto, firma aktywnie uczestniczy w przetargach na dostawy sprzętu specjalistycznego, współpracując m.in. z Polską Grupą Zbrojeniową przy projektowaniu i produkcji pojazdów dla wojska. Dowodem na wszechstronność i wysokie standardy są posiadane certyfikaty, w tym ISO 9001 i ISO 14001. Auto Podlasie jest także firmą silnie zaangażowaną w sport, wspierając lokalne drużyny i posiadając własną, utytułowaną drużynę żeglarską[199].

- Auto Spektrum – to największa sieć dealerska w południowo-wschodniej Polsce, która powstała z połączenia doświadczenia i potencjału kilku dużych, regionalnych dealerów. Firma ugruntowała swoją pozycję jako kluczowy partner marek Renault i Dacia, oferując klientom w Małopolsce i na Podkarpaciu dostęp do pełnej gamy produktów i usług. Dzięki strategicznej konsolidacji, Grupa Auto Spektrum dysponuje rozbudowaną siecią sprzedaży i serwisu, obejmującą salony w największych miastach regionu: Krakowie, Rzeszowie, Tarnowie i Nowym Sączu. Ta rozległa obecność pozwala na skuteczne docieranie do szerokiego grona klientów i zapewnienie im obsługi na najwyższym poziomie. Oferta Grupy Auto Spektrum jest kompleksowa i odpowiada na różnorodne potrzeby rynku. Firma prowadzi sprzedaż nowych samochodów osobowych i dostawczych marek Renault i Dacia, w tym także pojazdów elektrycznych. Ważnym elementem działalności jest także sprzedaż sprawdzonych samochodów używanych wszystkich marek, co stanowi atrakcyjną alternatywę dla klientów. Każde dealerstwo dysponuje profesjonalnym zapleczem serwisowym, świadczącym pełen zakres usług, od przeglądów mechanicznych po skomplikowane naprawy blacharsko-lakiernicze. Auto Spektrum obsługuje zarówno klientów indywidualnych, jak i flotowych, oferując im dedykowane rozwiązania finansowe, takie jak kredyty i leasingi, oraz szeroki pakiet usług ubezpieczeniowych[200].
- Autorud Stalowa Wola – to niekwestionowany lider rynku dealerskiego w południowo-wschodniej Polsce, z historią sięgającą 1993 roku. Od samego początku firma związała swoją działalność z koncernem Volkswagen, podpisując umowę dealerską i rozpoczynając sprzedaż oraz serwis jego marek już w styczniu 1994 roku. Przez ponad trzy dekady

[199] AUTO PODLASIE, https://grupaautopodlasie.pl/ (dostęp online 22.10.2025).
[200] AUTO SPEKTRUM, https://www.autospektrum.pl/ (dostęp online 22.10.2025).

Autorud zbudował imponującą sieć sprzedaży i serwisu, stając się największym autoryzowanym przedstawicielem marek Grupy Volkswagen w regionie. W portfolio firmy znajdują się kluczowe marki koncernu: Volkswagen Samochody Osobowe i Dostawcze, Audi, Skoda oraz SEAT i Cupra, co pozwala na zaoferowanie klientom niezwykle szerokiej i zróżnicowanej gamy pojazdów. Firma wyróżnia się nowoczesnym podejściem do sprzedaży, czego wyrazem jest platforma Autorud Online, ułatwiająca klientom zakup samochodu zdalnie. Autorud kładzie nacisk na komfort i oszczędność czasu klienta, oferując takie usługi jak dostawa pojazdu pod wskazany adres, zdalna wycena samochodu używanego czy realizacja formalności finansowych (kredyt, leasing) w miejscu dogodnym dla kupującego. Oprócz sprzedaży samochodów nowych i używanych, firma dysponuje profesjonalnym zapleczem serwisowym, zapewniając obsługę gwarancyjną i pogwarancyjną na najwyższym poziomie. Silna pozycja rynkowa i wieloletnie doświadczenie sprawiają, że Autorud jest synonimem zaufania i profesjonalizmu w branży motoryzacyjnej[201].

- Autosan – to jedna z najstarszych i najbardziej legendarnych polskich firm przemysłowych, której korzenie sięgają 1832 roku. Przedsiębiorstwo, założone w Sanoku przez Walentego Lipińskiego i Mateusza Beksińskiego, początkowo funkcjonowało jako zakład kotlarski, by z czasem stać się kluczowym producentem wagonów kolejowych i tramwajów, działając pod szyldem Sanowag. Przełom w historii firmy nastąpił w latach 20. XX wieku, gdy mury fabryki opuściły pierwsze autobusy zbudowane na podwoziach marki Lancia. Po II wojnie światowej zakład w Sanoku stał się synonimem polskiego autobusu, a w 1958 roku przyjął ikoniczną nazwę Sanocka Fabryka Autobusów AUTOSAN. W czasach PRL-u fabryka produkowała tysiące pojazdów, które zdominowały polskie drogi, a modelem flagowym stał się wprowadzony do produkcji w 1973 roku AUTOSAN H9. Jego niezawodność i prosta konstrukcja sprawiły, że był on wszechobecny w transporcie międzymiastowym i pracowniczym przez dekady. W nowszej historii firmy ważnym produktem stały się autobusy szkolne, popularnie nazywane „gimbusami", które zrewolucjonizowały transport uczniów na polskiej wsi. Po okresie transformacji ustrojowej firma napotkała trudności, które w 2013 roku doprowadziły do ogłoszenia upadłości. Fabryka została jednak uratowana dzięki przejęciu w 2016 roku przez konsorcjum spółek z Polskiej Grupy Zbrojeniowej (PGZ). Dziś AUTOSAN, jako oddział Huty Stalowa Wola, kontynuuje swoją produkcję, rozwijając nowoczesne

[201] AUTORUD STALOWA WOLA, https://www.autorud-online.pl/ (dostęp online 22.10.2025).

konstrukcje, w tym autobusy elektryczne i wodorowe, a także pojazdy dla wojska, łącząc bogatą historię z innowacyjną przyszłością[202].

- BMW Sikora – Grupa Sikora to jedna z najbardziej renomowanych i utytułowanych sieci dealerskich BMW w Polsce, której historia jest nierozerwalnie związana z pasją do motoryzacji jej założyciela, Ireneusza Sikory. Przedsiębiorstwo, które w 2024 roku obchodziło swoje 35-lecie, wyrosło z niewielkiej blacharni i lakierni założonej w Mikołowie w latach 80. Kluczowym momentem w rozwoju firmy było uzyskanie autoryzacji na naprawy blacharsko-lakiernicze dla marki BMW, co otworzyło drogę do dalszej, ścisłej współpracy. Ireneusz Sikora, wielokrotny Mistrz Polski w motocyklowych wyścigach klasy Superbike, przeniósł sportowego ducha rywalizacji i dążenie do perfekcji na grunt biznesowy, co stało się znakiem rozpoznawczym całej grupy. Z biegiem lat firma dynamicznie się rozwijała, otwierając nowoczesne salony sprzedaży i serwisu w kluczowych miastach południowej i zachodniej Polski, w tym w Mikołowie, Bielsku-Białej, Opolu, Lubinie i Zielonej Górze. W portfolio Grupy Sikora znajdują się nie tylko samochody BMW, ale również marka MINI oraz motocykle BMW Motorrad. Wyjątkowym osiągnięciem, które odbiło się echem w całej Europie, było otwarcie w 2021 roku w Mikołowie pierwszego na kontynencie salonu w całości poświęconego sportowej dywizji BMW M. Ten ekskluzywny obiekt stał się mekką dla entuzjastów motorsportu i symbolem pozycji dealera. Grupa Sikora jest firmą rodzinną, która łączy wieloletnią tradycję z innowacyjnym podejściem, stale inwestując w rozwój i utrzymując najwyższe standardy obsługi klienta[203].
- BOSCH – Grupa Bosch to globalny lider w dostarczaniu technologii i usług, którego działalność od dekad wywiera ogromny wpływ na rozwój branży motoryzacyjnej i wielu innych sektorów przemysłu. Założona w 1886 roku w Stuttgarcie przez Roberta Boscha firma, początkowo jako „warsztat mechaniki precyzyjnej i elektrotechniki", przekształciła się w międzynarodowy koncern zatrudniający setki tysięcy pracowników na całym świecie. Działalność Boscha opiera się na czterech głównych sektorach: Mobility (rozwiązania dla motoryzacji), Industrial Technology (technika przemysłowa, m.in. Bosch Rexroth), Consumer Goods (dobra użytkowe, w tym elektronarzędzia i AGD) oraz Energy and Building Technology (technika energetyczna i wyposażenie budynków). W Polsce Bosch jest obecny od 1991 roku, stając się jednym z kluczowych inwestorów i pracodawców. Firma prowadzi w kraju działalność produkcyjną, handlową oraz

[202] AUTOSAN, https://autosan.pl/ (dostęp online 25.10.2025)
[203] BMW SIKORA, https://www.bmw-sikora.pl/(dostęp online 25.10.2025).

badawczo-rozwojową, posiadając fabryki m.in. we Wrocławiu i w Łodzi. Dla sektora motoryzacyjnego Bosch jest fundamentalnym partnerem, dostarczając producentom pojazdów (OEM) oraz na rynek wtórny (*aftermarket*) zaawansowane komponenty i systemy. Firma jest pionierem w dziedzinie bezpieczeństwa jazdy, wprowadzając na rynek takie rewolucyjne wynalazki jak system ABS czy układ stabilizacji toru jazdy ESP. Obecnie Bosch intensywnie rozwija technologie związane z elektromobilnością, autonomiczną jazdą oraz rozwiązaniami opartymi na sztucznej inteligencji, realizując swoją misję tworzenia technologii, która jest „bliżej nas"[204].

- BREMBO – to światowy lider w projektowaniu i produkcji wysokowydajnych układów hamulcowych, którego nazwa stała się synonimem najwyższej jakości, innowacyjności i bezpieczeństwa. Firma została założona w 1961 roku przez Emilio i Sergio Bombassei jako niewielki warsztat mechaniczny w pobliżu Bergamo we Włoszech. Przełom w jej historii nastąpił już w 1964 roku, gdy Brembo rozpoczęło produkcję pierwszych włoskich tarcz hamulcowych na rynek części zamiennych, które wcześniej musiały być importowane z Wielkiej Brytanii. Szybko zdobyte doświadczenie zaowocowało kontraktami z czołowymi producentami pojazdów, już w 1972 roku firma stała się dostawcą dla Moto Guzzi, a w 1975 roku dostarczyła układy hamulcowe dla legendarnego zespołu Formuły 1, Scuderia Ferrari. Od tego momentu Brembo nierozerwalnie związało swoją markę ze światem motorsportu, a technologie opracowywane na torach wyścigowych trafiały później do samochodów produkowanych seryjnie. Dziś firma jest globalnym koncernem z zakładami produkcyjnymi w kilkunastu krajach na trzech kontynentach, w tym w Polsce. Fabryka w Dąbrowie Górniczej, uruchomiona w 2003 roku i od tamtej pory wielokrotnie rozbudowywana, jest jednym z najnowocześniejszych i strategicznych zakładów produkcyjnych Brembo. Wytwarzane są tam tarcze i zaciski hamulcowe dla największych koncernów motoryzacyjnych. Innowacyjność, ciągłe badania nad nowymi materiałami (takimi jak kompozyty węglowo-ceramiczne) oraz charakterystyczny, sportowy design sprawiają, że produkty Brembo są wybierane przez najbardziej wymagających producentów samochodów i motocykli na świecie[205].
- BRIDGESTONE – to japoński koncern i jeden z największych na świecie producentów opon i wyrobów gumowych, którego misją jest „służenie społeczeństwu produktami najwyższej jakości". Firma została założona w 1931 roku przez Shojiro Ishibashi (jego nazwisko w tłumaczeniu na angielski oznacza „kamienny most", stąd nazwa Bridgestone).

[204] BOSCH, https://www.bosch.pl/ (oraz ogólne źródła informacyjne) (dostęp online 25.10.2025).
[205] BREMBO, https://www.brembo.com/pl/ (oraz ogólne źródła informacyjne) (dostęp online 25.10.2025).

Dzięki konsekwentnemu dążeniu do innowacji technologicznych i globalnej ekspansji, marka zdobyła pozycję światowego lidera. W 1988 roku Bridgestone przejęło amerykańską firmę Firestone Tire and Rubber Company, co znacząco wzmocniło jej obecność na rynku międzynarodowym. Koncern produkuje opony do praktycznie wszystkich typów pojazdów, od samochodów osobowych, przez motocykle i samoloty, aż po ciężki sprzęt budowlany i górniczy. W Polsce Bridgestone jest kluczowym inwestorem i pracodawcą, posiadając kilka nowoczesnych zakładów produkcyjnych. Najważniejsze z nich to fabryki w Poznaniu oraz w Stargardzie, które należą do najnowocześniejszych w Europie. Fabryka w Stargardzie specjalizuje się w produkcji zaawansowanych technologicznie opon radialnych do samochodów ciężarowych i autobusów. Zakład ten jest ważnym dostawcą ogumienia na pierwsze wyposażenie dla czołowych producentów pojazdów ciężarowych, takich jak Daimler, Volvo czy Scania. Oprócz marek Bridgestone i Firestone, w polskich fabrykach produkowane są również opony marki Dayton. Działalność firmy w Polsce opiera się na filarach zrównoważonego rozwoju, bezpieczeństwa pracy oraz zaangażowania w lokalne społeczności[206].

- Carolina Car Company – to jeden z najbardziej doświadczonych i rozpoznawalnych dealerów samochodowych w Warszawie, z historią sięgającą 1992 roku. Firma od początku swojej działalności stawiała na dynamiczny rozwój i adaptację do zmieniających się warunków rynkowych. Swoją przygodę z motoryzacją rozpoczęła jako autoryzowany przedstawiciel marki Mazda, szybko stając się jednym z jej czołowych dealerów w Polsce. Dążąc do poszerzenia oferty, w 1995 roku firma związała się również z marką Chrysler, wprowadzając na warszawski rynek amerykańską motoryzację. Przełomowym momentem w historii Carolina Car Company był rok 1999, kiedy to zarząd podjął strategiczną decyzję o zmianie profilu i dołączeniu do sieci dealerskiej Toyoty. Po spełnieniu rygorystycznych standardów japońskiego producenta, firma stała się autoryzowanym dealerem Toyoty, co zapoczątkowało okres intensywnego wzrostu. W 2006 roku Carolina Car Company przeniosła swoją główną siedzibę z ulicy Wolskiej do nowo wybudowanego, nowoczesnego obiektu przy Al. Prymasa Tysiąclecia, który do dziś jest jej wizytówką. Lokalizacja ta, znana jako Toyota Wola, oferuje klientom pełen zakres usług: od sprzedaży samochodów nowych i używanych, przez kompleksowy serwis mechaniczny i blacharsko-lakierniczy, aż po finansowanie i ubezpieczenia. Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i profesjonalizmowi, firma zdobyła zaufanie klientów oraz liczne nagrody, w tym tytuł

[206] BRIDGESTONE, https://www.bridgestone.pl/ (oraz informacje o polskich fabrykach) (dostęp online 25.10.2025).

„Dealera Roku". Jej silną pozycję potwierdza również rola Partnera Motoryzacyjnego PGE Narodowego oraz Oficjalnego Partnera Reprezentacji Polski[207].

- Carserwis Sp. z o.o. – to czołowy autoryzowany dealer i partner serwisowy marek należących do koncernu Stellantis, z ugruntowaną pozycją na rynku warszawskim. Firma od lat specjalizuje się w sprzedaży i obsłudze samochodów włoskich i amerykańskich, budując swoją renomę na głębokiej wiedzy produktowej i profesjonalnym podejściu do klienta. Jej główna siedziba, zlokalizowana przy ulicy Połczyńskiej w Warszawie, to nowoczesny kompleks, w którym klienci mogą zapoznać się z pełną gamą pojazdów kluczowych marek. W portfolio Carserwis znajdują się popularne samochody osobowe i dostawcze marki Fiat i Fiat Professional, sportowe i eleganckie modele Alfa Romeo, a także wytrzymałe i wszechstronne pojazdy marki Jeep. Działalność firmy opiera się na kompleksowej obsłudze klienta na każdym etapie posiadania samochodu. Oprócz salonu sprzedaży pojazdów nowych, Carserwis prowadzi także dział samochodów używanych, oferując sprawdzone i certyfikowane egzemplarze. Kluczowym filarem działalności jest zaawansowane zaplecze serwisowe, obejmujące autoryzowany serwis mechaniczny oraz jeden z najnowocześniejszych w regionie serwisów blacharsko-lakierniczych. Firma obsługuje zarówno klientów indywidualnych, jak i dużych klientów flotowych, dostarczając im dedykowane rozwiązania, w tym elastyczne formy finansowania (kredyt, leasing) oraz pakiety ubezpieczeniowe. Carserwis silnie identyfikuje się z bogatą historią i dziedzictwem marek, które reprezentuje, co znajduje odzwierciedlenie w eksperckim doradztwie i pasji, z jaką pracownicy podchodzą do swojej pracy[208].
- CARSED Sp. z o.o. – to jedna z największych i najczęściej nagradzanych grup dealerskich w Polsce, której historia rozpoczęła się w 1997 roku w Siedlcach od otwarcia pierwszego salonu marki Skoda. Od samego początku firmie przyświecała idea „jakość ma nowy adres", która determinowała jej rozwój i standardy obsługi. Z biegiem lat CARSED przekształcił się z lokalnego dealera w potężną grupę z oddziałami w strategicznych lokalizacjach wschodniej i centralnej Polski, w tym w Warszawie, Mińsku Mazowieckim (Stojadła) oraz Białej Podlaskiej. Firma zbudowała silne partnerstwo z koncernem Volkswagen, stając się autoryzowanym dealerem i partnerem serwisowym marek Volkswagen, SEAT, Cupra oraz Skoda. Tym, co wyróżnia CARSED na tle konkurencji, jest nie tylko skala działalności, ale przede wszystkim innowacyjność i dążenie do doskonałości, potwierdzone niezliczonymi nagrodami. Firma wielokrotnie zdobywała

[207] CAROLINA CAR COMPANY, https://www.toyotawola.pl/(dostęp online 25.10.2025).
[208] CARSERWIS, https://www.carserwis.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

tytuł „Dealera Roku" dla reprezentowanych marek, a także prestiżowe wyróżnienia w kategoriach flotowych i serwisowych. CARSED jako pierwszy w Polsce uruchomił unikalne Centrum Flotowe, dedykowane obsłudze dużych kontraktów, umożliwiające jednoczesne wydanie nawet kilkudziesięciu samochodów i przeprowadzenie szkoleń dla użytkowników. Firma inwestuje w nowoczesne obiekty, zaawansowane technologie serwisowe oraz w profesjonalny zespół, który jest fundamentem jej sukcesu. Dzięki konsekwentnej realizacji swojej strategii, CARSED od lat utrzymuje się w czołówce największych grup dealerskich w kraju[209].

- Firma Oponiarska Dębica S.A. – to największy w Polsce i jeden z wiodących w Europie producentów opon do samochodów osobowych i ciężarowych. Jej historia jest nierozerwalnie związana z budową Centralnego Okręgu Przemysłowego (COP), jednego z największych przedsięwzięć ekonomicznych II Rzeczypospolitej. Zakład, pierwotnie pod nazwą Fabryka Gum Jezdnych w Dębicy, powstał w 1937 roku, a jego budowa była odpowiedzią na rosnące potrzeby motoryzującej się Polski. Już w 1939 roku z taśmy produkcyjnej zjechała pierwsza opona. Po II wojnie światowej fabryka została znacjonalizowana i przez dekady funkcjonowała jako Stomil Dębica, stając się kluczowym dostawcą ogumienia dla całego bloku wschodniego i jednym z największych pracodawców w regionie. Przełomowym momentem w nowożytnej historii firmy był rok 1995, kiedy w ramach procesu prywatyzacji strategicznym inwestorem w Dębicy został amerykański koncern The Goodyear Tire & Rubber Company. To wydarzenie zapoczątkowało okres intensywnych inwestycji w nowoczesne technologie, maszyny i procesy produkcyjne, co pozwoliło na skokowy wzrost jakości i wydajności. Dziś fabryka w Dębicy jest największym zakładem produkcyjnym Goodyear w Europie i trzecim co do wielkości na świecie. Produkowane są tu opony pod wieloma markami, w tym Dębica, Goodyear, Dunlop, Fulda i Sava. Firma jest nie tylko potentatem produkcyjnym, ale także ważnym centrum badawczo-rozwojowym, a jej produkty trafiają na rynki całego świata, od Europy po Bliski Wschód i Afrykę[210].
- Emil Frey Polska – to jedna z największych i najbardziej zdywersyfikowanych grup dealerskich w Polsce, będąca częścią potężnego, szwajcarskiego holdingu o ponad stuletniej tradycji. Grupa Emil Frey została założona w 1924 roku w Zurychu przez mechanika i kierowcę wyścigowego Emila Freya, który otworzył swój pierwszy warsztat. Jego pasja, profesjonalizm i dbałość o jakość stały się fundamentem firmy, która z biegiem

[209] CARSED, https://carsed.pl/ (dostęp online 27.10.2025).
[210] DĘBICA, https://www.debica.com.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

lat przekształciła się w europejskiego giganta w dziedzinie dystrybucji i sprzedaży samochodów. Wartości takie jak solidność, zaufanie i długoterminowe partnerstwo do dziś stanowią filary działalności całej grupy, która prowadzi operacje w kilkunastu krajach Europy. Na polskim rynku Grupa Emil Frey pojawiła się w 2013 roku, początkowo jako importer i przedstawiciel marek Subaru, SsangYong i Nissan. Jednak kluczowym momentem, który katapultował firmę do ścisłej czołówki największych graczy w kraju, było przejęcie w 2018 roku spółki PGA Polska (należącej do francuskiej grupy PGD). Dzięki tej strategicznej akwizycji, Emil Frey Polska przejęło kontrolę nad rozbudowaną siecią dealerską, w skład której wchodziły salony takich marek jak BMW, MINI, Porsche, Ford, Hyundai, Peugeot, Citroën, DS, a także marki z portfolio Volkswagena. Obecnie grupa reprezentuje w Polsce kilkanaście marek samochodowych, od popularnych po premium, dysponując siecią nowoczesnych salonów i serwisów w największych miastach kraju i kontynuując dynamiczny rozwój[211].

- Exide Technologies S.A. – to czołowy producent akumulatorów kwasowo-ołowiowych w Polsce i kluczowy oddział jednego z największych globalnych graczy na rynku magazynowania energii. Historia firmy na polskim gruncie jest nierozerwalnie związana z legendarną marką Centra, która powstała w Poznaniu w 1919 roku. Przez ponad sto lat poznańska fabryka była synonimem jakości i niezawodności, a jej akumulatory trafiały do milionów polskich pojazdów. W 1995 roku, w wyniku procesów prywatyzacyjnych, zakład stał się częścią międzynarodowej grupy CEAC, która niedługo później została przejęta przez amerykański koncern Exide Corporation. Dziś fabryka w Poznaniu jest jednym z najnowocześniejszych zakładów produkcyjnych w Grupie Exide i kluczowym dostawcą akumulatorów zarówno na rynek pierwszego wyposażenia (OEM), jak i na rynek wtórny (*aftermarket*). Produkowane są tu akumulatory rozruchowe dla czołowych światowych producentów samochodów, takich jak Volkswagen, Fiat, Toyota czy Ford. Firma jest pionierem w rozwoju technologii akumulatorowych, w tym akumulatorów w technologii AGM i EFB, dedykowanych do pojazdów z systemami Start-Stop. Oprócz produkcji, Exide Technologies w Polsce prowadzi również szeroko zakrojoną działalność dystrybucyjną, oferując pełną gamę produktów do samochodów osobowych, ciężarowych, maszyn rolniczych i łodzi. Mimo globalnej przynależności, firma z dumą kontynuuje

[211] EMIL FREY POLSKA, https://www.emilfrey.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

dziedzictwo marki Centra, łącząc wieloletnią polską tradycję z amerykańską technologią[212].

- Faurecia (Forvia) – to globalny lider w dziedzinie technologii motoryzacyjnych i jeden z dziesięciu największych dostawców dla przemysłu samochodowego na świecie. W 2022 roku, po strategicznym przejęciu niemieckiej firmy HELLA, specjalizującej się w oświetleniu i elektronice, powstała nowa, potężna grupa o nazwie FORVIA, w skład której wchodzi Faurecia. Firma specjalizuje się w projektowaniu i produkcji kluczowych komponentów samochodowych w czterech głównych obszarach: foteli samochodowych (*Seating*), systemów wyposażenia wnętrz (*Interiors*), rozwiązań w zakresie czystej mobilności (*Clean Mobility* – układy wydechowe) oraz elektroniki (*Electronics*). Jej klientami są praktycznie wszyscy najwięksi producenci samochodów na świecie. Polska odgrywa strategiczną rolę w globalnej strukturze firmy, będąc jednym z kluczowych centrów produkcyjnych i badawczo-rozwojowych. Faurecia jest obecna w Polsce od 1996 roku i jest jednym z największych pracodawców w sektorze motoryzacyjnym, zatrudniając tysiące osób w kilkunastu zakładach zlokalizowanych między innymi w Grójcu, Wałbrzychu, Legnicy, Gorzowie Wielkopolskim i Jelczu-Laskowicach. Polskie fabryki specjalizują się w produkcji foteli samochodowych, desek rozdzielczych, boczków drzwiowych, a także kompletnych układów wydechowych, w tym zaawansowanych systemów redukcji emisji spalin. Oprócz działalności produkcyjnej, w Polsce zlokalizowane są również centra badawczo-rozwojowe oraz centra usług wspólnych, które świadczą wsparcie dla globalnych działań grupy FORVIA[213].
- Federal-Mogul – to amerykańska firma z ponad stuletnią historią, która jest jednym z wiodących na świecie producentów i dostawców części samochodowych, głównie w obszarze układu napędowego (*powertrain*) i bezpieczeństwa (*motorparts*). W 2018 roku firma została przejęta przez innego giganta z branży, Tenneco, tworząc jednego z największych globalnych dostawców komponentów dla rynku OEM i *aftermarket*. Działalność Federal-Mogul koncentruje się na produkcji precyzyjnych części silnikowych, takich jak tłoki, pierścienie tłokowe, panewki, uszczelnienia i zawory, a także komponentów układu hamulcowego, zapłonowego i wycieraczek, które sprzedawane są pod wieloma znanymi markami (m.in. Champion, Goetze, Nüral, Payen, Ferodo, Moog).

[212] EXIDE TECHNOLOGIES (CENTRA), https://www.exide.com/pl/pl (oraz informacje historyczne o marce Centra) (dostęp online 27.10.2025).

[213] FAURECIA (FORVIA), https://www.forvia.com/pl (oraz informacje o polskich oddziałach) (dostęp online 27.10.2025).

Polska jest jednym z najważniejszych krajów dla działalności produkcyjnej Federal-Mogul (obecnie Tenneco) w Europie. Firma posiada w Polsce kilka dużych zakładów, które odgrywają kluczową rolę w globalnym łańcuchu dostaw. Fabryka w Gorzycach specjalizuje się w produkcji tłoków i jest jednym z najnowocześniejszych tego typu obiektów na świecie. Z kolei zakład w Gdańsku jest wiodącym producentem pierścieni tłokowych, a fabryka we Wrocławiu produkuje wysokiej jakości panewki. Produkty z polskich fabryk trafiają zarówno na pierwszy montaż do największych producentów samochodów, jak i na rynek części zamiennych na całym świecie. Dzięki zaawansowanym technologiom i wysokiej jakości, polskie zakłady Federal-Mogul mają ugruntowaną pozycję i są kluczowym elementem globalnej strategii grupy Tenneco[214].

- Grupa Bemo – to jedna z największych i najdłużej działających grup dealerskich w zachodniej Polsce, której korzenie sięgają początków transformacji gospodarczej. Firma, założona przez rodzinę Bendowskich, rozpoczęła swoją działalność w 1993 roku od otwarcia autoryzowanego salonu i serwisu marki Ford w Szczecinie. Od samego początku jej rozwój opierał się na solidnych fundamentach, takich jak profesjonalizm, zaufanie oraz budowanie długotrwałych relacji z klientami. Dzięki konsekwentnej strategii i reinwestowaniu zysków, z lokalnego dealera Grupa Bemo przekształciła się w potężne, wielomarkowe przedsiębiorstwo z oddziałami w kluczowych miastach, takich jak Szczecin, Poznań, Koszalin i Warszawa. Portfolio Grupy Bemo jest niezwykle zróżnicowane i obejmuje szerokie spektrum marek, co pozwala zaspokoić potrzeby różnych segmentów klientów. Obok historycznie związanej z firmą marki Ford, w ofercie znajdują się popularne marki azjatyckie, takie jak Hyundai, Mazda i Mitsubishi, a także marka premium – Volvo. Grupa Bemo jest również autoryzowanym przedstawicielem marek z koncernu Stellantis, w tym Fiat, Fiat Professional, Jeep i Alfa Romeo. Oprócz sprzedaży samochodów nowych i używanych, firma prowadzi rozbudowaną działalność w zakresie usług posprzedażowych. Integralną częścią grupy jest Bemo-Auto, czyli sieć nowoczesnych, multibrandowych centrów napraw blacharsko-lakierniczych, a także Bemo-Finanse, oferujące kompleksowe usługi finansowania i ubezpieczeń[215].
- Grupa Bednarek – to czołowa polska grupa dealerska, której historia jest przykładem spektakularnego sukcesu w branży motoryzacyjnej. Firma, założona przez Sławomira Bednarka, rozpoczęła swoją działalność w 1992 roku od niewielkiego salonu Skody

[214] FEDERAL-MOGUL (TENNECO), https://www.tenneco.com/ (oraz informacje o polskich fabrykach) (dostęp online 27.10.2025).
[215] GRUPA BEMO, https://grupabemo.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

w miejscowości Dobroń koło Łodzi. Dzięki ogromnemu zaangażowaniu, pasji do motoryzacji i konsekwentnej strategii rozwoju, w ciągu trzech dekad firma przekształciła się w jednego z największych i najbardziej utytułowanych dealerów w kraju. Grupa Bednarek zbudowała swoją potęgę głównie w oparciu o marki z portfolio Grupy Volkswagen, stając się kluczowym partnerem dla marek Volkswagen, Skoda, SEAT oraz Cupra w centralnej Polsce. Znakiem rozpoznawczym i jednym z filarów sukcesu Grupy Bednarek jest jej dywizja premium, działająca pod marką Premium Arena. W 2013 roku firma otworzyła w Łodzi jeden z najnowocześniejszych i najbardziej imponujących w Polsce obiektów dealerskich, dedykowany markom BMW, BMW Motorrad oraz MINI. Salon ten, zlokalizowany przy ulicy Rokicińskiej, szybko stał się flagową inwestycją grupy i symbolem jej aspiracji. Grupa Bednarek jest firmą rodzinną, która łączy tradycję z nowoczesnym zarządzaniem, co potwierdzają liczne nagrody i wyróżnienia, w tym wielokrotnie zdobywane tytuły „Dealera Roku" dla poszczególnych marek. Działalność grupy opiera się na kompleksowej obsłudze, od sprzedaży pojazdów, przez finansowanie i ubezpieczenia, aż po profesjonalne usługi serwisowe i blacharsko-lakiernicze[216].

- Grupa Bońkowscy – to jedno z czołowych i najdłużej działających przedsiębiorstw dealerskich w Wielkopolsce, którego historia jest przykładem konsekwentnego rozwoju opartego na rodzinnych wartościach. Firma została założona w 1991 roku przez Zygmunta Bońkowskiego, który otworzył w Poznaniu jeden z pierwszych w Polsce autoryzowanych salonów marki Peugeot. Od samego początku działalność firmy opierała się na budowaniu zaufania i zapewnianiu klientom kompleksowej obsługi, co pozwoliło jej zdobyć silną pozycję na konkurencyjnym rynku poznańskim. Z biegiem lat do zarządzania firmą dołączyły kolejne pokolenia, co wzmocniło jej rodzinny charakter i gwarantowało kontynuację wypracowanych przez lata standardów. W odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie rynku, Grupa Bońkowscy systematycznie rozszerzała swoje portfolio o kolejne popularne marki. Do flagowego Peugeota dołączyły inne francuskie brandy z koncernu Stellantis – Citroën i DS Automobiles, a także dynamicznie rozwijające się Renault i Dacia. Ważnym krokiem w dywersyfikacji oferty było również uzyskanie autoryzacji koreańskiej marki Kia. Grupa zainwestowała w nowoczesną infrastrukturę, otwierając kolejne salony i serwisy w strategicznych lokalizacjach aglomeracji poznańskiej, m.in. w Komornikach i Swarzędzu. Oprócz sprzedaży samochodów nowych i używanych, firma oferuje pełen zakres usług posprzedażowych, w tym profesjonalny

[216] GRUPA BEDNAREK | PREMIUM ARENA, https://bednarek.com.pl/ oraz https://premiumarena.pl/ (dostęp online 28.10.2025).

serwis mechaniczny, centrum napraw blacharsko-lakierniczych oraz usługi finansowe i ubezpieczeniowe[217].

- Grupa Cichy-Zasada – to absolutny gigant na polskim rynku dealerskim, powstały w 2020 roku w wyniku spektakularnej fuzji dwóch potężnych, rodzinnych firm motoryzacyjnych: Grupy Cichy i Sobiesław Zasada Automotive. To połączenie sił stworzyło największego w Polsce dealera marek z portfolio Grupy Volkswagen (Volkswagen, Skoda, Audi, SEAT, Cupra) oraz jednego z liderów całej branży. Z jednej strony Grupa Cichy, założona przez Alana Cichego, dynamicznie rozwijała swoją sieć w oparciu o innowacyjne podejście i wysoką jakość obsługi. Z drugiej strony Sobiesław Zasada Automotive, część imperium biznesowego legendarnego polskiego rajdowca Sobiesława Zasady, wnosiła do fuzji dekady doświadczeń i ugruntowaną pozycję na rynku. Dzięki połączeniu, nowa grupa dysponuje ogólnopolską siecią ponad 30 nowoczesnych salonów i serwisów, zlokalizowanych w kluczowych miastach, takich jak Warszawa, Kraków, Poznań, Wrocław, Szczecin czy Gdańsk. Skala działalności pozwala na oferowanie klientom nie tylko szerokiej gamy nowych pojazdów, ale także jednego z największych w kraju zasobów certyfikowanych samochodów używanych, sprzedawanych m.in. w ramach wielkopowierzchniowego centrum w podwarszawskim Nadarzynie. Grupa Cichy-Zasada to nie tylko sprzedaż – to także ogromne zaplecze serwisowe, centra blacharsko-lakiernicze, a także własne ramię finansowe i ubezpieczeniowe. Fuzja ta jest kamieniem milowym w historii polskiej branży dealerskiej, tworząc podmiot o ogromnym potencjale i zasięgu[218].
- Grupa Chodzeń – to jedna z najbardziej renomowanych i najdłużej działających firm dealerskich w Polsce, której historia sięga 1976 roku. Wówczas to Tadeusz Chodzeń, założyciel firmy, otworzył w Piasecznie pod Warszawą autoryzowany warsztat Polmozbytu, specjalizujący się w naprawach samochodów marki Fiat. Prawdziwy przełom nastąpił jednak w okresie transformacji ustrojowej, w 1992 roku firma Chodzeń jako jedna z pierwszych w Polsce uzyskała autoryzację dealerską marki Toyota. Ten strategiczny krok zdefiniował przyszłość firmy, która na dekady związała się z japońskim producentem, stając się synonimem niezawodności i najwyższej jakości obsługi, zgodnie z filozofią Toyoty. Przez lata firma, zarządzana obecnie przez kolejne pokolenie – syna założyciela, Piotra Chodzenia – konsekwentnie budowała swoją pozycję w segmencie marek japońskich. Do salonów Toyoty w Warszawie i Piasecznie dołączyła marka premium

[217] GRUPA BOŃKOWSCY, https://grupabonkowscy.pl/ (dostęp online 28.10.2025).
[218] GRUPA CICHY-ZASADA, https://cichy-zasada.pl/ (dostęp online 28.10.2025).

koncernu, Lexus. Grupa Chodzeń otworzyła dwa ekskluzywne salony Lexus w Warszawie, stając się jednym z kluczowych partnerów tej marki w Polsce. Idąc za ciosem i poszerzając swoją ofertę w segmencie premium, firma podjęła się również reprezentowania legendarnej włoskiej marki Maserati. Dziś Grupa Chodzeń jest symbolem stabilności i zaufania, oferując klientom kompleksową obsługę, od sprzedaży i finansowania, po autoryzowany serwis i naprawy blacharsko-lakiernicze, pozostając wierną rodzinnym korzeniom i pasji do motoryzacji[219].

- Grupa Cygan – to wiodący dealer samochodowy na Podbeskidziu, z silnie ugruntowaną pozycją w regionie Bielska-Białej i Pszczyny. Firma, założona przez rodzinę Cygan, rozpoczęła swoją działalność na rynku motoryzacyjnym w 1991 roku, idealnie wpisując się w dynamiczny rozwój polskiej gospodarki. Od samego początku przedsiębiorstwo związało swoją przyszłość z markami z portfolio Grupy Volkswagen, stając się jednym z jej najważniejszych i najbardziej zaufanych partnerów w południowej Polsce. Dzięki konsekwentnej strategii, inwestycjom w nowoczesne obiekty oraz utrzymywaniu najwyższych standardów obsługi, Grupa Cygan zyskała lojalność szerokiego grona klientów. Portfolio grupy obejmuje kluczowe marki koncernu VAG: Volkswagen (samochody osobowe i dostawcze), Audi, Skoda oraz SEAT i Cupra. Firma dysponuje nowoczesnymi, przestronnymi salonami, zaprojektowanymi zgodnie z najnowszymi standardami architektonicznymi poszczególnych marek. Szczególną dumą grupy jest imponujący terminal Audi w Bielsku-Białej, który stanowi wizytówkę firmy i podkreśla jej pozycję w segmencie premium. Oprócz sprzedaży samochodów nowych, Grupa Cygan prowadzi prężnie działający dział sprzedaży pojazdów używanych w ramach programów Das WeltAuto i Audi Select:plus. Dopełnieniem oferty jest profesjonalne zaplecze serwisowe, świadczące kompleksowe usługi mechaniczne oraz blacharsko-lakiernicze dla wszystkich reprezentowanych marek[220].
- Grupa Gezet – to motoryzacyjny lider w zachodniej Polsce, firma z ponad 30-letnią historią, która z lokalnego przedsiębiorstwa przekształciła się w jednego z największych multibrandowych dealerów w kraju. Jej historia rozpoczęła się w 1990 roku w Gorzowie Wielkopolskim, a dynamiczny rozwój sprawił, że dziś jej salony i serwisy obecne są w kluczowych miastach regionu: Gorzowie, Zielonej Górze oraz Szczecinie. Grupa Gezet wyróżnia się niezwykle szerokim i zróżnicowanym portfolio marek, co pozwala jej dotrzeć do niemal każdego segmentu rynku, od samochodów popularnych, przez dostawcze, aż po

[219] GRUPA CHODZEŃ, https://chodzen.pl/ (dostęp online 28.10.2025).
[220] GRUPA CYGAN, https://grupacygan.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

segment premium. W ofercie firmy znajdują się czołowe marki amerykańskie (Ford), japońskie (Honda, Mitsubishi, Suzuki), koreańskie (Kia, Hyundai) oraz włoskie (Fiat, Fiat Professional, Abarth, Alfa Romeo, Jeep). Siłą grupy jest także obecność w segmencie premium, gdzie reprezentuje legendarne brytyjskie marki Jaguar i Land Rover. Ta imponująca dywersyfikacja jest efektem konsekwentnie realizowanej strategii rozwoju i budowania silnych relacji z importerami. Grupa Gezet jest regularnie nagradzana tytułami „Dealera Roku" przez poszczególne marki, co jest potwierdzeniem najwyższych standardów sprzedaży i obsługi posprzedażowej. Firma oferuje pełen pakiet usług, w tym sprzedaż pojazdów nowych i używanych, zaawansowane centra serwisowe i blacharsko-lakiernicze, a także kompleksowe rozwiązania finansowe i ubezpieczeniowe[221].

- Grupa Jaworski – to nazwa silnie kojarzona z rynkiem dealerskim w województwie kujawsko-pomorskim, reprezentująca firmy rodzinne o głębokich korzeniach w branży motoryzacyjnej. Pod tym szyldem funkcjonują przedsiębiorstwa, które, choć skupione na różnych markach i miastach, dzielą wspólną pasję i dążenie do profesjonalizmu. Głównym filarem jest firma Jaworski Auto Sp. z o.o., która zbudowała swoją renomę jako czołowy i wieloletni dealer marek premium: BMW oraz MINI. Salony i serwisy Jaworski Auto, zlokalizowane w Bydgoszczy i Toruniu, to nowoczesne obiekty, które stały się kluczowymi punktami na motoryzacyjnej mapie regionu dla miłośników bawarskiej marki. Firma oferuje pełną gamę samochodów BMW i MINI, w tym najnowsze modele elektryczne i hybrydowe, a także sportowe pojazdy z linii M. Dopełnieniem oferty jest sprzedaż motocykli BMW Motorrad oraz program certyfikowanych pojazdów używanych. Równolegle, rodzina Jaworskich, we współpracy z rodziną Gajewskich, prowadzi w Toruniu firmę Jaworski-Gajewski, która od 1999 roku jest autoryzowanym przedstawicielem popularnych marek francuskich: Renault, Dacia oraz Peugeot. Ta dywersyfikacja pokazuje szerokie kompetencje i doświadczenie grupy, która potrafi z sukcesem działać zarówno w segmencie premium, jak i na rynku masowym. Niezależnie od marki, firmy z Grupy Jaworski kładą nacisk na najwyższą jakość obsługi i budowanie długotrwałych relacji z klientami[222].
- Grupa Karlik – to jedno z najbardziej doświadczonych i cenionych przedsiębiorstw dealerskich w Poznaniu, z historią sięgającą 1989 roku. Firma, założona przez rodzinę Karlik, rozpoczęła swoją działalność jeszcze przed boomem motoryzacyjnym lat 90.,

[221] GRUPA GEZET, https://gezet.pl/ (dostęp online 29.10.2025).
[222] GRUPA JAWORSKI, https://www.bmw-jaworskiauto.pl/ / https://www.jaworski-gajewski.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

otwierając autoryzowaną stację obsługi samochodów marki Fiat. Szybko zdobyte zaufanie klientów i rosnący rynek pozwoliły na dalszy rozwój, wkrótce firma stała się autoryzowanym dealerem marek z koncernu Fiata, w tym Alfa Romeo i Lancia. Przez ponad trzy dekady Grupa Karlik konsekwentnie budowała swoją pozycję, stawiając na dywersyfikację portfolio i inwestycje w nowoczesną infrastrukturę. Kluczowym krokiem w rozwoju firmy było pozyskanie autoryzacji czołowych marek japońskich i szwedzkich. Dziś Grupa Karlik jest przede wszystkim znana jako jeden z wiodących w Polsce dealerów marki Volvo, a jej salon w Poznaniu był wielokrotnie nagradzany, w tym prestiżowym wyróżnieniem dla najlepszych dealerów Volvo w Europie. Równie silną pozycję firma zbudowała jako partner marek Honda i Hyundai, oferując klientom szeroką gamę niezawodnych i nowoczesnych pojazdów. Wszystkie salony i serwisy Grupy Karlik zlokalizowane są w nowoczesnym kompleksie motoryzacyjnym przy poznańskiej obwodnicy, co zapewnia klientom łatwy dostęp i komfort obsługi. Firma pozostaje przedsiębiorstwem rodzinnym, co przekłada się na osobiste zaangażowanie i dbałość o najwyższe standardy[223].

- Grupa Kamiński – to czołowy dealer samochodowy w województwie podkarpackim, który od ponad trzech dekad jest kluczowym partnerem dla kilku popularnych marek motoryzacyjnych. Firma, założona przez Stanisława Kamińskiego, rozpoczęła swoją działalność w 1991 roku w Stalowej Woli, otwierając jeden z pierwszych w regionie autoryzowanych salonów marki Opel. Dzięki solidności, profesjonalizmowi i budowaniu bliskich relacji z lokalną społecznością, firma szybko zyskała zaufanie klientów i ugruntowała swoją pozycję na rynku. To pozwoliło na dalszy rozwój i inwestycje, które z czasem przekształciły lokalne przedsiębiorstwo w silną, rodzinną grupę dealerską o ugruntowanej renomie. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom rynku, Grupa Kamiński systematycznie poszerzała swoje portfolio o kolejne marki. Do flagowego Opla dołączyły inne brandy z koncernu Stellantis, takie jak Peugeot i Citroën, co pozwoliło na zaoferowanie klientom szerokiej gamy samochodów osobowych i dostawczych. Ważnym krokiem w rozwoju było również nawiązanie współpracy z japońskim producentem i otwarcie autoryzowanego salonu marki Nissan. Grupa Kamiński koncentruje swoją działalność na terenie Podkarpacia, posiadając nowoczesne obiekty w Stalowej Woli, Tarnobrzegu i Rzeszowie. Firma oferuje kompleksowy zakres usług, obejmujący sprzedaż

[223] GRUPA KARLIK, https://karlik.poznan.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

pojazdów nowych i używanych, autoryzowany serwis mechaniczny, centrum napraw blacharsko-lakierniczych oraz usługi w zakresie finansowania i ubezpieczeń[224].

- Grupa Krotoski – to jeden z niekwestionowanych liderów polskiego rynku dealerskiego, potężne przedsiębiorstwo o ogólnopolskim zasięgu, którego historia sięga 1986 roku. Firma, założona przez rodzinę Krotoskich, wyrosła z niewielkiego warsztatu, by na początku lat 90. stać się jednym z pionierów autoryzowanej dystrybucji samochodów w Polsce. Kluczowym momentem był rok 1992, kiedy firma uzyskała autoryzację marek Volkswagen i Audi, co zapoczątkowało okres dynamicznej ekspansji i budowy silnego partnerstwa z niemieckim koncernem. Przez ponad trzy dekady Grupa Krotoski stała się synonimem sprzedaży i serwisu marek z portfolio Grupy Volkswagen. Dziś Grupa Krotoski dysponuje rozbudowaną siecią ponad 20 autoryzowanych salonów i serwisów zlokalizowanych w największych miastach Polski, takich jak Łódź, Warszawa, Poznań, Częstochowa czy Wolica. W portfolio firmy znajdują się kluczowe marki wolumenowe (Volkswagen, Skoda, SEAT, Cupra) oraz marka premium Audi. Wyrazem najwyższych aspiracji grupy było wejście do elitarnego świata samochodów luksusowych i sportowych poprzez otwarcie Porsche Centrum Łódź. Grupa Krotoski konsekwentnie wzmacnia swoją pozycję na rynku, również poprzez strategiczne przejęcia, takie jak zakup wielkopolskiej Grupy Ignaszak. Firma słynie z najwyższych standardów obsługi, za co jest regularnie nagradzana tytułami „Dealera Roku" i czołowymi pozycjami w rankingach branżowych[225].
- Grupa Lellek – to wiodąca grupa dealerska w południowo-zachodniej Polsce, z niezwykle silną pozycją w województwach opolskim i śląskim. Firma, z ponad 25-letnim doświadczeniem na rynku motoryzacyjnym, zbudowała swoją potęgę w oparciu o ścisłą i wieloletnią współpracę z koncernem Volkswagen. Grupa Lellek jest jednym z jego największych i najbardziej zaufanych partnerów w kraju, reprezentując pełne spektrum marek: od wolumenowych Volkswagenów (osobowe i dostawcze), Skody, SEAT-a i Cupry, aż po segment premium, w którym jest kluczowym dealerem marki Audi. Dzięki konsekwentnej strategii rozwoju i inwestycjom, firma stała się synonimem jakości i niezawodności w regionie. Sieć sprzedaży i serwisu Grupy Lellek obejmuje szereg ultranowoczesnych obiektów, zlokalizowanych w strategicznych miastach, takich jak Opole, Gliwice, Katowice, Koźle czy Sopot. Każdy z salonów został zaprojektowany zgodnie z rygorystycznymi standardami danej marki, oferując klientom komfortowe warunki zakupu i obsługi. Firma regularnie plasuje się w ścisłej czołówce największych

[224] GRUPA KAMIŃSKI, https://grupakaminski.pl/ (dostęp online 29.10.2025).
[225] GRUPA KROTOSKI, https://krotoski.com/ (dostęp online 29.10.2025).

grup dealerskich w Polsce pod względem liczby sprzedanych samochodów, co jest dowodem na jej skuteczność i skalę działania. Oprócz sprzedaży pojazdów nowych, Grupa Lellek prowadzi profesjonalne centra sprzedaży samochodów używanych (Das WeltAuto, Audi Select:plus) oraz dysponuje zaawansowanym zapleczem serwisowym i blacharsko-lakierniczym, świadcząc usługi na najwyższym poziomie[226].

- Polska Grupa Dealerów (PGD) – to absolutny pionier i jedna z największych oraz najbardziej rozpoznawalnych grup dealerskich w historii polskiej motoryzacji. Firma, założona w 1991 roku w Krakowie przez Grzegorza Hankusa, rozpoczęła działalność od otwarcia jednego z pierwszych w kraju autoryzowanych salonów marki Ford. Ten początek dał impuls do bezprecedensowej ekspansji, w wyniku której Grupa PGD zbudowała ogólnopolską sieć sprzedaży, reprezentując w szczytowym okresie kilkanaście marek samochodowych. W jej portfolio znajdowały się tak kluczowe brandy jak Fiat, Nissan, Suzuki, Kia, Mitsubishi, Hyundai, SEAT czy Opel, a salony PGD obecne były we wszystkich największych aglomeracjach Polski. Grupa PGD była prekursorem wielu rozwiązań na polskim rynku, w tym konsolidacji branży i tworzenia wielomarkowych centrów motoryzacyjnych. Firma stworzyła także jedną z pierwszych i największych sieci sprzedaży samochodów używanych pod marką AUTOTRADE. Kluczowym momentem w historii grupy było utworzenie spółki joint venture PGA Polska z francuską grupą PGD, która później została sprzedana szwajcarskiemu holdingowi Emil Frey. Dziś Grupa PGD, po restrukturyzacji, kontynuuje działalność, skupiając się na wybranych markach i lokalizacjach, ale jej wkład w rozwój i profesjonalizację polskiego rynku dealerskiego jest nie do przecenienia. Firma jest symbolem transformacji gospodarczej i spektakularnego sukcesu polskiej przedsiębiorczości w branży motoryzacyjnej.
- Grupa Pietrzak – to firma dealerska, która przeszła jedną z najbardziej spektakularnych ewolucji na polskim rynku, od sprzedaży popularnych samochodów po status niekwestionowanego lidera w segmencie marek luksusowych i supersportowych. Firma, założona przez Kazimierza Pietrzaka, rozpoczęła swoją działalność od reprezentowania popularnych marek francuskich, takich jak Renault, Dacia i Peugeot. Zbudowała solidne fundamenty i silną pozycję na rynku śląskim, zdobywając zaufanie klientów dzięki wysokiej jakości obsługi. Jednak prawdziwą pasją i ambicją założyciela oraz jego synów, którzy przejęli stery w firmie, był świat motoryzacji z najwyższej półki. Przełomem w historii grupy było uzyskanie autoryzacji legendarnych włoskich marek. Grupa Pietrzak

[226] GRUPA LELLEK, https://lellek.com.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

otworzyła w Katowicach ikoniczny, autoryzowany salon sprzedaży i serwisu Ferrari, a niedługo później dołączyła do niego kolejna perła włoskiej motoryzacji Maserati. To jednak nie był koniec ekspansji w świecie egzotycznych samochodów. Portfolio grupy zostało wzbogacone o sportową, francuską markę Alpine, a także o absolutnie niszowe i ultraluksusowe Bugatti, Pagani oraz Koenigsegg, co uczyniło ją kluczowym graczem na rynku dóbr luksusowych w Europie Środkowo-Wschodniej. Dziś Grupa Pietrzak z powodzeniem łączy dwa światy, nadal prowadzi salony marek popularnych, takich jak Renault, Dacia czy Opel, jednocześnie będąc bramą do świata najbardziej pożądanych samochodów na świecie[227].

- Grupa Plichta – to motoryzacyjny gigant i największa grupa dealerska w północnej Polsce, której historia jest przykładem niezwykle dynamicznego i przemyślanego rozwoju. Firma została założona w 1996 roku przez Jana Plichtę, który otworzył swój pierwszy, niewielki salon Skody w Wejherowie. Ogromna determinacja, reinwestowanie zysków i doskonałe wyczucie rynku sprawiły, że w ciągu zaledwie kilku lat firma rozpoczęła imponującą ekspansję, stając się liderem w województwie pomorskim. Kluczową strategią grupy było budowanie wielomarkowych centrów motoryzacyjnych w największych miastach regionu, takich jak Gdańsk, Gdynia, Sopot, Bydgoszcz czy Toruń. Portfolio Grupy Plichta jest jednym z najszerszych na rynku. Firma jest kluczowym partnerem dla marek z Grupy Volkswagen (Volkswagen, Skoda, Audi, SEAT, Cupra), ale jej oferta jest znacznie bogatsza. W jej skład wchodzą również tak popularne marki jak Ford, Kia czy Volvo, a także segment premium, gdzie reprezentuje marki Jaguar i Land Rover. Wizytówką i symbolem potęgi grupy jest ultranowoczesne Audi Centrum Gdańsk Stadion, jeden z największych i najnowocześniejszych obiektów tej marki w Europie. Grupa Plichta regularnie zajmuje czołowe miejsca w rankingach największych dealerów w Polsce, sprzedając rocznie kilkanaście tysięcy nowych samochodów. Mimo ogromnej skali działania, firma pozostaje biznesem rodzinnym, co przekłada się na dbałość o detale i jakość obsługi[228].
- Grupa PTH (Przedsiębiorstwo Techniczno-Handlowe) – to jeden z najbardziej doświadczonych i cenionych dealerów samochodowych na rynku warszawskim i mazowieckim, z historią sięgającą 1991 roku. Od samego początku swojej działalności firma związała się z marką Ford, stając się jednym z jej pierwszych autoryzowanych

[227] GRUPA PIETRZAK, https://www.grupa-pietrzak.pl/ (oraz strona dywizji luksusowej (dostęp online 29.10.2025)https://pietrzak.ferraridealers.com/).
[228] GRUPA PLICHTA, https://plichta.com.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

przedstawicieli w Polsce po transformacji ustrojowej. Przez ponad trzy dekady Grupa PTH zbudowała niezwykle silną i trwałą relację z amerykańskim koncernem, co zaowocowało zdobyciem pozycji jednego z kluczowych i najbardziej zaufanych partnerów Forda w kraju. Firma jest synonimem sprzedaży i serwisu tej marki w stolicy. Dążąc do dywersyfikacji swojej oferty, Grupa PTH rozszerzyła swoje portfolio o kolejne renomowane marki. Do Forda dołączyła szwedzka marka premium Volvo, dla której firma otworzyła nowoczesny salon i serwis, a także popularna koreańska marka Hyundai. Działalność grupy koncentruje się w Warszawie, gdzie dysponuje kilkoma nowoczesnymi obiektami, zlokalizowanymi m.in. przy ulicy Modlińskiej oraz w dzielnicy Białołęka. PTH słynie z jednego z największych i najnowocześniejszych autoryzowanych serwisów mechanicznych Forda w Polsce, a także z profesjonalnego centrum napraw blacharsko-lakierniczych, które obsługuje wszystkie reprezentowane marki. Długoletnie doświadczenie, stabilny zespół i ugruntowana pozycja sprawiają, że Grupa PTH jest synonimem rzetelności i zaufania dla tysięcy klientów[229].

- Grupa Sabaj – to prężnie działająca, rodzinna grupa dealerska, która od ponad 30 lat buduje swoją pozycję na rynku motoryzacyjnym wschodniej Polski. Jej historia rozpoczęła się w 1993 roku od otwarcia autoryzowanego salonu i serwisu marki Fiat, co stanowiło odpowiedź na rosnące potrzeby motoryzacyjne klientów w regionie Mazowsza i Lubelszczyzny. Dzięki konsekwentnej pracy, dbałości o jakość obsługi i budowaniu trwałych relacji z klientami, firma zyskała renomę i zaufanie, co stało się fundamentem do dalszej ekspansji. Grupa Sabaj to przykład polskiej firmy rodzinnej, która z sukcesem przeszła drogę od lokalnego przedsiębiorstwa do multibrandowego dealera o ugruntowanej pozycji. W odpowiedzi na zmieniające się trendy i oczekiwania klientów, Grupa Sabaj strategicznie rozszerzyła swoje portfolio o dynamicznie rozwijające się marki azjatyckie. Do oferty dołączyły popularne koreańskie brandy Kia i Hyundai, a także SsangYong, specjalizujący się w samochodach typu SUV. Firma otworzyła również przedstawicielstwo marki Maxus, oferującej nowoczesne, elektryczne samochody dostawcze. Działalność grupy koncentruje się w kluczowych miastach regionu, z nowoczesnymi salonami i serwisami zlokalizowanymi w Warszawie, Siedlcach oraz Lublinie. Oprócz sprzedaży samochodów nowych i używanych, Grupa Sabaj świadczy pełen zakres usług posprzedażowych, w tym profesjonalną obsługę serwisową i blacharsko-lakierniczą[230].

[229] GRUPA PTH, https://www.pth.pl/ (dostęp online 30.10.2025).
[230] GRUPA SABAJ, https://grupa-sabaj.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

- Grupa Toyota & Lexus Katowice – to handlowa nazwa firmy „Jaworski Auto", która jest największym i najbardziej doświadczonym autoryzowanym dealerem tych japońskich marek na Śląsku. Z ponad 30-letnią historią na rynku motoryzacyjnym, firma stała się synonimem sprzedaży i obsługi pojazdów Toyoty oraz jej luksusowej dywizji, Lexusa, w regionie. Działalność grupy jest w całości skoncentrowana na tych dwóch markach, co pozwala na oferowanie klientom najwyższego poziomu specjalizacji, wiedzy produktowej i jakości obsługi, zgodnej z rygorystycznymi standardami japońskich producentów. Jej dominująca pozycja na niezwykle konkurencyjnym rynku śląskim jest wynikiem wieloletnich inwestycji i konsekwentnego budowania zaufania. Grupa dysponuje dwoma ultranowoczesnymi, wielkopowierzchniowymi obiektami zlokalizowanymi w strategicznych punktach Katowic. Pozwalają one na kompleksową obsługę klientów w jednym miejscu, od przestronnych salonów ekspozycyjnych, przez zaawansowane technologicznie centra serwisowe, aż po profesjonalne działy blacharsko-lakiernicze. Toyota Katowice oferuje pełną gamę modeli osobowych i dostawczych, z silnym naciskiem na promowanie technologii hybrydowej, w której Toyota jest światowym liderem. Z kolei Lexus Katowice to ekskluzywna przestrzeń dedykowana klientom segmentu premium, oferująca luksusowe sedany, SUV-y i sportowe coupe. Firma obsługuje zarówno klientów indywidualnych, jak i dużych klientów flotowych, będąc kluczowym partnerem dla wielu śląskich przedsiębiorstw[231].
- Grupa Wiśniewski – to renomowana, rodzinna grupa dealerska z ponad 30-letnim doświadczeniem, która swoją silną pozycję zbudowała na rynku Mazowsza. Firma rozpoczęła działalność w 1991 roku, stając się jednym z pierwszych autoryzowanych dealerów marki Opel w Polsce. Przez lata budowała swoją markę w oparciu o solidność, profesjonalizm i bliskie relacje z klientami, co pozwoliło jej przetrwać burzliwe zmiany na rynku i konsekwentnie się rozwijać. Dziś Grupa Wiśniewski jest jednym z kluczowych partnerów koncernu Stellantis w regionie, oferując szeroką gamę samochodów osobowych i dostawczych. Sieć sprzedaży i serwisu Grupy Wiśniewski obejmuje strategicznie zlokalizowane salony w Warszawie, Siedlcach oraz Ostrołęce, co zapewnia szeroki zasięg i łatwy dostęp dla klientów z całego województwa mazowieckiego. W portfolio firmy, obok historycznie związanego z nią Opla, znajdują się inne popularne marki koncernu Stellantis: Peugeot, Citroën, DS Automobiles, a także Fiat, Fiat Professional i Alfa Romeo. Ta szeroka i komplementarna oferta pozwala zaspokoić potrzeby zarówno klientów

[231] GRUPA TOYOTA & LEXUS KATOWICE. https://www.toyota-katowice.pl/ oraz https://www.lexus-katowice.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

indywidualnych, szukających samochodu rodzinnego, jak i przedsiębiorców, potrzebujących niezawodnych pojazdów dostawczych. Grupa Wiśniewski oferuje kompleksową obsługę, w tym sprzedaż pojazdów nowych i używanych, autoryzowany serwis, naprawy blacharsko-lakiernicze oraz pełen pakiet usług finansowych[232].

- Grupa Wróbel – to jedna z największych i najbardziej utytułowanych grup dealerskich w Polsce, która swoją potęgę zbudowała jako kluczowy partner marki Mercedes-Benz. Firma, założona w 1992 roku przez Michała Wróbla, rozpoczęła swoją działalność od skromnego salonu, by w ciągu trzech dekad przekształcić się w motoryzacyjnego giganta z siecią obiektów w południowej i zachodniej Polsce. Grupa Wróbel jest jednym z największych dealerów Mercedes-Benz w kraju, oferując pełną gamę produktów niemieckiej marki: od luksusowych samochodów osobowych i sportowych modeli AMG, przez nowoczesne vany i samochody dostawcze, aż po ciężkie pojazdy ciężarowe i autobusy. Sieć Grupy Wróbel obejmuje nowoczesne salony i autoryzowane serwisy w kluczowych miastach, takich jak Wrocław, Opole, Jelenia Góra, Zielona Góra, Częstochowa czy Pietrzykowice. Dzięki tak szerokiej obecności firma jest w stanie zapewnić kompleksową obsługę zarówno klientom indywidualnym, jak i potężnym firmom transportowym i logistycznym. Wychodząc naprzeciw nowym trendom, Grupa Wróbel poszerzyła swoje portfolio o popularną japońską markę Mazda. Wyjątkową inicjatywą, która podkreśla pasję do motoryzacji, jest stworzenie działu „Wróbel Classic", specjalizującego się w profesjonalnej renowacji zabytkowych modeli Mercedes-Benz. Działalność ta jest hołdem dla historii marki i świadectwem najwyższego kunsztu technicznego firmy[233].
- Grupa Zdunek – to motoryzacyjny lider w województwie pomorskim, firma o głębokich, rodzinnych korzeniach, której historia sięga 1978 roku. Wówczas to założyciel, Tadeusz Zdunek, otworzył niewielki warsztat samochodowy, który dzięki jego pasji i rzetelności szybko zyskał renomę. Prawdziwy rozwój firmy nastąpił na początku lat 90., kiedy to Grupa Zdunek stała się jednym z pierwszych autoryzowanych dealerów marki Renault w Polsce. To był kamień węgielny pod budowę jednej z największych grup dealerskich w północnej części kraju. Dziś firmą zarządza już kolejne pokolenie, z synem założyciela, Łukaszem Zdunkiem, na czele, co gwarantuje kontynuację rodzinnej tradycji i pasji. Przez lata Grupa Zdunek konsekwentnie rozszerzała swoją działalność, stając się kluczowym partnerem nie tylko dla Renault, ale również dla Dacii. Prawdziwym

[232] GRUPA WIŚNIEWSKI, https://grupawisniewski.pl/ (dostęp online 30.10.2025).
[233] GRUPA WRÓBEL, https://grupawrobel.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

przełomem i wejściem do segmentu premium było uzyskanie autoryzacji dealerskiej dla marek BMW oraz MINI. Firma zainwestowała w budowę ultranowoczesnych salonów w Gdańsku i Gdyni, które stały się wizytówką Trójmiasta i wyznaczyły nowe standardy w obsłudze klienta. Dzięki temu Grupa Zdunek jest w stanie zaoferować niezwykle szerokie spektrum pojazdów, od popularnych i przystępnych cenowo modeli Dacii, przez szeroką gamę Renault, aż po luksusowe i sportowe samochody BMW. Firma oferuje pełen zakres usług, w tym sprzedaż motocykli BMW Motorrad oraz profesjonalny serwis dla wszystkich reprezentowanych marek[234].

- Inchcape Polska – to część potężnego, międzynarodowego koncernu Inchcape plc, jednego z wiodących na świecie, niezależnych dystrybutorów i dealerów samochodowych. Grupa, z siedzibą w Londynie i notowana na tamtejszej giełdzie, prowadzi działalność w ponad 30 krajach na całym świecie, współpracując z największymi producentami pojazdów. Na polskim rynku Inchcape jest synonimem sprzedaży i obsługi marek premium, budując swoją pozycję w oparciu o globalne standardy, finansową stabilność i najwyższą jakość obsługi klienta. Firma zadebiutowała w Polsce w 2004 roku, stając się autoryzowanym dealerem marek BMW oraz MINI. Przez lata Inchcape Polska ugruntowało swoją pozycję jako największy dealer BMW i MINI w kraju. Firma dysponuje flagowymi, wielkopowierzchniowymi salonami w kluczowych polskich miastach: Warszawie, Wrocławiu oraz Poznaniu. Każdy z tych obiektów to kompleksowe centrum motoryzacyjne, oferujące sprzedaż samochodów nowych i używanych (w ramach programu BMW Premium Selection), motocykli BMW Motorrad, a także pełen zakres usług serwisowych i finansowych. W 2023 roku Inchcape dokonało strategicznej akwizycji, przejmując od British Automotive Holding działalność dealerską legendarnych brytyjskich marek Jaguar i Land Rover w Warszawie. Ten ruch znacząco wzmocnił pozycję grupy w polskim segmencie premium i luksusowym, potwierdzając jej długoterminowe zaangażowanie i ambitne plany rozwoju na naszym rynku[235].
- Jelcz Sp. z o.o. – to legendarny polski producent samochodów ciężarowych, którego historia jest nierozerwalnie spleciona z dziejami polskiego przemysłu i wojskowości. Zakłady, zlokalizowane w Jelczu-Laskowicach pod Wrocławiem, powstały w 1952 roku i początkowo zajmowały się naprawami oraz produkcją nadwozi. Prawdziwy rozgłos przyniosła im produkcja autobusów, w tym kultowego modelu Jelcz 043, znanego jako „ogórek", który był produkowany na licencji czechosłowackiej Skody. W kolejnych

[234] GRUPA ZDUNEK, https://grupazdunek.pl/ (dostęp online 30.10.2025).
[235] INCHCAPE, https://www.inchcape.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

dekadach Jelcz stał się kluczowym producentem autobusów miejskich i międzymiastowych oraz szerokiej gamy samochodów ciężarowych, które stanowiły trzon transportu w Polsce Ludowej. Okres transformacji ustrojowej po 1989 roku był dla firmy niezwykle trudny i doprowadził ją na skraj bankructwa. Jelcz został jednak uratowany dzięki strategicznej decyzji o włączeniu go w struktury polskiego przemysłu obronnego. Firma została przejęta przez Hutę Stalowa Wola i dziś, jako część Polskiej Grupy Zbrojeniowej (PGZ), przeżywa swój renesans. Obecnie Jelcz w całości koncentruje swoją produkcję na potrzeby Sił Zbrojnych RP, projektując i wytwarzając specjalistyczne, wojskowe samochody ciężarowe o wysokiej mobilności. To właśnie na podwoziach z Jelcza montowane są kluczowe systemy uzbrojenia polskiej armii, takie jak armatohaubice „Krab", wyrzutnie rakietowe „WR-40 Langusta" i „Homar" (HIMARS), a także radary i wozy dowodzenia. Firma stała się fundamentem logistyki i bezpieczeństwa polskiego wojska[236].

- Kongsberg Automotive – to globalny dostawca zaawansowanych technologii i komponentów dla przemysłu motoryzacyjnego, wywodzący się z Norwegii. Firma specjalizuje się w projektowaniu i produkcji innowacyjnych rozwiązań, które poprawiają komfort, bezpieczeństwo i wydajność pojazdów. Jej działalność koncentruje się w kilku kluczowych obszarach, takich jak systemy zmiany biegów, elementy zawieszenia, przewody i złącza do płynów (Fluid Transfer Systems) oraz systemy komfortu siedzeń (Seat Comfort Systems), w tym maty grzewcze, wentylacyjne i systemy masażu. Kongsberg Automotive jest partnerem dla największych światowych producentów samochodów osobowych, ciężarowych i pojazdów specjalistycznych. Polska odgrywa bardzo ważną rolę w strategii produkcyjnej firmy, będąc lokalizacją dla dwóch kluczowych zakładów. Fabryka w Pruszkowie pod Warszawą jest jednym z głównych centrów produkcyjnych w dywizji Interior Comfort Systems, specjalizując się w wytwarzaniu zaawansowanych systemów komfortu foteli, takich jak maty grzewcze, systemy wentylacji i masażu, które trafiają do pojazdów marek premium. Z kolei nowocześniejszy zakład w Brześciu Kujawskim jest częścią dywizji Fluid Transfer Systems i produkuje specjalistyczne przewody do układów sprężonego powietrza, wody oraz paliwa dla czołowych producentów samochodów ciężarowych i maszyn. Polskie fabryki Kongsberg Automotive są cenione za wysoką jakość, wydajność i innowacyjność[237].

[236] JELCZ, https://jelcz.com.pl/ (dostęp online 30.10.2025).
[237] KONGSBERG AUTOMOTIVE, https://www.kongsbergautomotive.com/ (oraz informacje o polskich zakładach) (dostęp online 30.10.2025).

- Koncern LG – globalny gigant technologiczny z Korei Południowej, uczynił Polskę centralnym punktem swojej strategii w obszarze elektromobilności, budując pod Wrocławiem jeden z najważniejszych zakładów na świecie. Firma LG Energy Solution, wydzielona ze struktur LG Chem, zainwestowała miliardy euro w stworzenie w Biskupicach Podgórnych największej w Europie fabryki akumulatorów litowo-jonowych do samochodów elektrycznych. Ten potężny kompleks produkcyjny jest nie tylko największym tego typu obiektem w Polsce, ale także jednym z największych na świecie, odgrywając kluczową rolę w globalnym łańcuchu dostaw dla branży e-mobility. Fabryka LG Energy Solution Wrocław zaopatruje w baterie czołowych producentów samochodów elektrycznych w Europie, w tym koncerny takie jak Volkswagen, Ford, BMW, Audi czy Porsche. Zakład produkuje wszystkie komponenty baterii, od elektrod po gotowe moduły i pakiety, co czyni go jednym z najbardziej zaawansowanych technologicznie ośrodków tego typu. Inwestycja ta ma ogromne znaczenie dla polskiej gospodarki, czyniąc Polskę jednym z liderów w europejskim sektorze produkcji baterii i przyciągając do kraju kolejne firmy z branży. Oprócz działalności w obszarze baterii, w Polsce funkcjonują również inne spółki z grupy LG, w tym fabryka LG Electronics w Mławie, produkująca telewizory i monitory[238].
- MAN Truck & Bus – to jeden z wiodących na świecie producentów i dostawców pojazdów użytkowych, którego historia sięga ponad 260 lat. Niemiecka marka jest synonimem innowacyjności, niezawodności i wydajności w transporcie drogowym. W Polsce MAN jest obecny od wielu lat, posiadając silnie rozbudowaną sieć sprzedaży i serwisu, która oferuje klientom pełną gamę produktów, od lekkich pojazdów dostawczych (MAN TGE), przez średnie i ciężkie samochody ciężarowe (serie TGX, TGS, TGM, TGL), aż po nowoczesne autobusy miejskie, międzymiastowe i turystyczne marek MAN i Neoplan. Polska ma dla koncernu MAN strategiczne znaczenie nie tylko jako rynek zbytu, ale przede wszystkim jako kluczowe centrum produkcyjne. W kraju działają dwa potężne zakłady. Fabryka w Niepołomicach pod Krakowem to jeden z najnowocześniejszych zakładów produkujących ciężkie samochody ciężarowe w Europie, odpowiedzialny za montaż flagowych modeli serii TG. Z kolei zakład w Starachowicach, z bogatą historią sięgającą marki Star, jest obecnie głównym centrum kompetencyjnym MAN w dziedzinie produkcji niskopodłogowych autobusów miejskich. To właśnie tam powstają nowoczesne,

[238] LG (LG ENERGY SOLUTION), https://www.lgensol.com/pl/index (oraz liczne artykuły prasowe o inwestycji pod Wrocławiem) (dostęp online 30.10.2025).

ekologiczne autobusy, w tym pojazdy o napędzie elektrycznym, które trafiają do miast na całym świecie. Polskie fabryki są fundamentem europejskiej sieci produkcyjnej MAN[239].

- MAHLE – to jeden z największych i najważniejszych globalnych dostawców dla przemysłu motoryzacyjnego, którego nazwa jest synonimem innowacji w dziedzinie układów napędowych i klimatyzacji. Ten niemiecki koncern, założony w 1920 roku, od samego początku specjalizował się w produkcji wysokowydajnych komponentów silnikowych, takich jak tłoki ze stopów lekkich. Dziś jego działalność obejmuje znacznie szersze spektrum, od kompletnych systemów tłokowych, komponentów cylindrów i układów rozrządu, przez systemy filtracji powietrza i płynów, aż po zaawansowane systemy zarządzania termicznego (*Thermal Management*), kluczowe zarówno dla silników spalinowych, jak i dla pojazdów elektrycznych. Polska jest jednym z kluczowych krajów w globalnej sieci produkcyjnej i badawczo-rozwojowej MAHLE. Firma jest obecna w Polsce od 1999 roku, a jej głównym ośrodkiem jest Krotoszyn, gdzie zlokalizowana jest jedna z największych i najnowocześniejszych fabryk koncernu. Zakład w Krotoszynie specjalizuje się w produkcji tulei cylindrowych, zestawów cylindrowo-tłokowych, zaworów i prowadnic zaworowych. Oprócz tego MAHLE posiada w Polsce również inne zakłady, m.in. w Ostrowie Wielkopolskim (systemy zarządzania termicznego) i Wrocławiu, a także nowoczesne centra badawczo-rozwojowe i centra usług wspólnych. Produkty z polskich fabryk trafiają do największych producentów samochodów na całym świecie.[240]
- Marelli – to globalny, niezależny dostawca komponentów dla sektora motoryzacyjnego, który powstał w 2019 roku w wyniku połączenia dwóch gigantów z branży: włoskiego Magneti Marelli i japońskiego Calsonic Kansei. To połączenie stworzyło jednego z największych graczy na światowym rynku, dysponującego ogromnym doświadczeniem, szerokim portfolio produktów i globalnym zasięgiem. Firma specjalizuje się w dostarczaniu zaawansowanych rozwiązań w kluczowych obszarach, takich jak oświetlenie samochodowe, układy elektroniczne i napędowe (w tym dla pojazdów elektrycznych), systemy zawieszenia, układy wydechowe oraz komponenty do wnętrz pojazdów. W Polsce Marelli kontynuuje bogate dziedzictwo Magneti Marelli, które było obecne w kraju od 1997 roku i silnie związane z przemysłem motoryzacyjnym na Śląsku. Kluczowym ośrodkiem działalności firmy jest potężny kompleks produkcyjny

[239] MAN, https://www.man.eu/pl/pl/ (oraz informacje o fabrykach w Niepołomicach i Starachowicach) (dostęp online 30.10.2025).
[240] MAHLE, https://www.mahle.com/pl/ (oraz informacje o polskich zakładach) (dostęp online 30.10.2025).

w Sosnowcu, który jest jednym z największych zakładów Marelli w Europie. Fabryka ta specjalizuje się w produkcji szerokiej gamy komponentów, w tym przede wszystkim zaawansowanych technologicznie reflektorów i lamp samochodowych (zarówno w technologii LED, jak i halogenowej), a także układów wydechowych, desek rozdzielczych i amortyzatorów. Produkty z sosnowieckiego zakładu trafiają na pierwszy montaż do fabryk największych światowych koncernów, takich jak Stellantis, BMW, Volkswagen, Ford czy Mercedes-Benz[241].

- MARIMEX | M-CARS AUTO | PREMIUM KUS – pod tymi trzema nazwami kryje się jedna z wiodących i najbardziej doświadczonych grup dealerskich na rynku krakowskim, która zbudowała swoją pozycję w oparciu o wieloletnią współpracę z kilkoma kluczowymi markami. Grupa, wywodząca się z firmy Marimex, rozpoczęła swoją działalność motoryzacyjną jako jeden z pierwszych autoryzowanych dealerów marki Ford w południowej Polsce. Zdobyte przez lata doświadczenie i silna pozycja na lokalnym rynku pozwoliły na dalszy, dynamiczny rozwój i poszerzenie portfolio o kolejne, popularne marki, co doprowadziło do stworzenia silnej, multibrandowej grupy. Obecnie działalność grupy opiera się na trzech głównych filarach. Marimex kontynuuje swoją misję jako autoryzowany dealer i serwis marki Ford. M-Cars to z kolei spółka dedykowana obsłudze czeskiej marki Skoda, posiadająca nowoczesny salon i serwis w Krakowie. Najważniejszym krokiem w kierunku segmentu premium było stworzenie firmy Premium Kus, która stała się autoryzowanym dealerem marek BMW oraz MINI. Nowoczesny, prestiżowy salon, zlokalizowany przy Alei Pokoju w Krakowie, jest wizytówką grupy i świadectwem jej aspiracji. Dzięki tej dywersyfikacji grupa jest w stanie zaspokoić potrzeby szerokiego spektrum klientów, od poszukujących popularnych i niezawodnych samochodów Skody i Forda, po wymagających entuzjastów marek premium[242].
- Marvel – w polskim kontekście motoryzacyjnym to przede wszystkim jedna z największych i najdłużej działających firm w branży dystrybucji części zamiennych. Firma, działająca jako Marvel Sp. z o.o., jest kluczowym graczem na rynku aftermarketowym, specjalizując się w imporcie i dystrybucji wysokiej jakości części do samochodów produkcji japońskiej i koreańskiej. Od momentu swojego powstania firma skoncentrowała się na tej właśnie niszy, budując przez lata pozycję eksperta i jednego z liderów w zaopatrzeniu warsztatów i sklepów w komponenty do aut marek azjatyckich. Portfolio dystrybucyjne firmy Marvel jest niezwykle szerokie i obejmuje praktycznie

[241] MARELLI, https://www.marelli.com/ (dostęp online 30.10.2025).
[242] MARELLI, https://www.marelli.com/ (dostęp online 1.11.2025).

wszystkie grupy asortymentowe części zamiennych, od elementów silnika, przez układy hamulcowe, zawieszenia, systemy przeniesienia napędu, aż po filtry i komponenty elektryczne. Firma jest dystrybutorem wielu renomowanych, japońskich i koreańskich producentów części, którzy dostarczają swoje produkty również na pierwszy montaż (OEM). Oprócz tego Marvel rozwija także swoje marki własne. Dzięki rozbudowanej sieci logistycznej i magazynowej, firma jest w stanie zapewnić szybkie i niezawodne dostawy do klientów na terenie całej Polski. Profesjonalizm, głęboka wiedza techniczna i specjalizacja uczyniły z Marvela kluczowego partnera dla tysięcy niezależnych warsztatów samochodowych[243].

- Mercedes-Benz – to jedna z najbardziej rozpoznawalnych i pożądanych marek motoryzacyjnych na świecie, symbol luksusu, innowacji technologicznych i najwyższej jakości inżynierii. W Polsce marka ta od dekad cieszy się ogromnym prestiżem i jest niekwestionowanym liderem segmentu premium. Działalność koncernu w Polsce opiera się na dwóch potężnych filarach: ogólnopolskiej sieci sprzedaży i serwisu, zarządzanej przez Mercedes-Benz Polska, oraz na ultranowoczesnym klastrze produkcyjnym zlokalizowanym w Jaworze na Dolnym Śląsku. Sieć dealerska oferuje pełną gamę produktów: od luksusowych limuzyn Klasy S, przez popularne SUV-y, aż po sportowe modele AMG i w pełni elektryczne pojazdy z rodziny EQ. Inwestycja w Jaworze jest jednym z najważniejszych i najbardziej strategicznych przedsięwzięć produkcyjnych Mercedes-Benz na świecie w ostatnich latach. Uruchomiona w 2019 roku fabryka silników spalinowych była pierwszym zakładem produkcyjnym koncernu w Polsce. Już rok później, w 2020 roku, otwarto tu również fabrykę baterii do samochodów hybrydowych i w pełni elektrycznych. W 2023 roku podjęto decyzję o kolejnej, gigantycznej rozbudowie klastra, powstaje tu fabryka w pełni elektrycznych samochodów dostawczych opartych na nowej platformie VAN.EA. Dzięki tym inwestycjom Jawor stał się kluczowym elementem globalnej strategii transformacji Mercedes-Benz w kierunku elektromobilności, a Polska ugruntowała swoją pozycję jako jedno z centrów europejskiego przemysłu motoryzacyjnego[244].
- Michelin – to francuski koncern i jeden z trzech największych producentów opon na świecie, którego historia sięga 1889 roku. Firma jest pionierem wielu rewolucyjnych

[243] MARIMEX | M-CARS AUTO | PREMIUM KUS, https://ford.marimex.pl/, https://m-cars.pl/ oraz https://www.bmw-premiumkus.pl/ (dostęp online 1.11.2025).
[244] MERCEDES-BENZ, https://www.mercedes-benz.pl/ (oraz liczne źródła informacyjne o fabryce w Jaworze) (dostęp online 1.11.2025).

technologii w branży oponiarskiej, w tym wynalezienia opony radialnej, która zrewolucjonizowała bezpieczeństwo i wydajność transportu. W Polsce Michelin jest nie tylko liderem rynku, ale także jednym z największych inwestorów zagranicznych i kluczowym pracodawcą w przemyśle. Centralnym punktem działalności koncernu w Polsce jest potężna fabryka opon w Olsztynie, która ma fundamentalne znaczenie dla globalnej sieci produkcyjnej Michelin. Historia zakładu w Olsztynie sięga 1967 roku, kiedy to powstały Olsztyńskie Zakłady Opon Samochodowych „Stomil". Przez dekady była to najważniejsza fabryka opon w Polsce. Przełom nastąpił w 1995 roku, kiedy w ramach prywatyzacji strategicznym inwestorem została Grupa Michelin. Od tego momentu rozpoczął się okres gigantycznych inwestycji, które przekształciły olsztyński zakład w jeden z najnowocześniejszych i największych na świecie. Dziś Michelin Polska S.A. w Olsztynie produkuje szeroką gamę opon do samochodów osobowych, dostawczych, ciężarowych oraz maszyn rolniczych. Oprócz produkcji opon, w fabryce zlokalizowany jest także nowoczesny zakład produkujący formy do opon oraz jeden z największych zakładów produkujących kord, kluczowy surowiec do produkcji ogumienia. Olsztyńska fabryka jest także ważnym centrum logistycznym i badawczo-rozwojowym, zatrudniającym tysiące osób i będącym sercem firmy w Europie Środkowo-Wschodniej[245].

- Grupa MM Cars – to jedna z największych i najprężniej rozwijających się multibrandowych grup dealerskich w Polsce, z silną pozycją zwłaszcza na terenie Śląska, Mazowsza i Małopolski. Firma jest częścią szerszej grupy kapitałowej, co zapewnia jej stabilność finansową i umożliwia dynamiczną ekspansję. Jej działalność na rynku motoryzacyjnym charakteryzuje się dywersyfikacją portfolio i reprezentowaniem marek o różnym profilu, od popularnych, przez dostawcze, aż po segment premium. Dzięki przemyślanej strategii i inwestycjom w nowoczesne obiekty, MM Cars stało się jednym z kluczowych graczy na polskim rynku dealerskim. W portfolio Grupy MM Cars znajduje się szeroka gama marek należących do koncernu Stellantis, w tym Opel, Peugeot, Citroën, Fiat, Alfa Romeo, Jeep i Abarth. Oprócz tego firma jest autoryzowanym dealerem japońskich marek Suzuki, Mitsubishi i Subaru, a także koreańskich Hyundai i SsangYong. Ta różnorodność pozwala na zaspokojenie potrzeb bardzo szerokiego grona klientów. Sieć sprzedaży i serwisu grupy obejmuje salony w kluczowych miastach, takich jak Katowice, Zabrze, Lubin, Warszawa, Kraków i Wrocław. Firma oferuje kompleksowe usługi, w tym

[245] MICHELIN, https://www.michelin.pl/ (oraz informacje o fabryce w Olsztynie) (dostęp online 1.11.2025).

sprzedaż samochodów nowych i używanych, zaawansowane centra serwisowe i blacharsko-lakiernicze, a także własną agencję ubezpieczeniową i dział finansowania[246].

- Grupa Nawrot – to firma dealerska z ponad 30-letnim doświadczeniem, która swoją renomę zbudowała jako jeden z czołowych partnerów marek Renault i Dacia w południowo-zachodniej Polsce. Przedsiębiorstwo, założone przez rodzinę Nawrot, rozpoczęło swoją działalność na początku lat 90., idealnie wpisując się w boom motoryzacyjny okresu transformacji. Od samego początku firma postawiła na wysoką jakość obsługi i budowanie długotrwałych relacji z klientami, co pozwoliło jej zdobyć silną pozycję na konkurencyjnym rynku Dolnego Śląska. Dzięki konsekwentnej pracy i reinwestowaniu zysków, z lokalnego dealera Grupa Nawrot przekształciła się w silne, wielooddziałowe przedsiębiorstwo. Działalność grupy koncentruje się na kilku kluczowych miastach regionu, z nowoczesnymi salonami i serwisami zlokalizowanymi we Wrocławiu, Długołęce, Lubinie i Jeleniej Górze. Głównym filarem oferty od lat pozostają marki Renault i Dacia, dla których Grupa Nawrot jest jednym z największych i najbardziej zaufanych dealerów w kraju. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów poszukujących samochodów z napędem na cztery koła, firma rozszerzyła swoje portfolio o japońskie marki Subaru oraz SsangYong, specjalizujące się w produkcji aut typu SUV. Grupa Nawrot oferuje pełen pakiet usług motoryzacyjnych, w tym sprzedaż pojazdów nowych i używanych, profesjonalny serwis mechaniczny i blacharsko-lakierniczy, a także usługi finansowe i ubezpieczeniowe[247].
- Nexteer Automotive – to globalny lider w produkcji zaawansowanych systemów sterowania ruchem i układów kierowniczych, będący kluczowym dostawcą dla ponad 60 największych producentów samochodów na świecie. Firma specjalizuje się w projektowaniu i wytwarzaniu elektrycznych i hydraulicznych układów wspomagania kierownicy (EPS i HPS), wałów i kolumn kierowniczych oraz zaawansowanych systemów wspomagania kierowcy (ADAS), które są fundamentem dla technologii jazdy autonomicznej. Innowacyjność i precyzja wykonania sprawiają, że komponenty Nexteer trafiają do co czwartego samochodu produkowanego w Europie. Polska jest jednym z najważniejszych centrów produkcyjnych i inżynieryjnych dla Nexteer na świecie. Firma posiada w kraju dwa potężne zakłady: w Tychach i Gliwicach, które zatrudniają tysiące pracowników i odgrywają kluczową rolę w europejskim łańcuchu dostaw. Fabryka w Tychach jest jednym z największych zakładów produkujących elektryczne systemy

[246] MM CARS, https://mmcars.pl/ (dostęp online 1.11.2025).
[247] NAWROT, https://www.nawrot.pl/ (dostęp online 1.11.2025).

wspomagania kierownicy (EPS) na świecie, a jej produkty trafiają do takich koncernów jak BMW, Stellantis (Fiat, Peugeot, Citroën) czy Ford. Z kolei w Gliwicach zlokalizowana jest produkcja kolumn i wałów kierowniczych. Oprócz działalności produkcyjnej, Nexteer prowadzi w Polsce również prężnie działające Centrum Inżynieryjne, które pracuje nad rozwojem najnowszych technologii dla globalnych klientów firmy[248].

- NGK Spark Plug, od niedawna działające pod nową, globalną nazwą Niterra – to japoński koncern i absolutny światowy lider w produkcji świec zapłonowych, świec żarowych oraz sond lambda. Firma, założona w 1936 roku w Nagoi, od dekad jest synonimem najwyższej jakości i innowacyjności w dziedzinie technologii zapłonu i oczyszczania spalin. Produkty NGK są montowane jako oryginalne wyposażenie (OEM) w samochodach niemal wszystkich wiodących producentów na świecie, a marka jest również niekwestionowanym liderem na rynku części zamiennych (*aftermarket*). Jej charakterystyczne, żółto-czerwone opakowania są rozpoznawalne w warsztatach na całym świecie[249]. W Polsce firma NGK Spark Plug Europe posiada swoje biuro handlowe w Warszawie, które koordynuje dystrybucję i działania marketingowe na terenie kraju oraz w regionie Europy Środkowo-Wschodniej. Chociaż firma nie posiada w Polsce zakładów produkcyjnych, jej wpływ na polski rynek motoryzacyjny jest ogromny. Dzięki rozbudowanej sieci dystrybutorów, produkty NGK i NTK (marka czujników należąca do koncernu) są wszechobecne w hurtowniach, sklepach motoryzacyjnych i warsztatach. Zmiana nazwy na Niterra odzwierciedla strategiczny zwrot firmy w kierunku bardziej zrównoważonego rozwoju i poszerzenia działalności o nowe obszary, takie jak komponenty dla energetyki czy medycyny, jednocześnie utrzymując silną pozycję w swojej tradycyjnej domenie motoryzacyjnej.
- NSK (Nippon Seiko Kabushiki-gaisha) – to japoński gigant technologiczny i jeden z trzech największych na świecie producentów łożysk tocznych. Firma, założona w 1916 roku, była pierwszym producentem łożysk kulkowych w Japonii i od ponad stu lat jest pionierem w dziedzinie trybologii (nauki o tarciu, zużyciu i smarowaniu). Działalność NSK obejmuje produkcję szerokiej gamy precyzyjnych łożysk, komponentów liniowych, a także kompletnych modułów i systemów kierowniczych dla przemysłu motoryzacyjnego. Produkty firmy znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie wymagana jest precyzja ruchu

[248] NEXTEER AUTOMOTIVE. https://www.nexteer.com/ (oraz informacje o polskich fabrykach w Tychach i Gliwicach) (dostęp online 1.11.2025).
[249] NGK SPARK PLUG (NITERRA). https://www.ngkntk.com/pl/ (obecnie pod marką Niterra) (dostęp online 1.11.2025).

i minimalizacja tarcia, od samochodów, przez pociągi dużych prędkości, po turbiny wiatrowe i maszyny przemysłowe. Polska odgrywa kluczową rolę w europejskiej strategii produkcyjnej NSK, będąc siedzibą dużego kompleksu fabrycznego w Wałbrzyskiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej. Zakład w Wałbrzychu specjalizuje się w produkcji zaawansowanych elektrycznych układów wspomagania kierownicy (EPS), które są jednym z kluczowych produktów firmy dla sektora motoryzacyjnego. Oprócz tego, NSK posiada również fabrykę w Kielcach (dawna Fabryka Łożysk Tocznych Iskra), która jest jednym z największych zakładów produkujących łożyska w Europie Środkowo-Wschodniej. Kielecka fabryka wytwarza szeroką gamę łożysk kulkowych, walcowych i stożkowych, które trafiają zarówno do przemysłu motoryzacyjnego, jak i do innych sektorów gospodarki[250].

- Odyssey Dealer Group – to prężnie działająca grupa dealerska, która swoją pozycję zbudowała na rynku warszawskim i w jego okolicach, koncentrując się na segmencie premium. Firma jest częścią szerszej struktury biznesowej, co zapewnia jej stabilność i możliwość realizacji ambitnych projektów inwestycyjnych. Działalność Odyssey charakteryzuje się skupieniem na markach, które łączą w sobie sportowe emocje, innowacyjną technologię i prestiż. Dzięki konsekwentnej strategii i budowie nowoczesnych obiektów, grupa stała się jednym z ważniejszych graczy w warszawskim świecie motoryzacji z wyższej półki. Głównymi filarami działalności Odyssey Dealer Group są dwie marki: jedna japońska, a druga szwedzka. Firma jest jednym z czołowych dealerów marki Lexus w Polsce, prowadząc ekskluzywny salon Lexus Warszawa-Wola, który oferuje pełną gamę luksusowych hybryd japońskiego producenta. Drugim, równie ważnym filarem, jest marka Volvo. Grupa prowadzi dwa autoryzowane salony szwedzkiej marki w Warszawie oraz jeden w podwarszawskich Jerozolimskich, będąc jednym z jej kluczowych partnerów w regionie. Dopełnieniem oferty premium jest autoryzacja dealerska marki Jaguar i Land Rover, co dodatkowo wzmacnia pozycję grupy w segmencie luksusowych SUV-ów. Odyssey stawia na najwyższe standardy obsługi, oferując klientom kompleksowe usługi, od sprzedaży, przez finansowanie, po profesjonalny serwis[251].

[250] NSK, https://www.nskeurope.pl/ (oraz informacje o fabrykach w Wałbrzychu i Kielcach) (dostęp online 1.11.2025).

[251] ODYSSEY DEALER GROUP, https://www.lexus-wola.pl/ oraz https://www.volvo-odyssey.pl/ (dostęp online 1.11.2025).

- Pilkington – to legendarna brytyjska marka i jeden z największych na świecie producentów szkła, którego historia sięga 1826 roku. Firma zrewolucjonizowała światowy przemysł szklarski w latach 50. XX wieku, wynajdując i wdrażając proces „float", który do dziś jest standardem w produkcji wysokiej jakości, płaskiego szkła. W 2006 roku Pilkington stał się częścią japońskiego giganta, NSG Group, tworząc globalnego lidera w branży. Działalność firmy obejmuje dwa główne segmenty: szkło dla budownictwa oraz szkło dla przemysłu motoryzacyjnego. Pilkington Automotive jest kluczowym dostawcą szyb (przednich, bocznych, tylnych) oraz zaawansowanych systemów przeszkleń na pierwszy montaż (OEM) dla niemal wszystkich producentów samochodów na świecie oraz na rynek części zamiennych (AGR). Polska jest jednym z najważniejszych krajów dla działalności Pilkington Automotive w Europie. Firma posiada w Sandomierzu potężny kompleks produkcyjny, w skład którego wchodzi huta szkła płaskiego oraz zakład przetwarzający szkło na potrzeby motoryzacji. Fabryka w Sandomierzu jest jednym z najnowocześniejszych tego typu obiektów na świecie i produkuje zaawansowane technologicznie szyby samochodowe, w tym szyby podgrzewane, z filtrami UV, z antenami czy zintegrowanymi czujnikami deszczu i światła. Oprócz zakładu w Sandomierzu, firma posiada również Centrum Usług Wspólnych w Warszawie oraz rozbudowaną sieć dystrybucji i montażu szyb na rynku wtórnym. Produkty z polskich fabryk Pilkington trafiają do największych koncernów motoryzacyjnych w całej Europie[252].
- Polmotors Sp. z o.o. – to firma z ponad 30-letnią historią, która swoją silną pozycję zbudowała jako jeden z wiodących dealerów samochodowych na Podbeskidziu, z główną siedzibą w Bielsku-Białej. Przedsiębiorstwo jest częścią szerszej Grupy Polmotors, która prowadzi zdywersyfikowaną działalność, obejmującą również produkcję komponentów metalowych dla przemysłu motoryzacyjnego. To unikalne połączenie działalności dealerskiej z produkcyjną daje firmie szerokie zrozumienie branży i stabilne fundamenty finansowe. Działalność dealerska Polmotors od początku była skoncentrowana na współpracy z kluczowymi, popularnymi markami.cPrzez lata głównym filarem oferty firmy była marka Opel, dla której Polmotors jest jednym z najdłużej działających i najbardziej doświadczonych partnerów w Polsce. Salon i serwis w Bielsku-Białej stał się dla wielu pokoleń mieszkańców regionu synonimem zakupu i obsługi pojazdów tej niemieckiej marki. W odpowiedzi na potrzeby rynku, Polmotors rozszerzył swoje portfolio

[252] PILKINGTON, https://www.pilkington.com/pl-pl/pl (dostęp online 4.11.2025).

o kolejne brandy z koncernu Stellantis, w tym o markę Peugeot, co pozwoliło na zaoferowanie klientom szerszej gamy samochodów osobowych i dostawczych. Firma oferuje kompleksowy zakres usług, w tym sprzedaż pojazdów nowych i używanych, autoryzowany serwis mechaniczny, nowoczesne centrum napraw blacharsko-lakierniczych oraz usługi w zakresie finansowania i ubezpieczeń[253].

- Pro Cars Group Sp. z o.o. – to autoryzowana grupa dealerska, która swoją działalność koncentruje na rynku zachodniopomorskim, z główną siedzibą w Szczecinie. Firma zbudowała swoją pozycję jako jeden z kluczowych partnerów marek należących do koncernu Stellantis w regionie. Specjalizuje się w sprzedaży i obsłudze samochodów włoskich, amerykańskich i francuskich, oferując klientom szeroką gamę pojazdów osobowych i dostawczych. Dzięki skupieniu na określonej grupie marek, Pro Cars Group zapewnia wysoki poziom wiedzy produktowej i specjalizacji. W portfolio firmy znajdują się przede wszystkim popularne marki włoskie, takie jak Fiat i Fiat Professional, a także sportowa i stylowa Alfa Romeo. Ofertę uzupełniają amerykańskie samochody marki Jeep, znane ze swoich możliwości terenowych i charakterystycznego designu. Grupa jest również autoryzowanym przedstawicielem francuskiej marki Citroën. Nowoczesny, multibrandowy salon w Szczecinie pozwala klientom na zapoznanie się z pełną ofertą w jednym miejscu. Pro Cars Group świadczy kompleksowe usługi, obejmujące sprzedaż samochodów nowych i używanych, autoryzowany serwis mechaniczny, centrum napraw blacharsko-lakierniczych oraz pełen pakiet rozwiązań w zakresie finansowania i ubezpieczeń[254].
- PPUH AUTOPART JACEK BĄK SP. Z O. O. – to czołowy polski producent akumulatorów rozruchowych, z ugruntowaną pozycją zarówno na rynku krajowym, jak i na arenie międzynarodowej. Firma, zlokalizowana w Mielcu na terenie Specjalnej Strefy Ekonomicznej EURO-PARK MIELEC, jest przykładem dynamicznego rozwoju polskiej myśli technologicznej i przedsiębiorczości. Od momentu powstania firma konsekwentnie inwestuje w innowacje, automatyzację i robotyzację procesów produkcyjnych, co pozwoliło jej stworzyć jeden z najnowocześniejszych zakładów produkcji akumulatorów w Europie. Rocznie fabrykę opuszcza ponad 2,5 miliona sztuk akumulatorów. Działalność firmy opiera się na produkcji szerokiej gamy akumulatorów kwasowo-ołowiowych do wszystkich typów pojazdów, od samochodów osobowych, przez ciężarowe i autobusy, aż po maszyny rolnicze i łodzie. AUTOPART jest ceniony za wysoką jakość swoich

[253] POLMOTORS SP. Z O.O., https://www.polmotors.com.pl/ (dostęp online 4.11.2025).
[254] PRO CARS GROUP SP. Z O.O., https://www.procarsgroup.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

produktów, potwierdzoną licznymi certyfikatami oraz współpracą z czołowymi producentami samochodów. Firma jest dostawcą akumulatorów na pierwszy montaż (OEM) m.in. dla koncernu Stellantis (Fiat). Oprócz rynku OEM, produkty firmy są szeroko dostępne na rynku części zamiennych (*aftermarket*) w ponad 50 krajach na całym świecie. AUTOPART posiada własne, zaawansowane laboratorium badawcze, w którym opracowuje nowe technologie i udoskonala swoje produkty[255].

- RONAL GROUP – to szwajcarska firma i jeden z wiodących na świecie producentów felg aluminiowych (obręczy ze stopów lekkich). Firma, założona w 1969 roku przez Karla Rolanda Wymanna, od samego początku była pionierem w swojej branży, jako jedna z pierwszych wprowadzając na rynek wtórny felgi aluminiowe. Dziś RONAL GROUP jest kluczowym partnerem dla globalnego przemysłu motoryzacyjnego, dostarczając swoje produkty zarówno na pierwszy montaż (OEM) dla największych koncernów samochodowych, jak i na rynek części zamiennych pod znanymi markami RONAL i Speedline Corse. Firma jest synonimem innowacji, najwyższej szwajcarskiej jakości oraz charakterystycznego, sportowego designu. Polska odgrywa strategiczną rolę w globalnej sieci produkcyjnej RONAL GROUP. Koncern posiada w kraju dwa potężne zakłady produkcyjne zlokalizowane na terenie Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej: w Wałbrzychu oraz w Jelczu-Laskowicach. Obie fabryki należą do najnowocześniejszych na świecie i są kluczowymi dostawcami felg aluminiowych dla europejskich zakładów czołowych marek, takich jak Volkswagen, Audi, Mercedes-Benz, BMW czy Ford. Polskie zakłady są również ważnym centrum technologicznym, gdzie wdrażane są najnowsze procesy produkcyjne i rozwiązania w zakresie zrównoważonego rozwoju, takie jak produkcja felg neutralnych pod względem emisji CO_2[256].
- SANOK RUBBER COMPANY S.A. – to jedno z największych i najważniejszych polskich przedsiębiorstw przemysłowych, z historią sięgającą 1932 roku. Firma, wywodząca się z Polskich Zakładów Gumowych w Sanoku, przez dekady była kluczowym producentem wyrobów gumowych dla różnych sektorów gospodarki. Dziś jest to nowoczesna, międzynarodowa grupa kapitałowa, która specjalizuje się w projektowaniu i produkcji zaawansowanych technologicznie wyrobów gumowych, gumowo-metalowych oraz kombinacji gumy z innymi tworzywami. Działalność firmy koncentruje się w trzech głównych segmentach: Motoryzacja, Budownictwo oraz Przemysł (w tym rolnictwo i AGD). Segment motoryzacyjny jest największą i strategicznie najważniejszą częścią

[255] PPUH AUTOPART JACEK BĄK SP. Z O.O., https://autopart.pl/ (dostęp online 4.11.2025).
[256] RONAL GROUP, https://www.ronal-group.com/pl (oraz informacje o polskich fabrykach).

działalności Sanok Rubber. Firma jest czołowym europejskim dostawcą systemów uszczelnień karoserii samochodowej, dostarczając swoje produkty na pierwszy montaż do fabryk największych światowych koncernów, takich jak Ford, Volkswagen, Jaguar Land Rover, General Motors czy Stellantis. Oprócz uszczelnień karoserii, firma produkuje również specjalistyczne uszczelnienia do układów zawieszenia, kierowniczego i wydechowego, a także membrany i inne precyzyjne wyroby formowe. Sanok Rubber posiada własne, zaawansowane Centrum Badawczo-Rozwojowe oraz zakłady produkcyjne w Polsce, Europie, Chinach i Meksyku, co pozwala jej na globalną obsługę kluczowych klientów[257].

- Scania – to szwedzki producent i jeden ze światowych liderów w produkcji ciężkich samochodów ciężarowych, autobusów oraz silników przemysłowych i morskich. Marka, której historia sięga końca XIX wieku, jest na całym świecie synonimem najwyższej jakości, niezawodności, wydajności paliwowej oraz innowacyjnych rozwiązań transportowych. Scania jest częścią TRATON GROUP, należącej do koncernu Volkswagen. W Polsce firma jest jednym z liderów rynku pojazdów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 16 ton oraz autobusów turystycznych, posiadając rozbudowaną sieć dealerską i serwisową w całym kraju. Polska ma dla Scanii kluczowe znaczenie również jako centrum produkcyjne. W Słupsku zlokalizowana jest jedna z najważniejszych fabryk koncernu w Europie, która od 1993 roku odgrywa istotną rolę w globalnym systemie produkcyjnym firmy. Zakład Scania Production Słupsk specjalizuje się w produkcji nadwozi autobusów miejskich i podmiejskich, a także montażu kompletnych autobusów (modele Scania Citywide i Scania Interlink). W ostatnich latach fabryka przeszła gruntowną modernizację, stając się centrum produkcji najnowszej generacji autobusów o napędzie elektrycznym. Oprócz produkcji, Scania prowadzi w Polsce również działalność w zakresie usług finansowych (Scania Finance Polska), wspierając swoich klientów w zakupie i leasingu pojazdów[258].
- Solaris Bus & Coach S.A. – to jeden z czołowych europejskich producentów autobusów miejskich, międzymiastowych, trolejbusów i tramwajów. Firma, założona w 1996 roku w Bolechowie pod Poznaniem przez rodzinę Olszewskich, jest jedną z najbardziej spektakularnych historii sukcesu polskiej przedsiębiorczości po 1989 roku. W ciągu zaledwie kilku lat z niewielkiego przedsiębiorstwa Solaris przekształcił się

[257] SANOK RUBBER COMPANY S.A., https://sanokrubber.com/.
[258] SCANIA, https://www.scania.com/pl/pl/home.html (oraz informacje o fabryce w Słupsku) (dostęp online 4.11.2025).

w europejskiego giganta, którego innowacyjne i ekologiczne pojazdy transportu publicznego jeżdżą w setkach miast na całym świecie. Charakterystyczny zielony jamnik stał się symbolem nowoczesności, jakości i dbałości o środowisko. Od 2018 roku Solaris jest częścią hiszpańskiej grupy CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles). Solaris od samego początku był pionierem w dziedzinie wdrażania ekologicznych rozwiązań w transporcie publicznym. Firma jako jedna z pierwszych w Europie wprowadziła na szeroką skalę do seryjnej produkcji autobusy z napędem hybrydowym, a następnie stała się absolutnym liderem w segmencie autobusów w pełni elektrycznych, czego ukoronowaniem jest flagowy model Urbino Electric. Solaris jest również jednym z wiodących na świecie producentów pojazdów zasilanych wodorem. Oprócz autobusów, firma produkuje również nowoczesne trolejbusy (Trollino) oraz tramwaje (Tramino). Wszystkie pojazdy powstają w fabrykach zlokalizowanych w aglomeracji poznańskiej, co czyni region jednym z najważniejszych centrów produkcji nowoczesnego taboru transportu publicznego w Europie[259].

- Stellantis – to jeden z największych koncernów motoryzacyjnych na świecie, powstały w 2021 roku w wyniku fuzji dwóch potężnych grup: włosko-amerykańskiej Fiat Chrysler Automobiles (FCA) i francuskiej Groupe PSA (Peugeot, Citroën). Ta strategiczna fuzja stworzyła globalnego giganta, w którego portfolio znajduje się 14 ikonicznych marek samochodowych, w tym m.in. Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Citroën, Dodge, DS Automobiles, Fiat, Jeep, Lancia, Maserati, Opel, Peugeot, Ram i Vauxhall. Stellantis dąży do pozycji lidera w dziedzinie zrównoważonej mobilności, intensywnie inwestując w elektryfikację i rozwój oprogramowania. Polska odgrywa niezwykle ważną i historyczną rolę w strukturach produkcyjnych koncernu Stellantis. W kraju zlokalizowane są trzy potężne zakłady produkcyjne, które są kluczowe dla europejskiej działalności grupy. Fabryka w Tychach, z legendarną historią produkcji Polskiego Fiata 126p, jest obecnie jednym z najnowocześniejszych i najbardziej wydajnych zakładów w Europie. Produkowane są tam kluczowe modele segmentu B, takie jak Fiat 500, Lancia Ypsilon, Abarth 595/695, a także nowe modele Jeep Avenger, Fiat 600 i Alfa Romeo Milano/Junior. Z kolei fabryka w Gliwicach została przekształcona w centrum produkcji dużych samochodów dostawczych (m.in. Opel Movano, Peugeot Boxer, Citroën Jumper, Fiat Ducato). Trzecim filarem jest zakład w Skoczowie, produkujący komponenty napędowe[260].

[259] SOLARIS BUS & COACH S.A., https://www.solarisbus.com/pl (dostęp online 4.11.2025).
[260] STELLANTIS, https://www.stellantis.com/pl (oraz informacje o fabrykach w Tychach, Gliwicach i Skoczowie) (dostęp online 4.11.2025).

- Tandem Sp. z o.o. – to firma dealerska z ponad 30-letnim doświadczeniem, która jest jednym z głównych i najbardziej rozpoznawalnych partnerów marki Skoda w województwie świętokrzyskim. Przedsiębiorstwo, z siedzibą w Kielcach, od samego początku swojej działalności w branży motoryzacyjnej związało się z czeskim producentem, stając się jego autoryzowanym przedstawicielem w regionie. Przez dekady firma Tandem zbudowała niezwykle silną pozycję, stając się dla wielu mieszkańców Kielc i okolic synonimem zakupu i serwisu samochodów marki Skoda. Wysoka jakość obsługi i lojalność wobec jednej, kluczowej marki pozwoliły na zdobycie ogromnego zaufania klientów. Działalność firmy koncentruje się w nowoczesnym, przestronnym obiekcie zlokalizowanym w Kielcach, który został zaprojektowany i zbudowany zgodnie z najnowszymi standardami architektonicznymi i funkcjonalnymi marki Skoda. Salon oferuje pełną gamę nowych modeli, od popularnej Fabii, przez Octavię, aż po rodzinne SUV-y Kodiaq i Karoq, w tym najnowsze modele z napędem hybrydowym i elektrycznym. Oprócz sprzedaży samochodów nowych, Tandem prowadzi prężnie działający dział sprzedaży sprawdzonych pojazdów używanych. Kluczowym elementem oferty jest profesjonalne centrum serwisowe, świadczące kompleksowe usługi mechaniczne i blacharsko-lakiernicze, a także dział sprzedaży części zamiennych i akcesoriów[261].
- Tenneco – to amerykański gigant i jeden z wiodących na świecie projektantów, producentów i dystrybutorów produktów dla branży motoryzacyjnej, zarówno na rynek pierwszego wyposażenia (OEM), jak i na rynek części zamiennych (*aftermarket*). Działalność koncernu opiera się na dwóch głównych filarach: technologiach kontroli właściwości jezdnych (zawieszenia) oraz rozwiązaniach w zakresie układów napędowych i oczyszczania spalin. Tenneco jest właścicielem wielu ikonicznych i rozpoznawalnych na całym świecie marek części zamiennych, takich jak Monroe (amortyzatory), Walker (układy wydechowe), a po przejęciu w 2018 roku firmy Federal-Mogul, również Champion, Ferodo, Goetze, Moog czy Nüral. Polska jest dla Tenneco absolutnie kluczowym krajem w globalnej strategii produkcyjnej, z kilkoma potężnymi zakładami zlokalizowanymi głównie na południu kraju. W Gliwicach i Stanowicach znajdują się nowoczesne fabryki produkujące zaawansowane układy kontroli emisji spalin, w tym katalizatory i filtry cząstek stałych. Z kolei zakład w Rybniku specjalizuje się w produkcji komponentów zawieszenia, w tym amortyzatorów marki Monroe. Po przejęciu Federal-Mogul, do polskiego portfolio Tenneco dołączyły również strategiczne fabryki

[261] TANDEM, https://www.tandem.skoda.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

w Gorzycach (tłoki), Gdańsku (pierścienie tłokowe) i Wrocławiu (panewki). Ta ogromna obecność produkcyjna czyni z Tenneco jednego z największych pracodawców i eksporterów w polskim sektorze motoryzacyjnym[262].

- Toyota Bielany – to autoryzowany dealer marki Toyota, zlokalizowany w Bielanach Wrocławskich, który odgrywa ważną rolę na jednym z najbardziej konkurencyjnych rynków motoryzacyjnych w Polsce w aglomeracji wrocławskiej. Salon jest częścią szerszej struktury dealerskiej, co pozwala mu czerpać z doświadczeń i standardów wypracowanych w ramach dużej grupy. Jego strategiczna lokalizacja w pobliżu głównych węzłów komunikacyjnych i centrów handlowych czyni go łatwo dostępnym dla klientów z całego regionu. Działalność dealera jest w całości skoncentrowana na marce Toyota, co gwarantuje najwyższy poziom specjalizacji i wiedzy o produkcie. Salon Toyota Bielany oferuje pełną gamę nowych samochodów osobowych i dostawczych japońskiego producenta, z silnym naciskiem na promowanie i sprzedaż pojazdów z napędem hybrydowym, które stanowią trzon oferty marki. Dopełnieniem jest sprzedaż certyfikowanych samochodów używanych w ramach programu Toyota Pewne Auto, który zapewnia klientom gwarancję jakości i bezpieczeństwa zakupu. Kluczowym elementem działalności jest nowoczesne, autoryzowane centrum serwisowe, świadczące pełen zakres usług, od przeglądów okresowych, przez naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne, aż po specjalistyczny serwis baterii w pojazdach hybrydowych. Dealer obsługuje zarówno klientów indywidualnych, jak i flotowych, oferując kompleksowe rozwiązania biznesowe[263].
- Toyota Dobrygowski – to jedna z najdłużej działających i najbardziej renomowanych autoryzowanych grup dealerskich Toyoty w Polsce. Firma, założona przez rodzinę Dobrygowskich, jest obecna na rynku motoryzacyjnym od 1978 roku, a dealerem Toyoty stała się na początku lat 90., będąc jednym z pionierów wprowadzających japońską markę na polski rynek. Przez ponad trzy dekady firma zbudowała niezwykle silną pozycję, opartą na zaufaniu, profesjonalizmie i najwyższych standardach obsługi, zgodnych z japońską filozofią „Kaizen" (ciągłego doskonalenia). Grupa jest synonimem marki Toyota w regionie Zagłębia Miedziowego. Głównym ośrodkiem działalności grupy jest nowoczesny, wielokrotnie nagradzany salon w Lubinie, który przez lata był wzorem dla innych obiektów dealerskich w Polsce. W odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie, firma rozszerzyła swoją działalność, otwierając drugi, równie nowoczesny obiekt

[262] TENNECO, https://www.tenneco.com/ (oraz informacje o polskich zakładach w Gliwicach, Rybniku i dawnych fabrykach Federal-Mogul) (dostęp online 4.11.2025).
[263] TOYOTA BIELANY, https://www.toyota-bielany.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

w Dzierżoniowie. Obie lokalizacje oferują pełen zakres usług: sprzedaż nowych samochodów Toyoty, w tym szerokiej gamy hybryd, sprzedaż pojazdów użytkowych w ramach programu Toyota Professional, a także dział samochodów używanych Toyota Pewne Auto. Grupa Dobrygowski słynie z jednego z najlepszych i najnowocześniejszych w kraju autoryzowanych serwisów blacharsko-lakierniczych, a jej profesjonalizm został wielokrotnie potwierdzony najwyższymi nagrodami przyznawanymi przez Toyota Motor Poland, w tym tytułem „Dealera Roku"[264].

- Toyota Nowakowski – to czołowy dealer marek Toyota i Lexus na Dolnym Śląsku, z niezwykle silną pozycją w aglomeracji wrocławskiej. Firma, założona przez rodzinę Nowakowskich, od lat jest jednym z kluczowych partnerów japońskiego koncernu w regionie, konsekwentnie budując swoją markę w oparciu o najwyższe standardy obsługi klienta i inwestycje w nowoczesną infrastrukturę. Dzięki strategicznym lokalizacjom i szerokiemu zakresowi usług, dealer stał się jednym z liderów sprzedaży i serwisu obu marek w Polsce, zdobywając liczne nagrody i wyróżnienia. Działalność grupy opiera się na dwóch potężnych obiektach. Salon Toyota Nowakowski, zlokalizowany w Bielanach Wrocławskich, to kompleksowe centrum oferujące sprzedaż pełnej gamy modeli Toyoty oraz profesjonalne usługi serwisowe i blacharsko-lakiernicze. Drugim, równie ważnym filarem, jest ekskluzywny salon Lexus Wrocław, który jest jednym z największych i najnowocześniejszych obiektów tej luksusowej marki w kraju. Oferuje on klientom segmentu premium nie tylko sprzedaż pojazdów, ale także wyjątkowe doświadczenie zakupowe i obsługę na najwyższym, światowym poziomie. Grupa Nowakowski aktywnie promuje elektromobilność, koncentrując się na sprzedaży zaawansowanych technologicznie hybryd obu marek[265].
- Toyota Radość – to jeden z najdłużej działających i najbardziej rozpoznawalnych autoryzowanych dealerów Toyoty w Warszawie. Firma, której nazwa pochodzi od dzielnicy, w której się znajduje, od ponad 25 lat jest kluczowym punktem na motoryzacyjnej mapie prawobrzeżnej Warszawy. Od początku swojej działalności dealerstwo jest skoncentrowane wyłącznie na marce Toyota, co pozwoliło na zbudowanie pozycji eksperta i zdobycie zaufania wielu pokoleń klientów. Firma jest przykładem stabilnego, konsekwentnie rozwijającego się przedsiębiorstwa, które stawia na długofalowe relacje i najwyższą jakość obsługi. Salon Toyota Radość, zlokalizowany przy ulicy Patriotów, oferuje pełen zakres usług związanych z zakupem i eksploatacją

[264] TOYOTA DOBRYGOWSKI, https://www.toyota-dobrygowski.pl/ (dostęp online 4.11.2025).
[265] TOYOTA NOWAKOWSKI, https://www.toyota-nowakowski.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

samochodów japońskiego producenta. Klienci mogą tu zapoznać się z pełną gamą nowych modeli, ze szczególnym uwzględnieniem pojazdów hybrydowych. Firma prowadzi również dział sprzedaży samochodów używanych Toyota Pewne Auto oraz oferuje programy finansowania i ubezpieczeń. Kluczowym elementem działalności jest autoryzowany serwis mechaniczny, który cieszy się doskonałą opinią i renomą wśród warszawskich kierowców. Dopełnieniem oferty jest nowoczesne centrum napraw blacharsko-lakierniczych. Długoletnia obecność na rynku i doświadczony zespół sprawiają, że Toyota Radość jest synonimem niezawodności i profesjonalizmu[266].

- Grupa Toyota Romanowski – to wiodący dealer marek Toyota i Lexus w centralnej i południowo-wschodniej Polsce, z historią sięgającą 1990 roku. Firma, założona przez rodzinę Romanowskich, jest jednym z najbardziej doświadczonych partnerów japońskiego koncernu w kraju. Jej rozwój jest przykładem konsekwentnego budowania silnej, regionalnej grupy dealerskiej, która dzięki inwestycjom w nowoczesne obiekty i utrzymywaniu najwyższych standardów obsługi stała się liderem w województwach świętokrzyskim i lubelskim. Grupa jest regularnie nagradzana przez importera za doskonałe wyniki sprzedaży i wysoki poziom satysfakcji klientów. Sieć sprzedaży grupy obejmuje strategicznie zlokalizowane salony w Kielcach, Radomiu i Lublinie. W każdym z tych miast firma jest autoryzowanym dealerem marki Toyota, oferując pełną gamę pojazdów i kompleksowe usługi posprzedażowe. Wyrazem najwyższych aspiracji grupy było wejście do segmentu premium i otwarcie ekskluzywnego salonu Lexus w Krakowie, który stał się jednym z flagowych obiektów tej marki w Polsce. Oprócz sprzedaży samochodów nowych, Grupa Romanowski prowadzi profesjonalne centra sprzedaży pojazdów używanych Toyota Pewne Auto i Lexus Select, a także dysponuje jednymi z najnowocześniejszych w regionie centrami napraw blacharsko-lakierniczych[267].
- Toyota Walder – to kluczowy i jeden z największych dealerów marki Toyota w północnej Polsce, z niezwykle silną pozycją na rynku trójmiejskim. Firma, założona przez rodzinę Walder, jest od wielu lat czołowym partnerem japońskiego producenta w regionie Pomorza, znanym z dynamicznego rozwoju i inwestycji w najnowocześniejszą infrastrukturę. Dzięki konsekwentnej strategii i skupieniu na satysfakcji klienta, dealerstwo stało się jednym z liderów sprzedaży w skali całego kraju, regularnie zdobywając prestiżowe nagrody i wyróżnienia, w tym tytuły „Dealera Roku" przyznawane przez Toyota Motor Poland. Działalność firmy opiera się na dwóch potężnych, nowoczesnych

[266] TOYOTA RADOŚĆ, https://www.toyota-radosc.pl/ (dostęp online 4.11.2025).
[267] TOYOTA ROMANOWSKI, https://www.toyota-romanowski.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

obiektach zlokalizowanych w strategicznych punktach aglomeracji trójmiejskiej: w Rumii oraz w Chwaszczynie. Obie stacje dealerskie to kompleksowe centra motoryzacyjne, które oferują klientom pełen zakres usług pod jednym dachem. Przestronne salony pozwalają na ekspozycję pełnej gamy modelowej Toyoty, w tym pojazdów użytkowych w ramach strefy Toyota Professional. Kluczowym elementem działalności są zaawansowane centra serwisowe oraz jedne z największych i najnowocześniejszych w Polsce autoryzowanych centrów napraw blacharsko-lakierniczych. Toyota Walder jest także liderem w sprzedaży flotowej, będąc zaufanym partnerem dla wielu pomorskich firm[268].

- Toyota (w Polsce) – działalność koncernu Toyota w Polsce opiera się na dwóch potężnych i niezależnych, choć ściśle współpracujących filarach: dystrybucyjnym (Toyota Motor Poland) oraz produkcyjnym (Toyota Motor Manufacturing Poland). Toyota Motor Poland, z siedzibą w Warszawie, to oficjalny importer i główny przedstawiciel marek Toyota i Lexus w kraju. Spółka ta jest odpowiedzialna za budowanie i zarządzanie siecią autoryzowanych dealerów, strategię marketingową, sprzedaż, logistykę oraz obsługę posprzedażową. Dzięki jej działaniom Toyota od lat jest niekwestionowanym liderem polskiego rynku motoryzacyjnego, a jej modele, takie jak Corolla, Yaris czy RAV4, regularnie zajmują czołowe miejsca w rankingach sprzedaży. Drugim, równie ważnym filarem, jest Toyota Motor Manufacturing Poland (TMMP), czyli ogromne centrum produkcyjne zlokalizowane na Dolnym Śląsku. W skład TMMP wchodzą dwa zakłady: w Wałbrzychu i Jelczu-Laskowicach. Są to pierwsze fabryki Toyoty ulokowane poza Japonią, które rozpoczęły produkcję kluczowych komponentów napędowych, takich jak silniki i skrzynie biegów. W ostatnich latach polskie fabryki przeszły ogromną transformację, stając się europejskim centrum produkcji nowoczesnych, zelektryfikowanych napędów hybrydowych. Produkowane są tu silniki benzynowe, elektryczne skrzynie biegów oraz silniki elektryczne, które tworzą serce napędów hybrydowych montowanych w europejskich fabrykach Toyoty (m.in. w Wielkiej Brytanii, Francji, Turcji i Czechach)[269].
- TRW (ZF GROUP) – TRW Automotive było jednym z największych i najbardziej znanych na świecie dostawców komponentów dla przemysłu motoryzacyjnego, zwłaszcza w dziedzinie aktywnych i pasywnych systemów bezpieczeństwa. W 2015 roku firma została przejęta przez niemieckiego giganta technologicznego ZF Friedrichshafen AG,

[268] TOYOTA WALDER, https://www.toyota-walder.pl/ (dostęp online 4.11.2025).
[269] TOYOTA (W POLSCE), https://www.toyota.pl (importer) oraz https://www.toyotapl.com/ (produkcja) (dostęp online 6.11.2025).

tworząc globalnego lidera w dziedzinie technologii napędu i podwozia oraz aktywnych i pasywnych systemów bezpieczeństwa. Dziś dawne zakłady i technologie TRW funkcjonują w ramach dywizji ZF Group, a nazwa TRW jest utrzymywana jako silna marka na rynku części zamiennych (*aftermarket*). Polska odgrywa absolutnie strategiczną rolę w globalnej strukturze ZF Group, a dziedzictwo TRW jest tu szczególnie widoczne. W Częstochowie zlokalizowane jest jedno z największych na świecie centrów produkcyjnych i inżynieryjnych w dziedzinie systemów bezpieczeństwa. Częstochowski kompleks fabryczny specjalizuje się w produkcji poduszek powietrznych, pasów bezpieczeństwa, a także najnowszej generacji systemów elektronicznych i kamer wspomagających kierowcę (ADAS), które są kluczowe dla rozwoju autonomicznej jazdy. Oprócz Częstochowy, grupa ZF posiada w Polsce również inne ważne zakłady, m.in. w Gliwicach (systemy hamulcowe) i Czechowicach-Dziedzicach. Firma jest jednym z największych pracodawców i inwestorów w polskim sektorze motoryzacyjnym, prowadząc zaawansowaną działalność produkcyjną, badawczo-rozwojową i inżynieryjną.

Podsumowując, rozdział piąty inicjuje część empiryczną pracy, koncentrując się na szczegółowej prezentacji populacji badawczej. Opisano precyzyjny proces doboru przedsiębiorstw motoryzacyjnych. Kryteria doboru obejmowały przynależność do sektora oraz rolę firmy w globalnym łańcuchu dostaw, np. jako dostawcy Tier 1 lub Tier 2. Przedstawiono strukturę próby pod kątem wielkości badanych podmiotów, co pozwoliło na objęcie zarówno małych i średnich, jak i dużych przedsiębiorstw. Zanalizowano również geograficzne rozmieszczenie badanych firm, które stanowią kluczowy element globalnego ŁW motoryzacji z perspektywy Polski. Kluczowym elementem charakterystyki była ocena zaawansowania technologicznego badanych podmiotów. Ujęto stopień implementacji technologii Przemysłu 4.0 oraz aktualny poziom wykorzystania sztucznej inteligencji w strategicznych procesach. Zgromadzono także informacje na temat stanowisk osób, które wypełniały ankiety (dyrektorzy, menedżerowie). Potwierdziło to, że respondenci posiadali realny wpływ na procesy decyzyjne i strategiczne w swoich organizacjach. Ta szczegółowa charakterystyka próby badawczej jest fundamentalna dla naukowej rzetelności całej pracy. Dostarcza kontekstu niezbędnego do poprawnej interpretacji wyników statystycznych. W konsekwencji umożliwia precyzyjne określenie, na ile wyniki badań można generalizować na całą polską branżę motoryzacyjną.

Rozdział 5
Metodyka badań własnych – opracowanie i walidacja zaproponowanego modelu

5.1. Konstrukcja badań empirycznych: problematyka, hipotezy i metody analityczne

Współczesna branża motoryzacyjna funkcjonuje w realiach silnej i dynamicznie zmieniającej się konkurencji o zasięgu globalnym. Globalizacja rynków, postęp technologiczny, w tym rosnące znaczenie sztucznej inteligencji (AI) oraz coraz większe oczekiwania klientów wymuszają na przedsiębiorstwach konieczność ciągłego doskonalenia procesów wewnętrznych i budowania przewagi konkurencyjnej w oparciu o efektywne zarządzanie łańcuchem wartości. W tym kontekście kluczowego znaczenia nabiera umiejętność dostosowania się do zmiennych warunków otoczenia oraz elastyczne i strategiczne podejście do zarządzania takimi obszarami jak zaopatrzenie, produkcja, logistyka, marketing, innowacje, relacje z klientami, zasoby ludzkie czy zarządzanie ryzykiem. Zarządzanie łańcuchem wartości w branży motoryzacyjnej wymaga nie tylko optymalizacji przepływów materiałów, informacji i kapitału, ale również integracji technologii cyfrowych, w szczególności systemów wspomagających podejmowanie decyzji oraz adaptacji do rosnących standardów zrównoważonego rozwoju. W niniejszym badaniu podjęto próbę oceny, w jaki sposób różne cechy organizacyjne przedsiębiorstw (takie jak ich wielkość, struktura, poziom zaawansowania informatycznego czy zakres odpowiedzialności zawodowej kadry kierowniczej) wpływają na percepcję i ocenę wybranych aspektów łańcucha wartości. Jednocześnie analizie poddano wpływ zewnętrznego otoczenia konkurencyjnego oraz wdrażania rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji na kluczowe obszary funkcjonowania firm motoryzacyjnych.

W związku z tym sformułowano zestaw hipotez badawczych, które podzielono na dwie główne grupy:

1. Hipotezy dotyczące różnic w ocenie cech łańcucha wartości, wynikających z uwarunkowań organizacyjnych i zawodowych respondentów,
2. Hipotezy dotyczące wpływu otoczenia konkurencyjnego oraz systemów AI na strategiczne obszary funkcjonowania przedsiębiorstw.

Powyższe podejście pozwala nie tylko na identyfikację czynników różnicujących ocenę funkcjonowania łańcucha wartości, ale również na ocenę, w jakim stopniu technologie i presja rynkowa wpływają na adaptacyjność i innowacyjność firm z sektora motoryzacyjnego. Wyniki badania mogą tym samym stanowić podstawę do sformułowania rekomendacji dla menedżerów oraz projektowania bardziej zintegrowanych i odpornych strategii zarządzania w warunkach globalnej konkurencji.

Pytania badawcze:

I. Pytania badawcze dotyczące różnic w ocenie cech łańcucha wartości
   1. Czy ocena cech łańcucha wartości różni się istotnie w zależności od wielkości przedsiębiorstwa?
   2. Czy stanowisko zajmowane przez respondenta wpływa na sposób postrzegania i oceny funkcjonowania łańcucha wartości w firmie motoryzacyjnej?
   3. Czy staż pracy respondentów na stanowiskach kierowniczych wpływa na ocenę poszczególnych elementów łańcucha wartości?
   4. Czy zakres odpowiedzialności zawodowej (lokalny, regionalny, krajowy, międzynarodowy) różnicuje ocenę funkcjonowania łańcucha wartości?
   5. Czy poziom zaawansowania systemów informatycznych stosowanych w przedsiębiorstwie ma wpływ na ocenę skuteczności i efektywności łańcucha wartości?

II. Pytania badawcze dotyczące wpływu otoczenia konkurencyjnego i systemów AI

   W jakim stopniu otoczenie konkurencyjne wpływa na strategię zaopatrzenia i zarządzania dostawcami w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych?
   1. Czy strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami mają wpływ na sprawność logistyki i funkcjonowanie łańcucha dostaw?
   2. W jaki sposób logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw wpływają na relacje z klientami i jakość obsługi posprzedażowej?
   3. Czy wdrażanie systemów AI wspiera realizację celów związanych ze zrównoważonym rozwojem i społeczną odpowiedzialnością przedsiębiorstw?
   4. W jakim zakresie systemy AI wpływają na zarządzanie zasobami ludzkimi w kontekście mobilności, elastyczności i różnorodności zespołów?

Hipotezy badawcze:

I. Hipotezy dotyczące różnic w ocenie cech łańcucha wartości
   1. Ze względu na wielkość przedsiębiorstwa

- H_{01}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami różnej wielkości.
- H_{11}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od wielkości przedsiębiorstwa.

2. Ze względu na stanowisko respondentów
   - H_{02}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między pracownikami zajmującymi różne stanowiska.
   - H_{12}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od stanowiska osoby oceniającej.
3. Ze względu na staż pracy
   - H_{03}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między respondentami o różnym stażu pracy.
   - H_{13}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od stażu pracy.
4. Ze względu na zakres odpowiedzialności zawodowej
   - H_{04}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między osobami o różnych zakresach odpowiedzialności zawodowej.
   - H_{14}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od zakresu odpowiedzialności zawodowej.
5. Ze względu na poziom zaawansowania IT
   - H_{05}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami o różnym poziomie zaawansowania IT.
   - H_{15}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od poziomu zaawansowania IT w przedsiębiorstwie.

W opracowaniu wyników badań wykorzystano program SPSS[270] i Python. Zastosowano korelację rang Spearmana[271] jako nieparametryczną metodę oceny siły i kierunku związku między zmiennymi. Metoda ta została użyta ze względu na porządkowy charakter danych oraz brak założenia o normalnym rozkładzie zmiennych. Umożliwiła ona identyfikację istotnych powiązań monotonicznych między analizowanymi zmiennymi. W celu porównania istotności

[270] A. Lehman, *Jmp For Basic Univariate And Multivariate Statistics: A Step-by-step Guide*. Cary, NC: SAS Press, 2005, p. 123. ISBN 978-1-59047-576-8.
[271] C. Spearman, The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology, 15*(1), 1904.

różnic między dwoma grupami zastosowano test U Manna Whitneya[272]. W celu porównania różnic między więcej niż dwiema niezależnymi grupami wykorzystano test Kruskala-Wallisa. Jest to nieparametryczny odpowiednik jednoczynnikowej analizy wariancji, który został zastosowany ze względu na niespełnienie założeń normalności rozkładu danych. Test ten pozwolił na ocenę, czy istnieją istotne statystycznie różnice pomiędzy medianami badanych grup. W przypadku uzyskania istotnych wyników testu Kruskala-Wallisa, do identyfikacji różnic pomiędzy parami grup zastosowano test post hoc Dunna z korektą Bonferroniego[273]. Test ten umożliwił szczegółową analizę różnic pomiędzy poszczególnymi grupami z uwzględnieniem korekty dla wielokrotnych porównań, co zmniejszyło ryzyko popełnienia błędu pierwszego rodzaju. W analizie danych zastosowano analizę czynnikową konfirmacyjną w celu weryfikacji trafności modelu teoretycznego odpowiadającego badanym zmiennym. CFA[274] pozwoliła ocenić, czy przyjęta struktura czynników odpowiada rzeczywistym powiązaniom między zmiennymi obserwowalnymi. Analiza ta została wykorzystana do potwierdzenia, że grupowanie pozycji ankiety w określone obszary tematyczne jest statystycznie uzasadnione. Analiza ścieżek została przeprowadzona z wykorzystaniem oprogramowania AMOS[275], służącego do modelowania równań strukturalnych (SEM[276]).

Ocena dopasowania modelu do danych oparta została na zestawie wskaźników, które pozwalają ocenić jakość odwzorowania struktury zależności pomiędzy zmiennymi:

1. RMSEA (*Root Mean Square Error of Approximation*) – wskaźnik ten informuje o stopniu błędu aproksymacji modelu względem idealnej populacji. Przyjmuje się, że wartość RMSEA poniżej 0,05 świadczy o bardzo dobrym dopasowaniu modelu, natomiast wartości do 0,10 są jeszcze akceptowalne.
2. CFI (*Comparative Fit Index*) – wskaźnik porównuje dopasowanie badanego modelu z modelem niezależnym (czyli zakładającym brak zależności między zmiennymi). Wartość CFI bliska 1 oznacza dobre dopasowanie. Wartością progową akceptacji modelu jest 0,90. Warto również zaznaczyć, że test chi-kwadrat, z którym powiązany jest CFI,

[272] H. B. Mann, D. R. Whitney, On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics, 18*(1), 1947.
[273] A. Dinno, Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *The Stata Journal, 15*(1), 2015, 292-300.
[274] T.R. Levine, Confirmatory factor analysis and scale validation in communication research. *Communication Research Reports.* 22 (4), 2005, 335-338.
[275] *Analysis of Moment Structures (Analiza Struktur Momentów)*, https://www.ibm.com/products/structural-equation-modeling-sem.
[276] J. Hair, A. Alamer, Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Res. Methods Appl. Linguist*. 2022, 1, 100027.

może być wrażliwy na liczebność próby, przy bardzo dużych próbach może wskazywać istotność statystyczną nawet przy dobrze dopasowanym modelu.

3. GFI (*Goodness of Fit Index*) / AGFI (*Adjusted Goodness of Fit Index*) – są to miary proporcji wyjaśnionej wariancji przez model. Wartości tych wskaźników również powinny zbliżać się do 1, przy czym za akceptowalny uznaje się poziom powyżej 0,90.
4. CFI / TLI (*Tucker-Lewis Index*) – oba wskaźniki oceniają dopasowanie modelu w odniesieniu do złożoności modelu i liczby parametrów. Im wyższa wartość (bliska 1), tym lepsze dopasowanie modelu. Za satysfakcjonujące przyjmuje się wartości powyżej 0,90.
5. CMIN (*Chi-square Minimum Discrepancy*) – jest to statystyka chi-kwadrat służąca do oceny zgodności modelu z danymi empirycznymi. Niska wartość CMIN w stosunku do liczby stopni swobody wskazuje na dobre dopasowanie modelu, jednak należy pamiętać, że wskaźnik ten również jest wrażliwy na wielkość próby[277].

W przeprowadzonej analizie moderacji zastosowano narzędzie PROCESS w wersji 4.2 beta, będące dodatkiem do programu IBM SPSS Statistics, opracowane przez Andrew F. Hayesa, Ph.D[278]. Narzędzie to zostało stworzone z myślą o umożliwieniu badaczom i praktykom łatwego przeprowadzania złożonych analiz statystycznych, takich jak moderacja, mediacja oraz moderowana mediacja (ang. *conditional process analysis*), bez konieczności ręcznego tworzenia skomplikowanych modeli regresji. Procedura PROCESS działa jako makro zintegrowane z SPSS, które automatyzuje wiele etapów analizy, w tym kodowanie zmiennych, tworzenie interakcji, estymację efektów bezpośrednich i pośrednich, a także wyznaczanie efektów warunkowych i przedziałów ufności metodą *bootstrap*. Narzędzie to jest szeroko wykorzystywane w naukach społecznych, psychologii, zarządzaniu i ekonomii, ponieważ pozwala na przejrzystą i intuicyjną analizę złożonych relacji pomiędzy zmiennymi[279].

Przeprowadzona procedura badawcza została zaprojektowana tak, aby umożliwić wielowymiarową analizę funkcjonowania łańcucha wartości w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań organizacyjnych, presji konkurencyjnej oraz roli technologii cyfrowych, w tym sztucznej inteligencji. Precyzyjne

---

[277] D. Hooper, J. Coughlan, M.R. Mullen, Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, 6, 2008, 53-60.

[278] www.guilford.com/p/hayes3.

[279] A. F. Hayes, *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (3rd edition). The Guilford Press, New York, 2022; J. Coutts, A. F. Hayes, T. Jiang, Easy statistical mediation analysis with distinguishable dyadic data. *Journal of Communication*, 69*,* 2019, 612-549 [PDF]; A. F. Hayes, J. J. Coutts, Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. But... *Communication Methods and Measures*, 14, 2020, 1-24 [PDF].

określenie problematyki badawczej, pytań i hipotez umożliwiło zbudowanie spójnego modelu teoretycznego, który następnie poddano empirycznej weryfikacji przy użyciu zestawu zaawansowanych metod statystycznych. Zastosowane narzędzia analityczne obejmujące zarówno testy nieparametryczne, jak i modelowanie równań strukturalnych, pozwoliły na ocenę relacji między zmiennymi w sposób uwzględniający złożoność struktur organizacyjnych i wieloczynnikowy charakter badanych zjawisk. Włączenie analizy moderacji umożliwiło uchwycenie warunkowych zależności pomiędzy otoczeniem konkurencyjnym, technologiami AI a kluczowymi obszarami funkcjonowania przedsiębiorstw, co nadało badaniu pogłębiony i wielopoziomowy charakter. Przyjęta metodologia pozwoliła także zweryfikować, w jakim zakresie czynniki wewnętrzne takie jak wielkość firmy, struktura zatrudnienia, staż kadry kierowniczej czy poziom zaawansowania IT determinują percepcję skuteczności łańcucha wartości. Jednocześnie umożliwiła ocenę wpływu czynników zewnętrznych, w tym intensywności konkurencji i stopnia integracji systemów opartych na sztucznej inteligencji, na elastyczność oraz adaptacyjność przedsiębiorstw. Zastosowane podejście badawcze stworzyło podstawy do formułowania uogólnień teoretycznych oraz praktycznych rekomendacji, pozwalających na projektowanie bardziej odpornych, technologicznie zaawansowanych i zintegrowanych strategii zarządzania w sektorze motoryzacyjnym. Tym samym przedstawiony model badawczy stanowi solidną podstawę dalszych analiz nad transformacją łańcucha wartości w warunkach globalnej konkurencyjności.

5.2. Organizacja procesu badawczego i zastosowane narzędzia

Opracowanie procedury badań ankietowych w firmach motoryzacyjnych w Polsce obejmuje szereg działań organizacyjnych i metodologicznych, mających na celu zapewnienie rzetelności i wiarygodności uzyskiwanych wyników. Badanie prowadzone było w latach 2023-2024 wśród 326 osób kadry kierowniczej przedsiębiorstw funkcjonujących w branży motoryzacyjnej. Minimalna wielkość próby przy założeniu 95% przedziału ufności, 5% błędu oraz 10% udziale przedsiębiorstw motoryzacyjnych wynosi 139. Nawet przy udziale 50% do wszystkich przedsiębiorstw próba minimalna nie przekroczy tej badanej. Zatem próbę możemy uznać za reprezentatywną. Celem badania jest pozyskanie informacji dotyczących m.in. struktury zatrudnienia, poziomu wdrożenia systemów informatycznych, doświadczenia zawodowego oraz zakresu odpowiedzialności zawodowej respondentów. Terenem badań są przedsiębiorstwa z sektora motoryzacyjnego zlokalizowane na obszarze całej Polski.

Uwzględnione zostają firmy o różnej wielkości, małe, średnie i duże, działające w różnych regionach kraju. Szczególny nacisk kładziony jest na województwa o rozwiniętym przemyśle motoryzacyjnym. Do badania kwalifikowane są firmy zajmujące się produkcją części samochodowych, montażem pojazdów, logistyką motoryzacyjną oraz obsługą serwisową. Dobór firm odbywa się na podstawie ogólnodostępnych baz danych, takich jak REGON, CEIDG, KRS, raporty branżowe oraz rejestry izb gospodarczych. Kryterium doboru respondentów stanowi pełnienie funkcji kierowniczej w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa. Pozwala to na uzyskanie rzetelnej wiedzy odnośnie rozpatrywanych zagadnień. Do zbierania danych stosowana jest metoda ankiety skierowanej do kadry zarządzającej średniego i wyższego szczebla. Kwestionariusz ankiety opracowywany jest w dwóch wersjach: papierowej i elektronicznej. Narzędzie badawcze zawiera pytania zamknięte, półotwarte oraz metryczkę, co umożliwia prowadzenie analiz statystycznych i porównawczych.

Przed wdrożeniem badania właściwego, narzędzie poddawane jest pilotażowi przeprowadzanemu na próbie ok. 20 respondentów. Celem pilotażu jest ocena przejrzystości i zrozumiałości pytań. Dla próby pilotażowej nie wykonywano analiz, ale na jej podstawie zoptymalizowano końcową wersję narzędzia badawczego jakim jest kwestionariusz ankiety. Na podstawie uzyskanych opinii dokonuje się korekty kwestionariusza. Następnie realizowane jest badanie właściwe na próbie 328 respondentów. Dotarcie do respondentów odbywa się za pośrednictwem dwóch kanałów: kontaktu osobistego oraz poczty elektronicznej. W przypadku kontaktu osobistego ankiety dostarczane są osobiście, przekazywane w siedzibach firm lub podczas spotkań z przedstawicielami przedsiębiorstw. Wersja elektroniczna przesyłana jest na służbowe adresy e-mail kadry kierowniczej lub działów personalnych. Każdemu respondentowi przekazywane jest oficjalne pismo zawierające informacje o celach badania, jego charakterze oraz zasadach poufności. Wraz z ankietą dołączana jest klauzula zgody na przetwarzanie danych osobowych oraz list przewodni wyjaśniający przebieg badania. Udział w badaniu ma charakter dobrowolny. Respondenci są informowani o anonimowości i możliwości rezygnacji na każdym etapie bez podawania przyczyny. Wszystkie dane gromadzone są w sposób bezpieczny i przetwarzane wyłącznie w celach naukowych, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa. Organizacja badania uwzględnia konieczność minimalizacji zakłóceń w działalności przedsiębiorstw. Terminy zbierania danych ustalane są indywidualnie z przedstawicielami firm, a czas potrzebny na wypełnienie ankiety nie przekracza 15-20 minut. Ankiety papierowe zbierane są osobiście lub odsyłane pocztą. Wersje elektroniczne przekazywane są poprzez formularze internetowe lub specjalnie utworzony adres

e-mail. Postęp badania jest monitorowany na bieżąco, a próba badawcza uzupełniana w razie potrzeby. W sytuacjach trudności z pozyskaniem odpowiedniej liczby respondentów wykorzystywane są rekomendacje branżowe, kontakty z izbami gospodarczymi oraz współpraca z organizacjami zrzeszającymi firmy motoryzacyjne. Podczas całego procesu badawczego przestrzegane są zasady etyki, a udział respondentów odbywa się w warunkach komfortu i poufności. Po zakończeniu etapu zbierania danych następuje ich weryfikacja, kodowanie oraz analiza z wykorzystaniem narzędzi statystycznych, takich jak SPSS lub AMOS. Wyniki opracowywane są w formie opisowej, tabelarycznej i graficznej, co umożliwia przejrzystą prezentację danych. W analizie uwzględnia się czynniki demograficzne, organizacyjne oraz technologiczne, które mogą wpływać na odpowiedzi respondentów. Szczególną uwagę zwraca się na zależności między wielkością przedsiębiorstwa, poziomem wdrożenia systemów informatycznych a doświadczeniem kadry zarządzającej. Na podstawie uzyskanych wyników formułowane są wnioski i rekomendacje, które mogą zostać wykorzystane przez przedsiębiorstwa, instytucje wspierające rozwój branży oraz decydentów polityki gospodarczej. Wyniki badania prezentowane są również w opracowaniach naukowych, raportach branżowych oraz materiałach edukacyjnych. Cały proces badawczy dokumentowany jest w sposób szczegółowy, co umożliwia jego późniejszą ocenę pod kątem poprawności metodologicznej. Przebieg badania konsultowany jest z ekspertami branżowymi oraz środowiskiem naukowym, co zwiększa jego wartość merytoryczną. Zebrane dane pozwalają na diagnozę obecnej sytuacji w zakresie zarządzania w sektorze motoryzacyjnym oraz identyfikację potrzeb i wyzwań, przed którymi stoi kadra kierownicza w tym obszarze. Procedura badania projektowana jest jako kompleksowe działanie łączące praktyczne zastosowania z rzetelnością naukową. Wykaz części firm z branży motoryzacyjnej które uczestniczyły w badaniu. Ostatecznie przy przyjęciu ankiety do analiz decydowało wypełnienie pełne pytań. Ankiety niepełne były usuwane.

Budowa narzędzia badawczego - kwestionariusza ankiety dotyczący funkcjonowania przedsiębiorstwa motoryzacyjnego w dynamicznym otoczeniu konkurencji globalnej.

Kwestionariusz został zaprojektowany jako narzędzie ilościowe służące do zebrania opinii kadry kierowniczej przedsiębiorstw z branży motoryzacyjnej na temat funkcjonowania ich firm w warunkach globalnej konkurencji. Jego celem jest identyfikacja najważniejszych czynników wpływających na konkurencyjność, innowacyjność i zdolność adaptacyjną firm działających w sektorze motoryzacyjnym. Narzędzie zostało skonstruowane tak, by umożliwić pomiar subiektywnych ocen respondentów na temat różnych aspektów funkcjonowania przedsiębiorstwa, takich jak presja konkurencyjna, zarządzanie łańcuchem dostaw,

innowacyjność, logistyka, marketing, HR, obsługa klienta, zarządzanie ryzykiem, zrównoważony rozwój i zastosowanie nowoczesnych technologii, w tym AI.

Kwestionariusz składał się z dwóch głównych części:

- metryczki respondenta,
- części właściwej z pytaniami badawczymi (55 pytań).

Pierwsza część kwestionariusza miała na celu zebranie podstawowych danych demograficznych i zawodowych o respondentach. Umożliwiło to przeprowadzenie analizy zależności między opiniami respondentów a ich doświadczeniem, zajmowanym stanowiskiem oraz charakterystyką przedsiębiorstwa.

Zmienne mierzone w tej części to:

- wielkość przedsiębiorstwa (zmienna porządkowa),
- liczba lat pracy na stanowisku kierowniczym (zmienna porządkowa),
- branża działalności (zmienna stała – wszyscy respondenci z branży motoryzacyjnej),
- stanowisko zajmowane (zmienna nominalna),
- stopień zaawansowania systemów informatycznych (zmienna porządkowa),
- zakres odpowiedzialności zawodowej (zmienna porządkowa).

Dane z metryczki pozwoliły również na segmentację respondentów i analizę różnic między podgrupami.

Druga część kwestionariusza zawierała zestaw twierdzeń, do których respondenci mieli odnieść się na pięciostopniowej skali Likerta,

gdzie:

1 - zdecydowanie się nie zgadzam

2 - raczej się nie zgadzam

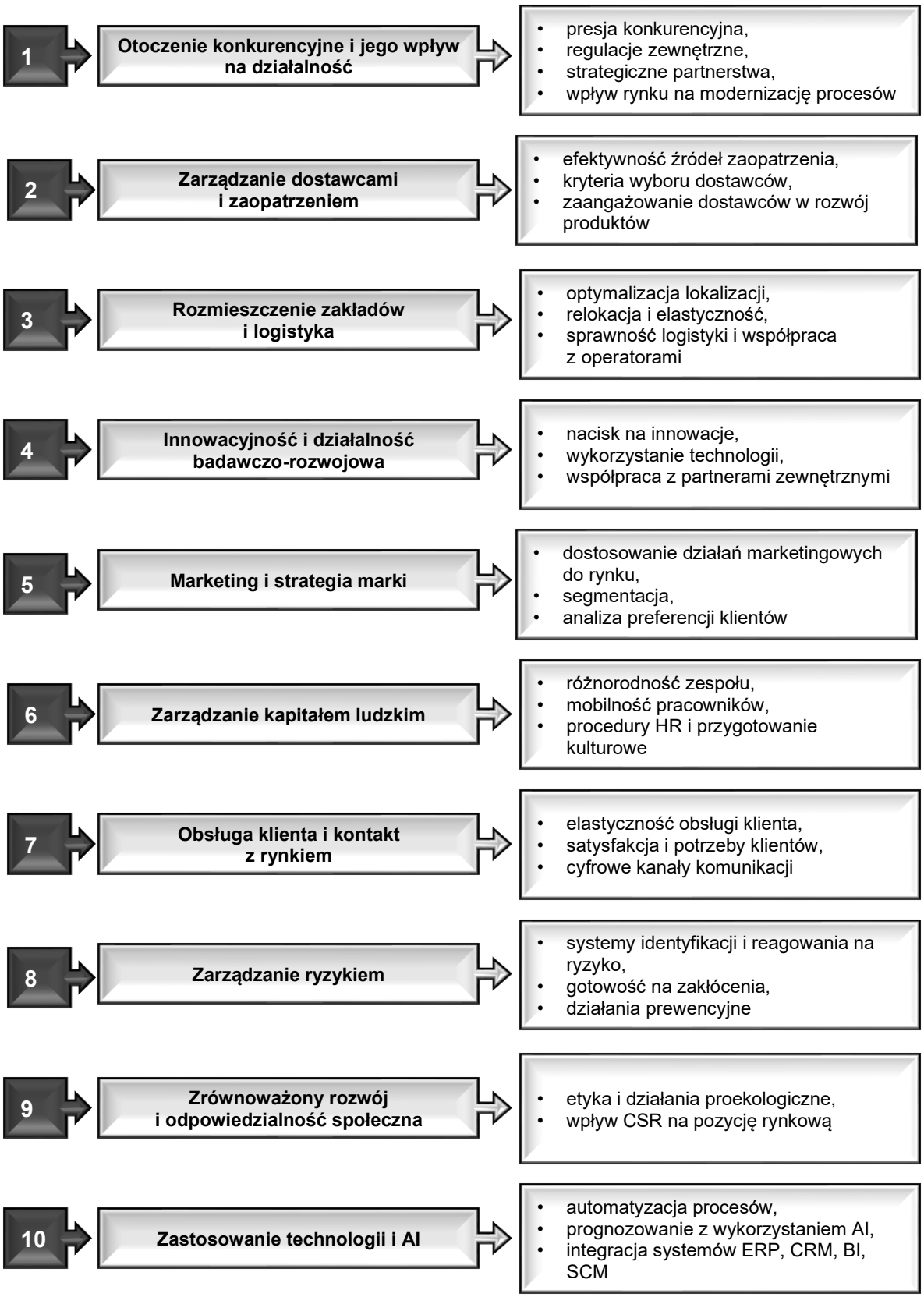
3 - ani się zgadzam, ani nie zgadzam

4 - raczej się zgadzam

5 - zdecydowanie się zgadzam

Dzięki zastosowaniu tej skali możliwa była zarówno analiza kierunku odpowiedzi (zgoda/niezgoda), jak i ich intensywności. Skala Likerta pozwoliła także na obliczenie wartości średnich, odchyleń standardowych i porównań międzygrupowych.

Zmienne mierzone w tej części można podzielić tematycznie na obszary przedstawione na rysunku 1.



Rysunek 1. Mierzone zmienne w podziale tematycznym na obszary

Źródło: opracowanie własne.

Kwestionariusz umożliwiał zebranie danych ilościowych, które można poddać analizie statystycznej (opisowej i wnioskowaniu statystycznemu). Wyniki posłużyły do:

- identyfikacji kluczowych determinantów konkurencyjności,
- analizy zależności między zmiennymi,
- porównań między grupami respondentów (np. w zależności od wielkości firmy czy zakresu odpowiedzialności).

Kwestionariusz był poddany ocenie rzetelności i trafności:

- analiza zgodności wewnętrznej (np. alfa Cronbacha),
- analiza czynnikowa konfirmacyjna w celu potwierdzenia struktur tematycznych,
- konsultacje eksperckie i testy pilotażowe w celu weryfikacji jasności pytań i kompletności narzędzia.

Alfa Cronbacha to statystyczna miara wewnętrznej spójności zestawu pytań (np. skali), która pokazuje, w jakim stopniu pozycje skali mierzą ten sam konstrukt. Wartość współczynnika mieści się w przedziale od 0 do 1, gdzie:

- < 0,6 – niska rzetelność,
- 0,6–0,7 – rzetelność dopuszczalna,
- 0,7–0,8 – dobra rzetelność,
- 0,8–0,9 – bardzo dobra rzetelność,
- > 0,9 – rzetelność może być zbyt wysoka, co może sugerować redundancję pytań.

Wzór na alfę Cronbacha przedstawia się następująco[280]:

$$\alpha = \frac{N \cdot \bar{c}}{\bar{v} + (N - 1) \cdot \bar{c}} \tag{1}$$

gdzie:

- N – liczba pozycji (pytań) w teście,
- $\bar{c}$ – średnia kowariancja pomiędzy pytaniami,
- $\bar{v}$ – średnia wariancja pojedynczych pozycji.

Opis 10 głównych konstruktów zmiennych tworzących łańcuch wartości przedsiębiorstw motoryzacyjnych, odzwierciedlając powiązane ze sobą działania, które przyczyniają się do tworzenia wartości dla klienta końcowego i budowania przewagi konkurencyjnej:

1. *Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami*. Ten obszar obejmuje wybór, ocenę i rozwój dostawców, negocjacje cenowe, zarządzanie relacjami w długim horyzoncie oraz

[280] A. Field, *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics, ISBN* 9781529630008, Sage Pubn, 2024.

zapewnienie jakości dostarczanych komponentów i usług. W branży motoryzacyjnej, w której produkty są montowane z tysięcy części, efektywna strategia zaopatrzenia pozwala ograniczyć koszty, skrócić czas dostaw, zmniejszyć ryzyko przestojów oraz zapewnić ciągłość i elastyczność produkcji. Budowanie silnych relacji z dostawcami sprzyja innowacyjności i umożliwia wdrażanie koncepcji *just-in-time*.

2. *Produkcja i lokalizacja zakładów*. Decyzje dotyczące lokalizacji fabryk wpływają na efektywność kosztową, dostępność wykwalifikowanej siły roboczej, logistykę i podatność na zakłócenia. Wybór lokalizacji blisko kluczowych rynków zbytu i źródeł komponentów pozwala skrócić łańcuch dostaw, zmniejszyć emisję CO_2 i poprawić czas reakcji na zmiany popytu. Nowoczesna produkcja w branży motoryzacyjnej opiera się na automatyzacji, standaryzacji procesów, elastycznych liniach montażowych i monitorowaniu danych w czasie rzeczywistym, co wpływa na jakość, terminowość i efektywność.
3. *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw*. Ten etap łańcucha wartości obejmuje wszystkie procesy związane z planowaniem, transportem, magazynowaniem, dystrybucją i zarządzaniem zapasami. Efektywna logistyka minimalizuje koszty, skraca czas dostaw i umożliwia szybszą reakcję na zmieniające się warunki rynkowe. W motoryzacji, gdzie komponenty często są dostarczane z różnych kontynentów, kluczowe znaczenie ma integracja danych w czasie rzeczywistym oraz zdolność do przewidywania i reagowania na zakłócenia (np. braki półprzewodników, konflikty geopolityczne, problemy transportowe).
4. *Innowacje i rozwój produktów*. Rozwój nowych modeli pojazdów, napędów, systemów bezpieczeństwa i rozwiązań cyfrowych stanowi kluczowy element wartości dodanej w motoryzacji. Inwestycje w badania i rozwój umożliwiają firmom dostosowanie się do regulacji środowiskowych, oczekiwań klientów i trendów technologicznych (np. elektromobilność, pojazdy autonomiczne, *connected cars*). Integracja procesu innowacji z potrzebami rynku pozwala zwiększyć konkurencyjność, skrócić cykl życia produktu i zwiększyć marże.
5. *Marketing i zarządzanie marką*. Marketing buduje rozpoznawalność marki, lojalność klientów oraz wpływa na postrzeganą wartość produktów. W branży motoryzacyjnej ważna jest zarówno komunikacja marki (np. bezpieczeństwo, ekologia, luksus), jak i strategie cenowe, polityka sprzedaży, działania promocyjne oraz obsługa kanałów dystrybucji. Efektywne zarządzanie marką przekłada się na wyższą wartość klienta (*customer lifetime value*) i zwiększa barierę wejścia dla konkurencji.

6. *Zarządzanie zasobami ludzkimi*. Pracownicy są kluczowym zasobem organizacji – zarówno w obszarze produkcji, jak i w działach inżynierii, jakości, marketingu czy R&D. Skuteczne zarządzanie personelem obejmuje rekrutację, szkolenia, rozwój kompetencji, motywację, ocenę wyników i utrzymanie kluczowych talentów. W motoryzacji, która przechodzi transformację cyfrową, rośnie znaczenie kompetencji w obszarze IT, analizy danych i automatyki. Kultura organizacyjna wspierająca innowacje i współpracę wzmacnia cały łańcuch wartości.
7. *Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa*. Długofalowe relacje z klientami są budowane poprzez jakość produktów, serwis posprzedażowy, personalizację oferty oraz cyfrowe kanały kontaktu. Obsługa posprzedażowa (np. serwis, gwarancje, części zamienne, aktualizacje oprogramowania) generuje dodatkowe przychody i wzmacnia zaufanie do marki. Dobre relacje z klientami przekładają się na lojalność, rekomendacje i informacje zwrotne, które mogą wspierać dalsze innowacje.
8. *Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem*. Zarządzanie ryzykiem obejmuje identyfikację i redukcję zagrożeń związanych z finansami, dostawcami, cyberbezpieczeństwem, przestojami produkcji czy zgodnością z przepisami. W motoryzacji szczególne znaczenie ma również bezpieczeństwo funkcjonalne produktów oraz zgodność z normami branżowymi. Efektywne zarządzanie ryzykiem minimalizuje straty, zwiększa odporność organizacji i wspiera zrównoważony rozwój.
9. *Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna*. Działania w zakresie ESG (środowiskowe, społeczne i ładu korporacyjnego) stają się coraz ważniejszym elementem strategii przedsiębiorstw. Dotyczą one m.in. redukcji emisji, obiegu zamkniętego materiałów, etycznego łańcucha dostaw, warunków pracy i relacji z lokalnymi społecznościami. W motoryzacji nacisk na ekologiczne napędy, energooszczędne procesy produkcji i transparentność społeczno-ekonomiczną przekłada się na reputację i możliwość pozyskania finansowania.
10. *Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa*. Sztuczna inteligencja wspiera podejmowanie decyzji w niemal każdym obszarze łańcucha wartości: od prognoz popytu, przez planowanie produkcji i automatyzację kontroli jakości, po personalizację oferty i analizę opinii klientów. AI umożliwia także szybsze reagowanie na zmiany rynkowe, wykrywanie ryzyk oraz optymalizację kosztów. W kontekście rosnącej złożoności procesów przemysłowych, AI staje się narzędziem integrującym wszystkie elementy łańcucha wartości w spójną, elastyczną całość.

Przedstawiona procedura badawcza stanowi złożony i starannie zaplanowany proces, którego celem było zapewnienie wysokiej jakości danych pozyskiwanych od kadry kierowniczej przedsiębiorstw motoryzacyjnych w Polsce. Kompleksowa organizacja badań , obejmująca dobór próby, przygotowanie i pilotaż narzędzia, wielokanałowy sposób dotarcia do respondentów oraz rygorystyczne standardy etyczne, pozwoliła na zgromadzenie materiału empirycznego o dużej wiarygodności i użyteczności analitycznej. Reprezentatywność próby, zróżnicowanie przedsiębiorstw pod względem wielkości i profilu działalności oraz ogólnopolski zasięg badań stworzyły solidne podstawy do formułowania wniosków odnoszących się do całego sektora. Kwestionariusz ankiety, jako główne narzędzie pomiarowe, został zaprojektowany tak, aby możliwe było uchwycenie wielowymiarowych aspektów działalności przedsiębiorstw w warunkach globalnej konkurencji. Staranna konstrukcja narzędzia, oparcie go na klarownych konstrukcjach teoretycznych oraz przeprowadzenie pilotażu zagwarantowały jego trafność i przejrzystość. Uwzględnienie szerokiego spektrum obszarów od logistyki i innowacyjności, przez marketing i HR, po zarządzanie ryzykiem, zrównoważony rozwój i technologie AI pozwoliło na uzyskanie danych odzwierciedlających rzeczywistą złożoność współczesnego łańcucha wartości.

Całość procesu od gromadzenia informacji po ich obróbkę i analizę statystyczną, została zrealizowana z zachowaniem wysokich standardów metodologicznych, co umożliwiło uzyskanie materiału badawczego o dużym potencjale wyjaśniającym. W efekcie badanie dostarcza wiarygodnych podstaw do oceny funkcjonowania przedsiębiorstw motoryzacyjnych, identyfikacji kluczowych zależności oraz formułowania rekomendacji o znaczeniu zarówno praktycznym, jak i poznawczym.

5.3. Statystyki opisowe badanej grupy osób

Celem niniejszego podrozdziału jest przedstawienie statystyk opisowych zarówno dla badanej grupy respondentów, jak i dla kluczowych obszarów funkcjonowania przedsiębiorstw motoryzacyjnych ujętych w modelu badawczym. W pierwszej kolejności scharakteryzowano strukturę próby z punktu widzenia cech organizacyjnych przedsiębiorstw oraz profilu zawodowego kadry kierowniczej, co pozwala na określenie kontekstu, w jakim formułowane są oceny dotyczące łańcucha wartości. Następnie zaprezentowano rozkłady odpowiedzi dla poszczególnych konstruktów latentnych odnoszących się do otoczenia konkurencyjnego, strategii zaopatrzenia, produkcji i lokalizacji, logistyki, innowacyjności, marketingu,

zarządzania zasobami ludzkimi, relacji z klientami, zarządzania ryzykiem, zrównoważonego rozwoju oraz wykorzystania systemów sztucznej inteligencji. Zestawienie średnich, median, odchyleń standardowych oraz wyników testów normalności pozwala na wstępne rozpoznanie poziomu zaawansowania i zróżnicowania badanych obszarów, a także stanowi punkt wyjścia do dalszych analiz zależności i weryfikacji hipotez z wykorzystaniem metod wielowymiarowych.

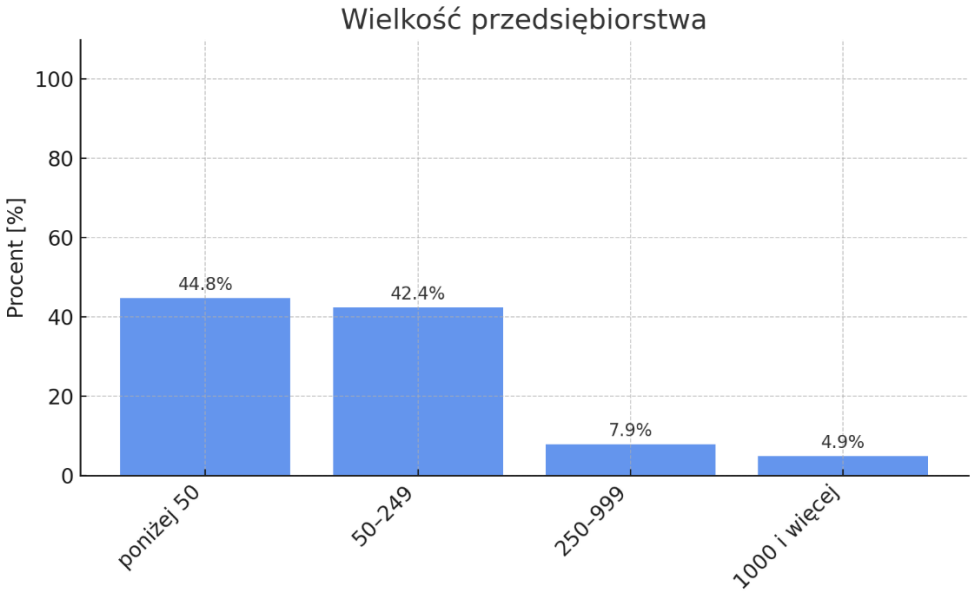
Tabela 1 przedstawia statystyki opisowe dla grupy 326 respondentów reprezentujących sektor motoryzacyjny.

Tabela 1. Statystyki opisowe dla badanej grupy respondentów (N=326)

		n	%
Wielkość przedsiębiorstwa (liczba zatrudnionych pracowników)	poniżej 50	147	44,8%
	50-249	139	42,4%
	250-999	26	7,9%
	1000 i więcej	16	4,9%
Liczba lat pracy na stanowisku kierowniczym	mniej niż 2 lata	78	23,8%
	2-5 lat	84	25,6%
	6-10 lat	86	26,2%
	ponad 10 lat	80	24,4%
Branża działalności przedsiębiorstwa	motoryzacyjna	328	100,0%
Stanowisko zajmowane w przedsiębiorstwie	dyrektor generalny / prezes	13	4,0%
	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	51	15,5%
	kierownik średniego szczebla	180	54,9%
	inny	84	25,6%
Stopień zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie	podstawowy	94	28,7%
	średniozaawansowany	124	37,8%
	zaawansowany	110	33,5%
Zakres odpowiedzialności zawodowej	międzynarodowy	80	24,4%
	krajowy	87	26,5%
	regionalny (kilka oddziałów)	76	23,2%
	lokalny / jeden oddział	85	25,9%

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

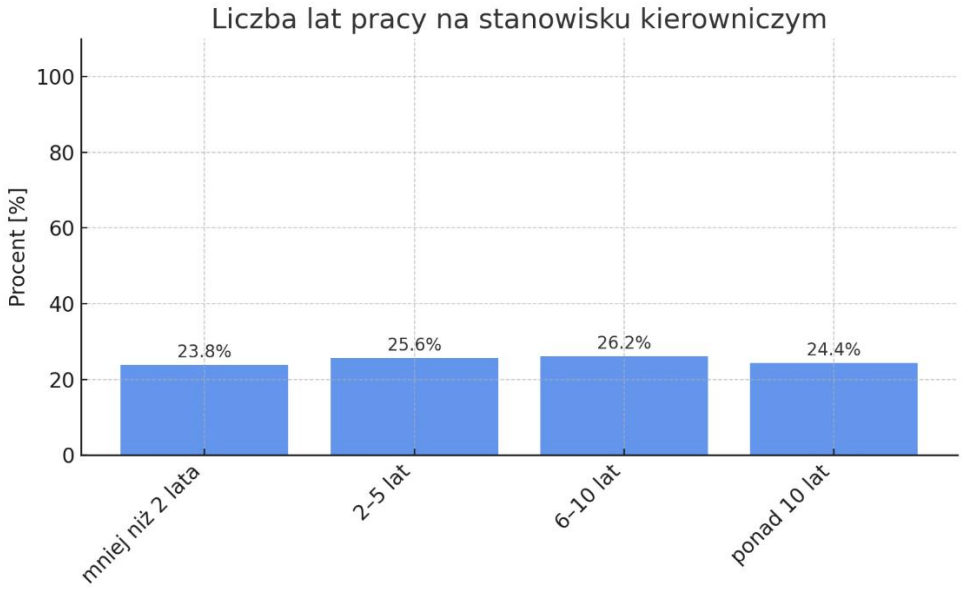
Największy odsetek uczestników badania stanowiły osoby zatrudnione w małych przedsiębiorstwach, zatrudniających poniżej 50 pracowników (44,8%), a niewiele mniejszą grupę reprezentowali respondenci z firm średniej wielkości, liczących od 50 do 249 pracowników (42,4%). Udział osób z większych przedsiębiorstw był znacznie niższy – 7,9% dla firm zatrudniających od 250 do 999 osób oraz 4,9% w przypadku firm zatrudniających powyżej 1000 pracowników (wykres 1).



Wykres 1. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem wielkości przedsiębiorstwa w jakich pracują (N=328)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

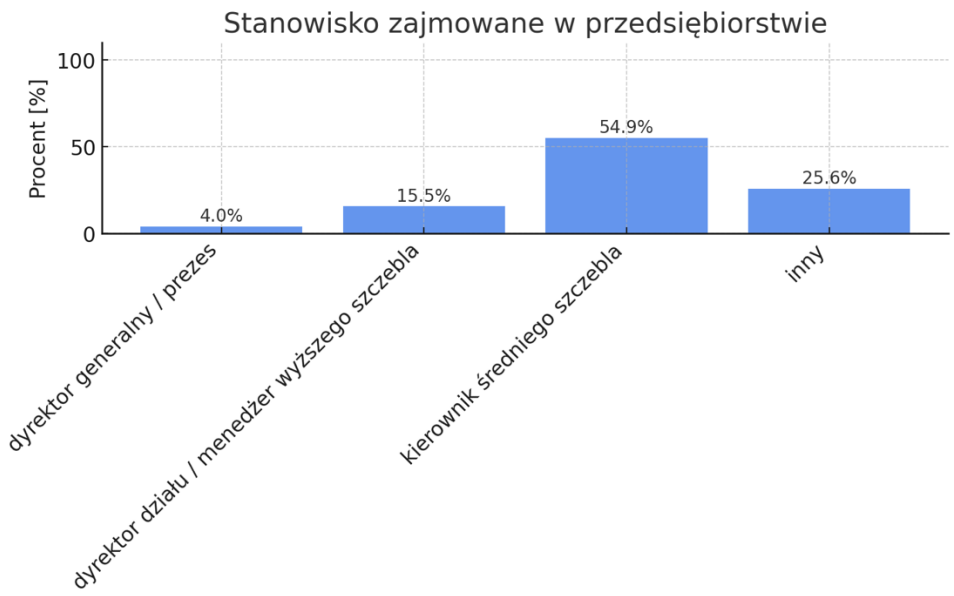
Pod względem doświadczenia na stanowisku kierowniczym, rozkład był dość równomierny: najwięcej osób (26,2%) miało od 6 do 10 lat doświadczenia, a pozostałe grupy poniżej 2 lat, 2-5 lat oraz ponad 10 lat stanowiły odpowiednio 23,8%, 25,6% i 24,4% badanych (wykres 2).



Wykres 2. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem liczby lat pracy na stanowisku kierowniczym (N=328)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wszyscy respondenci (100%) reprezentowali branżę motoryzacyjną. Najliczniejszą grupą stanowili kierownicy średniego szczebla (54,9%), a pozostałe stanowiska to: dyrektorzy działów lub menedżerowie wyższego szczebla (15,5%), osoby zajmujące inne funkcje (25,6%) oraz dyrektorzy generalni lub prezesi (4%) (wykres 3).

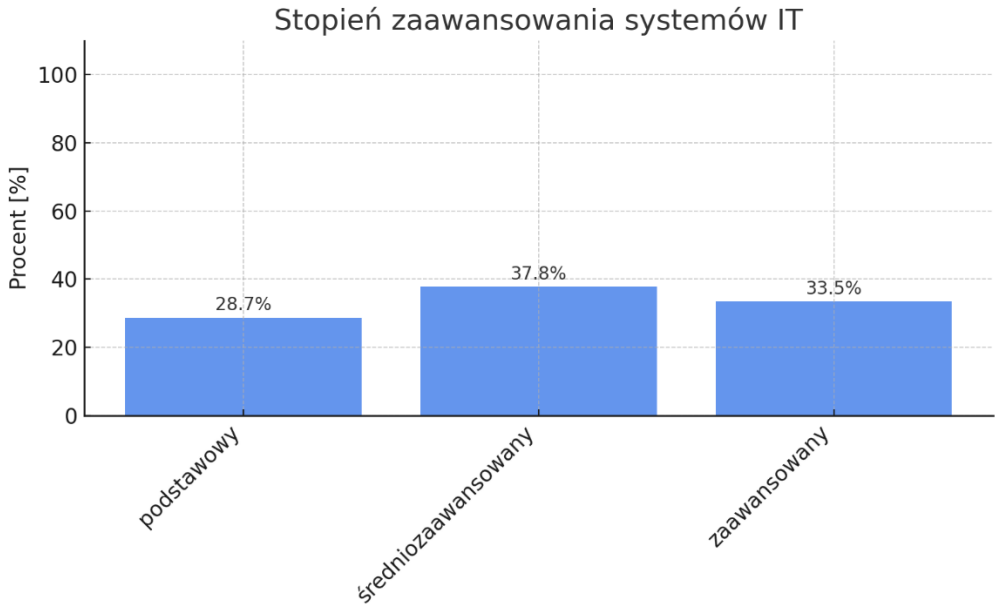


Wykres 3. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem stanowiska zajmowanego w przedsiębiorstwie (N=328)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

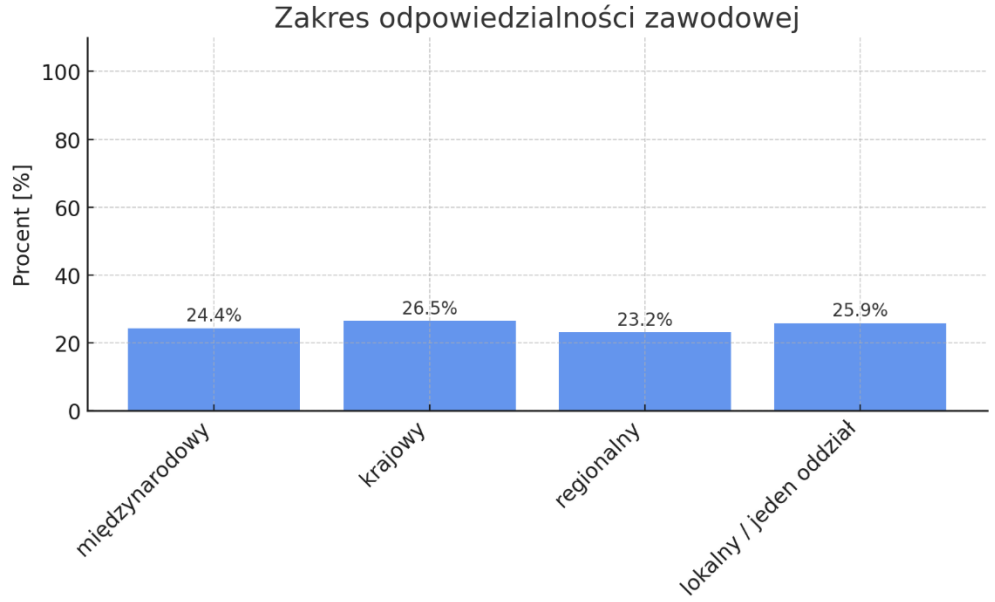
Stopień zaawansowania systemów informatycznych stosowanych w przedsiębiorstwach był zróżnicowany. Najwięcej firm korzystało z systemów średniozaawansowanych (37,8%), nieco mniej z systemów zaawansowanych (33,5%), a 28,7% wskazało na poziom podstawowy (wykres 4).

Jeśli chodzi o zakres odpowiedzialności zawodowej respondentów, najczęściej deklarowany był zasięg krajowy (26,5%) i lokalny (25,9%), a następnie międzynarodowy (24,4%) oraz regionalny (23,2%). Dane te wskazują na dużą różnorodność pod względem wielkości przedsiębiorstw, poziomu doświadczenia zawodowego i zakresu obowiązków respondentów (wykres 5).



Wykres 4. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem stopnia zaawansowania systemów IT w przedsiębiorstwie w jakim pracuje respondent (N=328)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



Wykres 5. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem zakresu odpowiedzialności zawodowej (N=328)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 2 przedstawia statystyki opisowe dla pięciu zmiennych składających się na konstrukt latentny określający wpływ otoczenia konkurencyjnego na działalność

przedsiębiorstwa. Średnie odpowiedzi wahają się od 3,28 do 3,73, co wskazuje na umiarkowany poziom zgody respondentów z przedstawionymi stwierdzeniami. Najwyższą średnią uzyskała zmienna dotycząca wpływu różnorodności regulacji zewnętrznych (3,73), co sugeruje, że właśnie ten czynnik jest postrzegany jako najbardziej oddziałujący na funkcjonowanie firm. Niewiele niżej oceniono wpływ presji konkurencyjnej (3,63) oraz konieczność unowocześniania procesów (3,62), co wskazuje na realną presję rynkową wymuszającą adaptację. Dostęp do efektywniejszych źródeł zaopatrzenia (3,28) i partnerstwa strategiczne (3,30) otrzymały niższe oceny, co może świadczyć o mniejszym wpływie tych czynników lub o trudniejszym ich wykorzystaniu. Wszystkie zmienne cechują się umiarkowanym rozrzutem (SD ≈ 0,88-1,00), co wskazuje na zróżnicowane opinie respondentów. Test Kołmogorowa-Smirnowa wykazuje istotne statystycznie odchylenie od rozkładu normalnego ($p < 0,001$), co należy uwzględnić w analizach dalszych (np. stosując testy nieparametryczne lub metody strukturalne odporne na brak normalności). Ogólnie dane wskazują, że otoczenie konkurencyjne jest realnym i kompleksowym wyzwaniem dla firm, szczególnie w kontekście regulacyjnym i presji modernizacyjnej.

Tabela 2. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	Presja konkurencyjna w naszej branży znacząco wzrosła w ostatnich latach.	3,63	3,00	0,96	0,364	<0,001
	Dostęp do bardziej efektywnych źródeł zaopatrzenia poprawił wyniki naszej firmy.	3,28	3,00	0,89	0,393	<0,001
	Różnorodność regulacji zewnętrznych wpływa istotnie na naszą działalność	3,73	3,00	1,00	0,350	<0,001
	Partnerstwa strategiczne zawierane z innymi podmiotami poprawiają naszą konkurencyjność.	3,30	3,00	0,88	0,397	<0,001
	Rosnąca konkurencja skłoniła naszą firmę do unowocześnienia procesów produkcyjnych.	3,62	3,00	0,97	0,354	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W tabeli 3 opisano pięć zmiennych składających się na konstrukt strategii zaopatrzenia i zarządzania dostawcami. Średnie wyniki wahają się od 3,30 do 3,55, co pokazuje umiarkowane przywiązanie respondentów do poszczególnych aspektów tego obszaru.

Najwyżej oceniono znaczenie kryterium kosztowego przy wyborze dostawców (3,55), co podkreśla, że mimo wzrostu znaczenia innych wartości, koszt nadal pozostaje kluczowym determinantem decyzji zakupowych. Zaangażowanie dostawców w projektowanie produktów (3,48) i zgodność jakości z oczekiwaniami (3,33) wskazują na rozwijające się, choć nie w pełni dojrzałe relacje partnerskie. Średnia dla dostępności wyspecjalizowanych dostawców wyniosła 3,30, a szeroka sieć dostawców spoza firmy również została oceniona umiarkowanie (3,30). Odchylenia standardowe są stosunkowo niskie (ok. 0,85-0,91), co sugeruje dość jednorodne opinie. Wszystkie zmienne odbiegają istotnie od normalności rozkładu ($p < 0,001$). Dane potwierdzają, że strategie zaopatrzenia są zorientowane głównie na efektywność kosztową, z umiarkowaną tendencją do włączania dostawców w procesy innowacyjne.

Tabela 3. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	Współpracujemy z szeroką siecią dostawców spoza firmy.	3,30	3,00	0,89	0,367	<0,001
	Kryterium kosztowe odgrywa kluczową rolę przy wyborze dostawców.	3,55	3,00	0,91	0,381	<0,001
	Jakość dostarczanych komponentów odpowiada naszym oczekiwaniom.	3,33	3,00	0,85	0,387	<0,001
	Nasi dostawcy są zaangażowani w projektowanie i rozwój naszych produktów.	3,48	3,00	0,89	0,395	<0,001
	Mamy dostęp do wysoko wyspecjalizowanych dostawców.	3,30	3,00	0,87	0,364	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 4 ukazuje pięć zmiennych opisujących produkcję i lokalizację zakładów. Średnie wartości wynoszą od 3,26 do 3,58. Najwyższą ocenę uzyskała zmienna mówiąca o szybkiej reakcji na potrzeby rynku (3,58), co sugeruje, że lokalizacja zakładów rzeczywiście przekłada się na elastyczność. Sprawność logistyki między zakładami (3,54) również została oceniona wysoko. Redukcja kosztów pracy dzięki rozmieszczeniu zakładów (3,30) i elastyczność (3,29) są na zbliżonym poziomie, co może oznaczać umiarkowaną efektywność lokalizacji. Najniżej oceniono wpływ presji rynkowej na relokację produkcji (3,26), co może oznaczać, że decyzje te nie są często podejmowane lub nie mają jeszcze odczuwalnych skutków. Wszystkie zmienne mają umiarkowane odchylenia standardowe (ok. 0,85-0,94), co potwierdza względnie stabilne

opinie. Statystyki normalności są istotne (p < 0,001), co ponownie wymaga ostrożności interpretacyjnej. Ogółem wyniki wskazują na umiarkowaną skuteczność polityki lokalizacyjnej i produkcyjnej, z wyraźnym naciskiem na elastyczność rynkową.

Tabela 4. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Produkcja i lokalizacja zakładów"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Produkcja i lokalizacja zakładów	Rozmieszczenie naszych zakładów produkcyjnych umożliwia redukcję kosztów pracy.	3,30	3,00	0,89	0,375	<0,001
	Obecna struktura lokalizacji produkcji pozwala nam szybko reagować na potrzeby rynku.	3,58	3,00	0,94	0,368	<0,001
	Decyzje o relokacji produkcji wynikały z presji rynkowej.	3,26	3,00	0,89	0,348	<0,001
	Logistyka między naszymi zakładami funkcjonuje sprawnie.	3,54	3,00	0,89	0,378	<0,001
	Lokalizacja naszych zakładów zwiększa elastyczność przedsiębiorstwa.	3,29	3,00	0,85	0,377	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 5 zawiera dane statystyczne dla pięciu zmiennych opisujących konstrukt „Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw". Średnie wartości odpowiedzi wahają się w przedziale od 3,28 do 3,62, co świadczy o umiarkowanie pozytywnej ocenie tego obszaru przez respondentów. Najwyższą średnią (3,62) uzyskała zmienna dotycząca istotności minimalizacji kosztów logistyki, co potwierdza, że racjonalizacja kosztowa pozostaje jednym z głównych celów w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Odporność na zakłócenia zewnętrzne została oceniona na poziomie 3,55, co można uznać za pozytywny sygnał w kontekście zdolności adaptacyjnych firm do zmiennych warunków rynkowych. Efektywna współpraca z operatorami logistycznymi otrzymała średnią 3,33, co wskazuje na umiarkowaną skuteczność relacji partnerskich w logistyce. Czas dostaw oceniony został na 3,29, a wykorzystanie narzędzi cyfrowych na 3,28. Niższe wartości tych wskaźników mogą sugerować, że choć narzędzia cyfrowe są wdrażane, ich pełny potencjał nie jest jeszcze w pełni wykorzystywany. Wszystkie odchylenia standardowe mieszczą się w przedziale 0,82-0,91, co świadczy o względnej spójności opinii. Wyniki testu Kołmogorowa-Smirnowa są istotne dla wszystkich zmiennych (p < 0,001), co oznacza, że dane nie spełniają założeń normalności rozkładu. Mimo to, ze względu na dużą liczebność próby, można stosować estymacje metodą największej

wiarygodności w SEM. Łańcuch dostaw wydaje się być częściowo zautomatyzowany i odporny, lecz z wyraźnymi obszarami wymagającymi rozwoju, szczególnie w zakresie cyfryzacji i przewidywalności dostaw. Respondenci dostrzegają wyzwania w logistyce, lecz jednocześnie traktują ją jako priorytetowy obszar optymalizacji. Znaczenie minimalizacji kosztów może wskazywać na presję konkurencyjną oraz konieczność osiągania przewag. Warto również zauważyć, że odpowiedzi są zrównoważone, bez wyraźnych ekstremów, co świadczy o umiarkowanie rozwiniętej dojrzałości procesów logistycznych w firmach. Obszar ten może zatem stanowić fundament dla dalszej transformacji cyfrowej i optymalizacji. Przyszłe działania powinny skupić się na zwiększeniu przewidywalności dostaw i bardziej zaawansowanej integracji systemów informatycznych z partnerami logistycznymi. Dane te stanowią solidną podstawę do dalszej analizy strukturalnej roli logistyki w modelu SEM.

Tabela 5. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	Nasz łańcuch dostaw jest odporny na zakłócenia zewnętrzne.	3,55	3,00	0,89	0,393	<0,001
	Współpraca z operatorami logistycznymi przebiega efektywnie.	3,33	3,00	0,87	0,364	<0,001
	Czas dostaw komponentów jest przewidywalny i akceptowalny.	3,29	3,00	0,82	0,399	<0,001
	Minimalizacja kosztów logistyki jest dla naszej firmy istotnym celem.	3,62	3,00	0,91	0,370	<0,001
	Wykorzystujemy narzędzia cyfrowe do zarządzania łańcuchem dostaw.	3,28	3,00	0,84	0,398	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 6 prezentuje zmienne określające poziom innowacyjności i aktywność firm w zakresie rozwoju produktów. Średnie ocen w tej tabeli mieszczą się w przedziale 3,24-3,55, co wskazuje na umiarkowane przekonanie respondentów o innowacyjności własnych przedsiębiorstw. Najwyżej oceniono wpływ presji konkurencyjnej na wzrost innowacyjności (3,55), co potwierdza, że to właśnie intensyfikacja rywalizacji rynkowej wymusza zmiany i rozwój. Na drugim miejscu uplasowała się współpraca z zewnętrznymi partnerami w zakresie innowacji (3,53), co sugeruje otwartość firm na kooperację i korzystanie z zewnętrznych źródeł

wiedzy. Wprowadzanie nowych technologii w odpowiedzi na potrzeby rynku osiągnęło średnią 3,43, co wskazuje na wysoki poziom adaptacyjności przedsiębiorstw. Najniżej oceniono realizację prac B+R poza główną siedzibą firmy (3,24), co może świadczyć o ograniczonym zakresie outsourcingu procesów badawczo-rozwojowych. Zmiany rynkowe wpływające na kierunki działań rozwojowych uzyskały średnią 3,29, co odzwierciedla umiarkowaną reaktywność firm na zmiany w otoczeniu. Odchylenia standardowe pozostają na poziomie 0,77-0,91, co wskazuje na umiarkowane zróżnicowanie odpowiedzi. Wszystkie zmienne istotnie odbiegają od rozkładu normalnego ($p < 0,001$), co po raz kolejny potwierdza konieczność stosowania metod statystycznych odpornych na nienormalność. Wyniki sugerują, że firmy motoryzacyjne w Polsce są świadome znaczenia innowacji, lecz poziom ich zaawansowania w tym zakresie jest umiarkowany. Dostrzegalna jest zależność między otoczeniem konkurencyjnym a wdrażaniem innowacji, co dobrze wpisuje się w logikę modelu SEM. Firmy deklarują działania odpowiadające na potrzeby rynku, lecz wciąż nie osiągają one poziomu wysokiej systematyzacji działań B+R. Można więc przypuszczać, że wiele działań rozwojowych ma charakter reaktywny, a nie strategiczny. Dane te sugerują również potencjał do rozwoju współpracy z ośrodkami badawczymi i startupami. Warto rozważyć w przyszłości ocenę poziomu nakładów na innowacje oraz stopnia formalizacji procesów B+R.

Tabela 6. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Innowacje i rozwój produktów"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Innowacje i rozwój produktów	Wzrost konkurencyjności rynku zwiększył nacisk na innowacyjność w naszej firmie.	3,55	3,00	0,91	0,387	<0,001
	Część naszych prac badawczo-rozwojowych realizowana jest poza główną siedzibą.	3,24	3,00	0,77	0,402	<0,001
	Współpraca z zewnętrznymi partnerami wspiera rozwój innowacji produktowych.	3,53	3,00	0,90	0,391	<0,001
	Zmiany rynkowe wpływają na wybór kierunków naszych działań rozwojowych.	3,29	3,00	0,82	0,371	<0,001
	Wprowadzamy nowe technologie w odpowiedzi na potrzeby rynku.	3,43	3,00	0,86	0,400	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 7 prezentuje pięć zmiennych składających się na konstrukt „Marketing i zarządzanie marką". Średnie wartości dla wszystkich zmiennych mieszczą się w przedziale od 3,27 do 3,54, co wskazuje na umiarkowany poziom rozwoju działań marketingowych i spójnego zarządzania marką w badanych przedsiębiorstwach. Najwyższą średnią (3,54) uzyskała zmienna odnosząca się do utrzymywania spójnego wizerunku marki niezależnie od miejsca sprzedaży. Wskazuje to na dużą wagę przykładania do jednolitej komunikacji marki, niezależnie od kanału dystrybucji. Na drugim miejscu znalazło się pozytywne postrzeganie marki w różnych regionach (3,49), co sugeruje skuteczność strategii budowania rozpoznawalności. Strategia dostosowywania działań marketingowych do różnych segmentów rynku oceniona została na 3,34, co wskazuje na umiarkowaną elastyczność w podejściu do klientów. Analiza preferencji klientów otrzymała średnią 3,27, a dostosowanie działań promocyjnych do konkurencji 3,30. Te wyniki sugerują, że działania marketingowe są podejmowane, ale mogą być jeszcze zbyt reaktywne, a nie w pełni strategiczne. Odchylenia standardowe wahają się od 0,83 do 0,89, co oznacza umiarkowane zróżnicowanie odpowiedzi.

Tabela 7. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Marketing i zarządzanie marką"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Marketing i zarządzanie marką	Nasze działania marketingowe są dostosowane do różnych segmentów rynku.	3,34	3,00	0,87	0,355	<0,001
	Obecność naszej marki w różnych regionach wpływa pozytywnie na jej postrzeganie.	3,49	3,00	0,88	0,407	<0,001
	Regularnie analizujemy zmieniające się preferencje klientów.	3,27	3,00	0,83	0,378	<0,001
	Utrzymujemy spójny wizerunek marki niezależnie od miejsca sprzedaży.	3,54	3,00	0,89	0,376	<0,001
	Strategie promocyjne są dostosowywane do działań konkurencji.	3,30	3,00	0,87	0,369	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Test Kołmogorowa-Smirnowa wykazał istotne statystycznie odchylenia od rozkładu normalnego dla każdej zmiennej ($p < 0,001$), co może być wynikiem asymetrii w rozkładach odpowiedzi. Ogólny obraz wskazuje, że działania marketingowe są obecne w firmach, ale nie dominują jako strategiczny czynnik konkurencyjności. Mimo relatywnie wysokiego wyniku dla

spójności marki, niższe oceny w zakresie monitorowania preferencji i reagowania na działania konkurencji mogą wskazywać na potrzebę pogłębionej analityki marketingowej. Warto zauważyć, że konstrukty te są ze sobą powiązane; analiza preferencji klientów powinna bezpośrednio przekładać się na segmentację, a ta z kolei na dopasowane działania promocyjne. Braki w jednym z tych ogniw osłabiają skuteczność całego systemu marketingowego. W przyszłości firmy powinny skoncentrować się na systematycznym badaniu zachowań klientów oraz na wzmacnianiu kompetencji analitycznych. Dane z tabeli stanowią podstawę do refleksji nad koniecznością zbudowania silniejszych przewag konkurencyjnych opartych na marce i relacjach z rynkiem.

Tabela 8 przedstawia wyniki statystyk opisowych dla zmiennych dotyczących zarządzania zasobami ludzkimi w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych. Średnie wartości mieszczą się w przedziale od 3,29 do 3,55, co wskazuje na umiarkowanie pozytywną ocenę działań w obszarze HR. Najwyższą średnią uzyskały dwie zmienne: wysoka różnorodność kulturowa i kompetencyjna w zespole (3,55) oraz możliwość przemieszczania się pracowników między lokalizacjami firmy (3,53). Wskazuje to na relatywnie wysoką mobilność kadry oraz na obecność zróżnicowanych zespołów, co może być wynikiem działalności międzynarodowej i projektowej wielu firm w branży motoryzacyjnej. Dobrze oceniono również przygotowanie pracowników do pracy w zespołach wielokulturowych (3,53), co świadczy o rozwiniętej polityce HR w zakresie szkoleń i adaptacji. Najniższe średnie uzyskały zmienne odnoszące się do elastyczności procedur HR (3,29) oraz wpływu zróżnicowania na kreatywność i innowacyjność (3,29). Może to wskazywać, że choć różnorodność jest obecna, nie zawsze przekłada się w oczach respondentów na realne korzyści organizacyjne, np. wzrost innowacyjności. Odchylenia standardowe są umiarkowane i wahają się od 0,82 do 0,89, co świadczy o względnej spójności opinii. Testy normalności wykazały istotność statystyczną dla wszystkich zmiennych ($p < 0,001$), co sugeruje nienormalność rozkładu danych. Mimo tego, można zauważyć, że ogólny poziom rozwoju działań HR w firmach jest umiarkowany, a organizacje wykazują otwartość na mobilność i różnorodność pracowniczą. Jednocześnie dane wskazują, że brakuje zintegrowanego podejścia do wykorzystania tych zasobów jako źródła innowacji i przewag konkurencyjnych. Może to oznaczać niedostateczne wykorzystywanie narzędzi zarządzania talentami lub brak silnej kultury organizacyjnej wspierającej różnorodność. Wyniki sugerują też potrzebę dalszego rozwoju w zakresie elastyczności polityki HR, by efektywniej reagować na zmienne potrzeby kadry i otoczenia biznesowego. Tabela 8 dostarcza więc cennych informacji o potencjale rozwojowym działów personalnych i konieczności integracji strategii HR z innymi obszarami funkcjonowania firmy.

Tabela 8. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Zarządzanie zasobami ludzkimi”

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Zarządzanie zasobami ludzkimi	Nasz zespół cechuje się wysoką różnorodnością kulturową i kompetencyjną.	3,55	3,00	0,89	0,387	<0,001
	Zróżnicowanie zespołu pozytywnie wpływa na kreatywność i innowacyjność.	3,29	3,00	0,87	0,380	<0,001
	Pracownicy są przygotowani do pracy w zróżnicowanych kulturowo zespołach.	3,53	3,00	0,88	0,401	<0,001
	Nasze procedury HR są elastyczne i dopasowane do zróżnicowanego środowiska.	3,29	3,00	0,82	0,392	<0,001
	Pracownicy mają możliwość przemieszczania się między lokalizacjami firmy.	3,53	3,00	0,88	0,381	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 9 zawiera dane statystyczne dla pięciu zmiennych opisujących konstrukt „Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa”. Średnie wartości odpowiedzi respondentów mieszczą się w przedziale od 3,24 do 3,50, co oznacza umiarkowanie pozytywną ocenę obszaru obsługi klienta w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych. Najwyższą średnią uzyskała zmienna dotycząca sprawnego działania obsługi posprzedażowej we wszystkich lokalizacjach (3,50), co świadczy o dobrym rozwoju sieci serwisowej i wysokim poziomie standaryzacji usług. Równie wysoko oceniono znajomość oczekiwań klientów (3,49), co sugeruje, że badane firmy przykładają wagę do monitorowania i rozumienia potrzeb rynku. Średnie na poziomie 3,26 uzyskały zmienne dotyczące elastyczności systemu obsługi klienta oraz monitorowania poziomu satysfakcji, to relatywnie niższe wartości, mogące wskazywać na niewystarczającą systematyzację tych działań. Najniższą ocenę otrzymało wykorzystanie narzędzi cyfrowych do kontaktu z klientami (3,24), co jest niepokojącym sygnałem, zwłaszcza w dobie cyfryzacji relacji konsumenckich. Odchylenia standardowe wynoszą od 0,83 do 0,89, co świadczy o umiarkowanym zróżnicowaniu odpowiedzi wśród respondentów. Wszystkie zmienne wykazują statystycznie istotne odchylenia od normalności rozkładu ($p < 0,001$). Oznacza to, że choć firmy wykazują umiarkowany poziom rozwoju w zakresie obsługi klienta, to jednocześnie pojawiają się wyraźne różnice w zakresie jakości realizacji tych procesów. Szczególną uwagę warto zwrócić na relatywnie niskie oceny w zakresie elastyczności systemów i cyfryzacji, które w długofalowej perspektywie mogą ograniczać skuteczność komunikacji z klientem i wpływać

negatywnie na satysfakcję oraz lojalność. Wysoka ocena znajomości potrzeb klientów nie znajduje pełnego odzwierciedlenia w praktyce, co może świadczyć o lukach między deklarowanym poziomem wiedzy a realnym wdrażaniem działań. Dane z tej tabeli wskazują na konieczność dalszego rozwoju narzędzi CRM, automatyzacji obsługi oraz integracji cyfrowych kanałów kontaktu z klientem. Istotne będzie także wdrożenie systemów do monitorowania i szybkiego reagowania na opinie klientów w czasie rzeczywistym. Podsumowując, obszar relacji z klientami w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych jest rozwinięte umiarkowanie, a dane wskazują na potencjał do dalszej profesjonalizacji i cyfrowej transformacji obsługi klienta.

Tabela 9. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	Nasz system obsługi klienta jest elastyczny i dopasowany do różnych potrzeb.	3,26	3,00	0,87	0,371	<0,001
	Posiadamy dobrą wiedzę o oczekiwaniach naszych klientów.	3,49	3,00	0,85	0,393	<0,001
	Regularnie monitorujemy poziom satysfakcji klientów.	3,26	3,00	0,83	0,357	<0,001
	Obsługa posprzedażowa funkcjonuje sprawnie w każdej lokalizacji.	3,50	3,00	0,89	0,382	<0,001
	Narzędzia cyfrowe skutecznie wspierają kontakt z klientami.	3,24	3,00	0,84	0,388	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 10 przedstawia statystyki opisowe dla pięciu zmiennych odnoszących się do konstruktu „Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem". Średnie ocen poszczególnych zmiennych wahają się od 3,27 do 3,52, co wskazuje na dość wyrównany poziom ocen oraz umiarkowane zaawansowanie działań w tym zakresie. Najwyżej oceniono przygotowanie firm na zakłócenia w łańcuchu dostaw (3,52), co potwierdza, że przedsiębiorstwa są coraz bardziej świadome zagrożeń związanych z globalną niestabilnością i odpowiednio się zabezpieczają. Drugą najwyżej ocenioną zmienną jest zwiększający się zakres ryzyk związanych ze zmieniającym się otoczeniem (3,48), co świadczy o dużej świadomości niepewności i zmienności środowiska gospodarczego. Działania prewencyjne ograniczające straty oceniono niżej (3,27), podobnie jak dostosowanie systemu zarządzania ryzykiem do zmiennych

warunków (3,27) oraz regularną analizę ryzyk (3,27). Niskie wartości w tych obszarach sugerują, że mimo świadomości zagrożeń, praktyczne działania zapobiegawcze mogą być nadal niewystarczające lub nieregularnie stosowane. Odchylenia standardowe dla wszystkich zmiennych mieszczą się w zakresie od 0,82 do 0,90, co oznacza umiarkowane zróżnicowanie odpowiedzi. Testy normalności Kołmogorowa-Smirnowa wykazały istotność ($p < 0,001$), co należy wziąć pod uwagę w analizach statystycznych. Interpretacja tych wyników wskazuje na występowanie rozbieżności między postrzeganą potrzebą zarządzania ryzykiem a rzeczywistym wdrożeniem narzędzi i procedur. Firmy są świadome rosnącego znaczenia ryzyk, ale ich systemy zarządzania tymi zagrożeniami mogą być nadal na etapie rozwoju. Może to świadczyć o istnieniu barier strukturalnych, braku dedykowanych zasobów lub niedostatecznej integracji polityk zarządzania ryzykiem z innymi obszarami działalności. Wskazane jest, aby przedsiębiorstwa rozbudowywały swoje struktury w tym zakresie, szczególnie poprzez wdrożenie systemów wczesnego ostrzegania, tworzenie planów ciągłości działania oraz audytów ryzyk strategicznych. Dane z tabeli 10 sugerują, że zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem stanowi ważny, lecz nadal wymagający wzmocnienia element zintegrowanego systemu zarządzania w branży motoryzacyjnej.

Tabela 10. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	Zmieniające się otoczenie zwiększa zakres ryzyk, z którymi musimy się mierzyć.	3,48	3,00	0,87	0,402	<0,001
	Nasz system zarządzania ryzykiem jest dostosowany do zmiennych warunków rynkowych.	3,27	3,00	0,82	0,390	<0,001
	Regularnie analizujemy ryzyka związane z sytuacją gospodarczą	3,27	3,00	0,86	0,377	<0,001
	Jesteśmy przygotowani na zakłócenia w łańcuchu dostaw.	3,52	3,00	0,90	0,380	<0,001
	Działania prewencyjne pozwalają ograniczać straty	3,27	3,00	0,85	0,378	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 11 przedstawia statystyki opisowe dla pięciu zmiennych składających się na konstrukt „Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna". Średnie wartości odpowiedzi mieszczą się w przedziale od 3,25 do 3,56, co sugeruje umiarkowanie pozytywną

ocenę przez respondentów działań podejmowanych przez ich firmy w tym obszarze. Najwyżej oceniono strategię uwzględniającą działania na rzecz środowiska i społeczności (3,56), co wskazuje na rosnącą świadomość i wdrażanie elementów CSR (ang. *Corporate Social Responsibility*) w strategii korporacyjnej. Wysoko oceniono również przestrzeganie standardów etycznych i środowiskowych (3,54) oraz znaczenie inicjatyw CSR dla pozycji rynkowej (3,52), co świadczy o uznaniu tego obszaru za istotny element budowania wartości firmy. Zmienne dotyczące oczekiwań klientów wobec działań proekologicznych (3,25) i zrównoważonego rozwoju w cyklu życia produktu (3,27) uzyskały niższe oceny, co może sugerować, że działania te nie są jeszcze powszechnie wdrażane na poziomie operacyjnym lub są wdrażane wybiórczo. Odchylenia standardowe dla zmiennych wahają się w zakresie od 0,81 do 0,93, co wskazuje na umiarkowane zróżnicowanie opinii. Wysokie SD przy przestrzeganiu standardów (0,93) może świadczyć o różnym poziomie formalizacji tych działań w zależności od organizacji.

Tabela 11. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna"

Statystyki					**Test normalności Kołmogorowa Smirnowa**	
Zmienna		**Średnia**	**Mediana**	**Odchylenie standardowe**	**Statystyka**	**p**
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	Nasza strategia uwzględnia działania na rzecz środowiska i społeczności.	3,56	3,00	0,91	0,384	<0,001
	Dbamy o zrównoważony rozwój w całym cyklu życia produktu.	3,27	3,00	0,87	0,370	<0,001
	Przestrzegamy wysokich standardów etycznych i środowiskowych.	3,54	3,00	0,93	0,381	<0,001
	Nasi klienci oczekują zaangażowania w działania proekologiczne.	3,25	3,00	0,81	0,391	<0,001
	Inicjatywy z zakresu odpowiedzialności społecznej wspierają naszą pozycję rynkową.	3,52	3,00	0,88	0,387	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wyniki testu Kołmogorowa-Smirnowa dla wszystkich zmiennych są istotne ($p < 0,001$), co potwierdza brak normalności rozkładu i konieczność ostrożnego stosowania metod parametrycznych. Pomimo umiarkowanych średnich, dane pokazują, że zrównoważony rozwój nie jest już tematem marginalnym, lecz staje się częścią strategii firm motoryzacyjnych.

Pozytywnym sygnałem jest to, że inicjatywy CSR są nie tylko deklaratywne, ale również rozpoznawalne jako wpływające na pozycję rynkową firmy. Z drugiej strony, niskie wyniki dla działań operacyjnych wskazują na rozbieżność między strategią a wdrożeniem, możliwe że działania CSR są postrzegane głównie przez pryzmat komunikacyjny, a nie jako narzędzie do systematycznej poprawy procesów. Dane te potwierdzają też, że oczekiwania klientów w zakresie zrównoważonego rozwoju nie zawsze przekładają się na konkretne decyzje zakupowe, co może osłabiać motywację firm do inwestycji w tym obszarze. Rekomendacją wynikającą z danych jest potrzeba dalszej edukacji rynku, większego powiązania CSR z innowacjami oraz wdrażania systemów monitorowania efektów społecznych i środowiskowych. Tabela 11 dostarcza więc wartościowego wglądu w poziom dojrzałości firm w zakresie ESG (*Environmental, Social and Governance*) i pokazuje, że choć kierunek zmian jest właściwy, intensywność działań może jeszcze wzrosnąć.

Tabela 12 zawiera dane statystyczne dla pięciu zmiennych związanych z konstruktem „Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa". Średnie odpowiedzi respondentów wahają się od 3,22 do 3,63, co sugeruje umiarkowanie pozytywny odbiór wdrożeń technologii sztucznej inteligencji w firmach motoryzacyjnych. Najwyżej oceniono wpływ AI na efektywność zarządzania produkcją (3,63), co potwierdza, że technologie te są szczególnie cenione w obszarach operacyjnych i mają realny wpływ na poprawę efektywności procesów wytwórczych. Na drugim miejscu znalazła się poprawa dokładności prognoz popytu i sprzedaży (3,45), co wskazuje na zastosowanie AI w analizie danych rynkowych. Korzystanie z różnych systemów wspomagających zarządzanie, takich jak CRM, SCM i BI, oceniono na 3,48, co sugeruje umiarkowane nasycenie organizacji technologiami wspierającymi decyzje zarządcze. Automatyzacja zadań za pomocą AI została oceniona na 3,34, co może oznaczać, że nie wszystkie firmy w pełni wykorzystują potencjał tych rozwiązań w zakresie rutynowych czynności. Najniższą średnią uzyskała zmienna dotycząca integracji systemu ERP z innymi rozwiązaniami (3,22), co może wskazywać na brak spójnej architektury informatycznej w części organizacji. Odchylenia standardowe wahały się od 0,80 do 0,91, co oznacza relatywnie niewielkie zróżnicowanie odpowiedzi, choć niektóre firmy mogą mieć znacząco wyższy stopień zaawansowania technologicznego niż inne. Testy normalności Kołmogorowa-Smirnowa wykazały istotność statystyczną dla wszystkich zmiennych ($p < 0,001$), co sugeruje brak normalnego rozkładu. Dane te wskazują, że AI jest obecne w działalności firm motoryzacyjnych, szczególnie w obszarach predykcyjnych i produkcyjnych, ale jego wdrożenie nie jest jeszcze całościowe ani zintegrowane. Widać także wyraźne ograniczenia w zakresie systemowej integracji różnych narzędzi, co może utrudniać pełne wykorzystanie możliwości

AI. Relatywnie niska ocena automatyzacji rutynowych zadań wskazuje na konieczność dalszych inwestycji w robotyzację procesów administracyjnych i wspierających. Firmy wydają się być na etapie przejściowym, między testowaniem wybranych narzędzi a wdrażaniem kompleksowej strategii cyfrowej. Zaleceniem wynikającym z danych może być konieczność przyspieszenia cyfrowej transformacji w sposób planowy i zintegrowany, szczególnie z wykorzystaniem AI w obszarach takich jak zarządzanie łańcuchem dostaw, planowanie produkcji i obsługa klienta. Tabela 12 dostarcza wniosków, że choć kierunek jest właściwy, to stopień zaawansowania cyfryzacji z użyciem AI nadal pozostaje nierównomierny i wymaga dalszego rozwoju.

Tabela 12. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa"

Statystyki					Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
Zmienna		Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	Systemy AI pomagają automatyzować powtarzalne zadania w naszej firmie.	3,34	3,00	0,86	0,370	<0,001
	Dzięki AI poprawia się dokładność prognoz sprzedaży i popytu.	3,45	3,00	0,89	0,406	<0,001
	Wdrożenie AI przyczyniło się do poprawy efektywności zarządzania produkcją.	3,63	3,00	0,91	0,368	<0,001
	Nasz system ERP jest dobrze zintegrowany z innymi systemami wspierającymi działalność firmy.	3,22	3,00	0,80	0,381	<0,001
	Korzystamy z różnych systemów wspomagających zarządzanie (np. CRM, SCM, BI), które uzupełniają funkcje ERP.	3,48	3,00	0,88	0,397	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Przeprowadzona analiza statystyk opisowych ujawnia, że badana grupa respondentów reprezentuje zróżnicowane pod względem wielkości, poziomu dojrzałości technologicznej oraz zakresu odpowiedzialności zawodowej przedsiębiorstwa sektora motoryzacyjnego, co sprzyja uchwyceniu złożonego obrazu funkcjonowania łańcucha wartości. Oceny poszczególnych konstruktów wskazują na ogólnie umiarkowany poziom rozwoju analizowanych obszarów tj. widoczna jest wyraźna orientacja na efektywność kosztową i sprawność (zwłaszcza w zaopatrzeniu, logistyce i produkcji), przy równoczesnym stopniowym wzmacnianiu roli innowacji, działań marketingowych, zarządzania zasobami ludzkimi oraz inicjatyw z zakresu zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialności społecznej. Zastosowanie systemów

informatycznych i rozwiązań opartych na AI jest już obecne w praktyce badanych firm, lecz ma w wielu przypadkach charakter częściowo fragmentaryczny i nierównomiernie zaawansowany. Wyniki testów normalności potwierdzają, że rozkłady większości zmiennych odbiegają od rozkładu normalnego, co uzasadnia wykorzystanie w dalszych etapach badań metod nieparametrycznych oraz technik modelowania równań strukturalnych odpornych na naruszenie tego założenia. Zarysowany na podstawie statystyk opisowych profil badanych przedsiębiorstw i ocen analizowanych obszarów stanowi istotne tło interpretacyjne dla analiz inferencyjnych, umożliwiając precyzyjną ocenę wpływu cech organizacyjnych, otoczenia konkurencyjnego i wdrażanych technologii cyfrowych na funkcjonowanie łańcucha wartości w polskiej branży motoryzacyjnej.

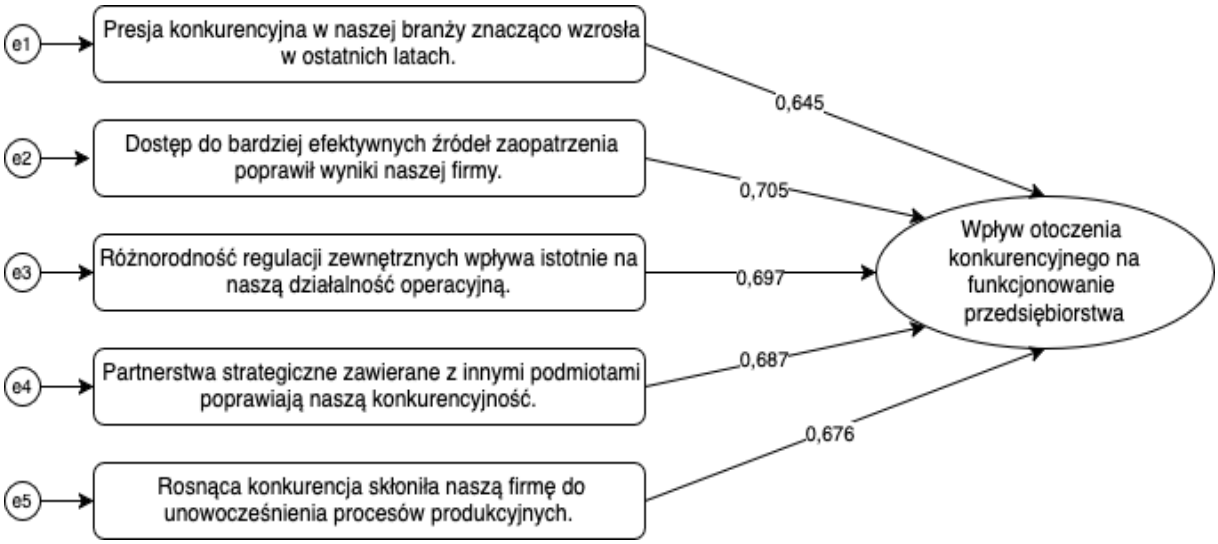
5.4. Analiza czynnikowa konfirmacyjna i analiza rzetelności

W niniejszym podrozdziale przedstawiono wyniki weryfikacji empirycznej modelu pomiarowego z wykorzystaniem analizy czynnikowej konfirmacyjnej oraz analizy rzetelności skal. Celem tego etapu było sprawdzenie, czy przyjęta koncepcja jedenastu obszarów łańcucha wartości od otoczenia konkurencyjnego, przez obszary funkcjonalne, aż po zrównoważony rozwój i wykorzystanie systemów AI znajduje odzwierciedlenie w rzeczywistych zależnościach między pozycjami kwestionariusza. Zastosowanie CFA umożliwiło ocenę jakości dopasowania modeli jednoczynnikowych, siły powiązań między wskaźnikami a zmiennymi ukrytymi oraz identyfikację ewentualnych słabszych elementów narzędzia badawczego. Uzupełniająca analiza rzetelności pozwoliła z kolei ustalić, czy poszczególne skale tworzą spójne i stabilne miary badanych konstruktów, co jest warunkiem koniecznym dla dalszego wykorzystania ich w modelowaniu równań strukturalnych oraz przy formułowaniu wniosków dotyczących wpływu globalizacji na funkcjonowanie przedsiębiorstw motoryzacyjnych.

W przedstawionej analizie czynnikowej konfirmacyjnej (CFA), zaprezentowanej na rysunkach 6-16, oceniono trafność i rzetelność jedenastu konstrukcji teoretycznych opisujących kluczowe obszary funkcjonowania przedsiębiorstw motoryzacyjnych. Każdy z rysunków ukazuje model pomiarowy złożony z obserwowanych zmiennych (wskaźników) i jednej zmiennej latentnej (ukrytej), która reprezentuje dany konstrukt. Między zmiennymi zaznaczone są ścieżki (ładunki czynnikowe) ilustrujące siłę związku wskaźników z konstruktem głównym,

natomiast na strzałkach zamieszczono wartości współczynników regresji oraz błędów pomiarowych.

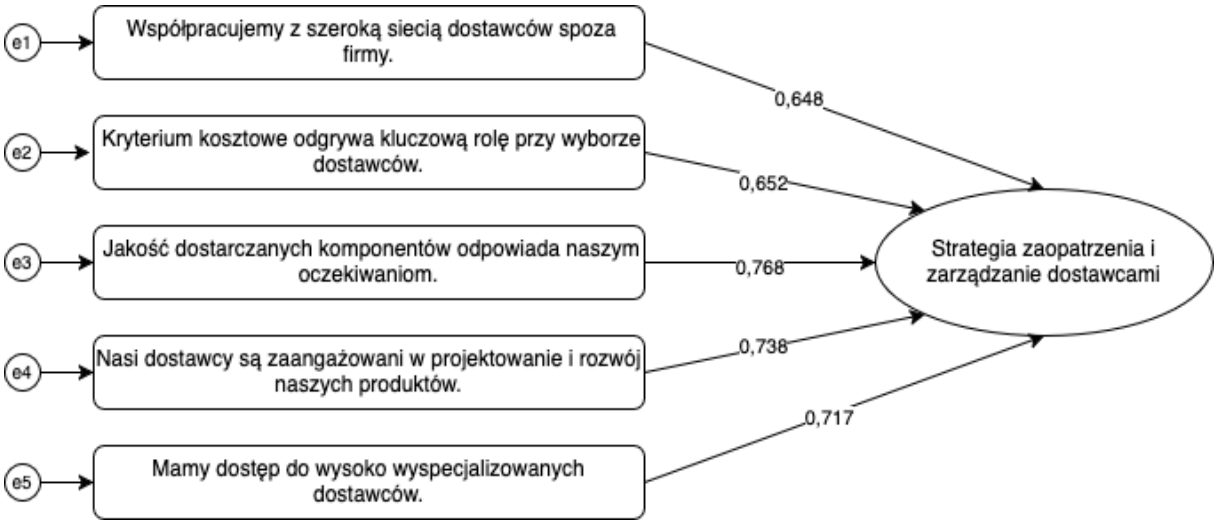
Na rysunku 2, dotyczącym wpływu otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa, zaprezentowany model wykazuje bardzo dobre dopasowanie do danych (RMSEA=0,031; CFI=0,987). Struktura modelu wskazuje na silne powiązania między zmienną latentną a jej wskaźnikami, co podkreśla trafność konstruktu. Wartości estymowanych ścieżek sugerują, że poszczególne cechy otoczenia, takie jak presja cenowa czy zmienność rynku, istotnie kształtują sposób działania firm.



Rysunek 2. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa (RMSEA=0,031; CFI=0,987; Alfa Cronbacha=0,711; CMIN=40,322; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

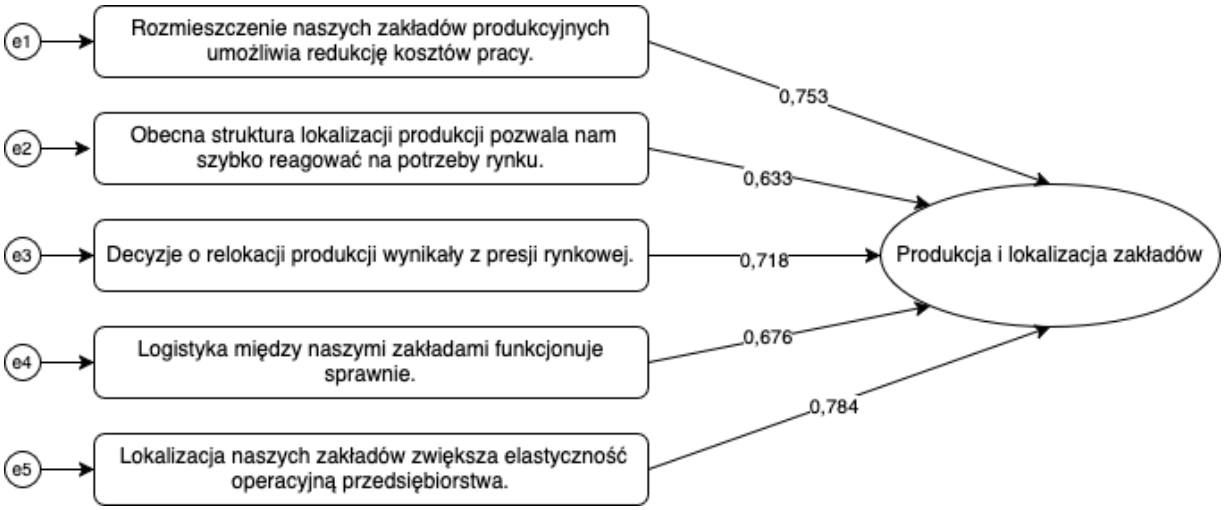
Rysunek 3 prezentuje konstrukt dotyczący strategii zaopatrzenia i zarządzania dostawcami. Model osiąga dobre parametry dopasowania (RMSEA=0,043; CFI=0,982), a widoczne na rysunku wskaźniki, takie jak jakość współpracy z dostawcami czy dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia, posiadają wysokie ładunki czynnikowe. Ich wartości przekraczają zwykle 0,6-0,7, co świadczy o silnym związku z konstruktem nadrzędnym.



Rysunek 3. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających strategię zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami (RMSEA=0,043; CFI=0,982; Alfa Cronbacha=0,746; CMIN=40,321; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

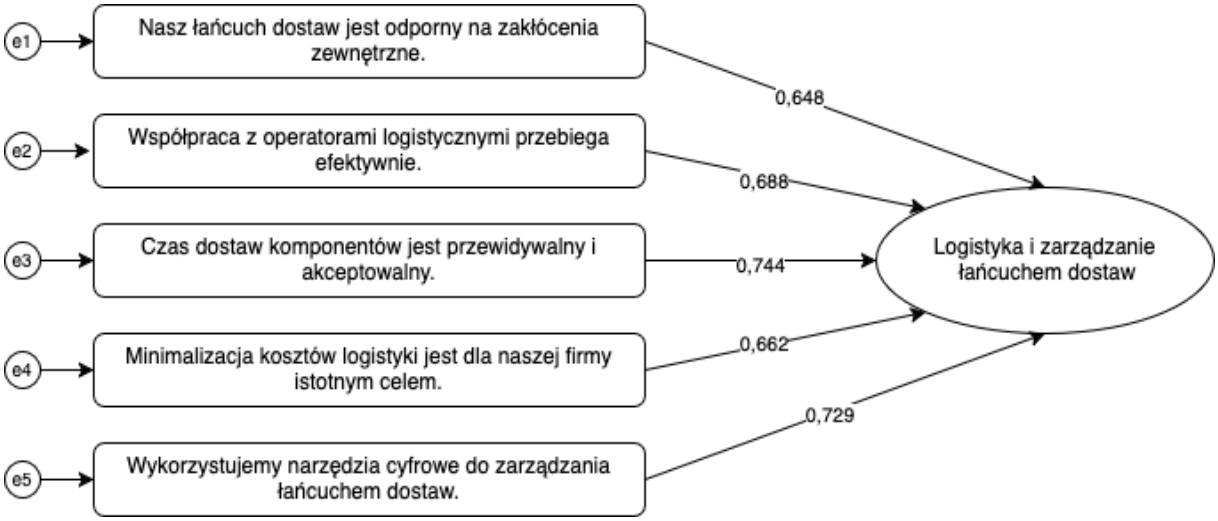
Na rysunku 4, analizującym produkcję i lokalizację zakładów, widoczny jest czytelny i logiczny układ ścieżek. RMSEA na poziomie 0,032 i CFI wynoszący 0,984 potwierdzają dopasowanie modelu, a równoważne wartości błędów pomiarowych wskazują na zrównoważoną strukturę modelu. Kluczowe elementy, takie jak decyzje lokalizacyjne, elastyczność produkcji czy automatyzacja procesów, wykazują istotną kontrybucję do zmiennej latentnej.



Rysunek 4. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających produkcję i lokalizację zakładów (RMSEA=0,032; CFI=0,984; Alfa Cronbacha=0,757; CMIN=41,231; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

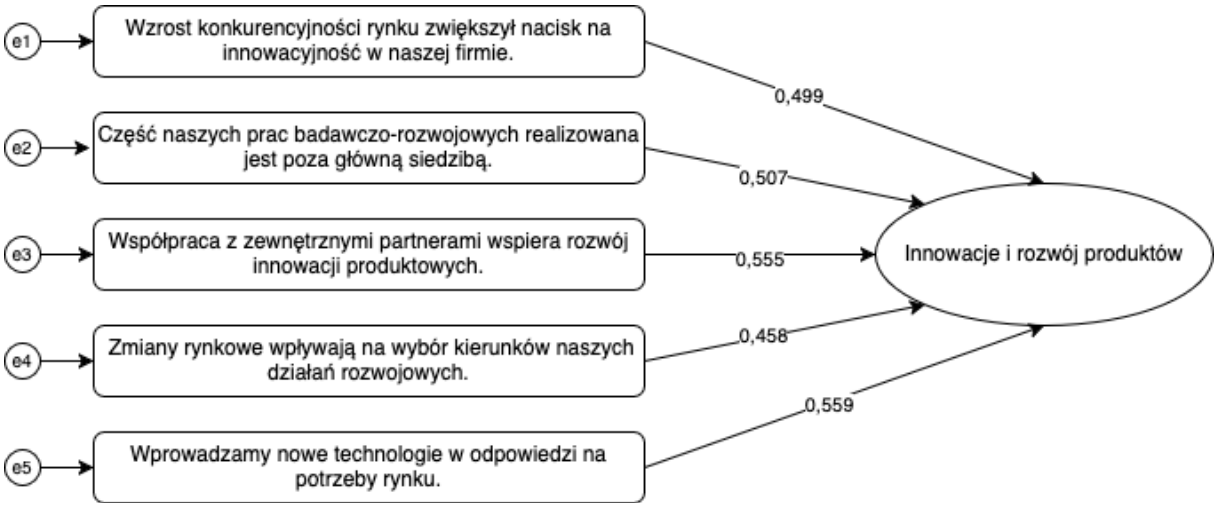
Rysunek 5 obrazuje logistykę i zarządzanie łańcuchem dostaw. Rysunek pokazuje kilka silnie skorelowanych wskaźników, takich jak integracja systemów informatycznych w logistyce czy terminowość dostaw, co potwierdza dobre odwzorowanie konstruktu (RMSEA=0,043; CFI=0,988). Wszystkie ścieżki są statystycznie istotne i utrzymują się na zadowalającym poziomie, co sprzyja interpretacyjnej przejrzystości modelu.



Rysunek 5. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających logistykę i zarządzanie łańcuchem dostaw (RMSEA=0,043; CFI=0,988; Alfa Cronbacha=0,730; CMIN=42,245; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

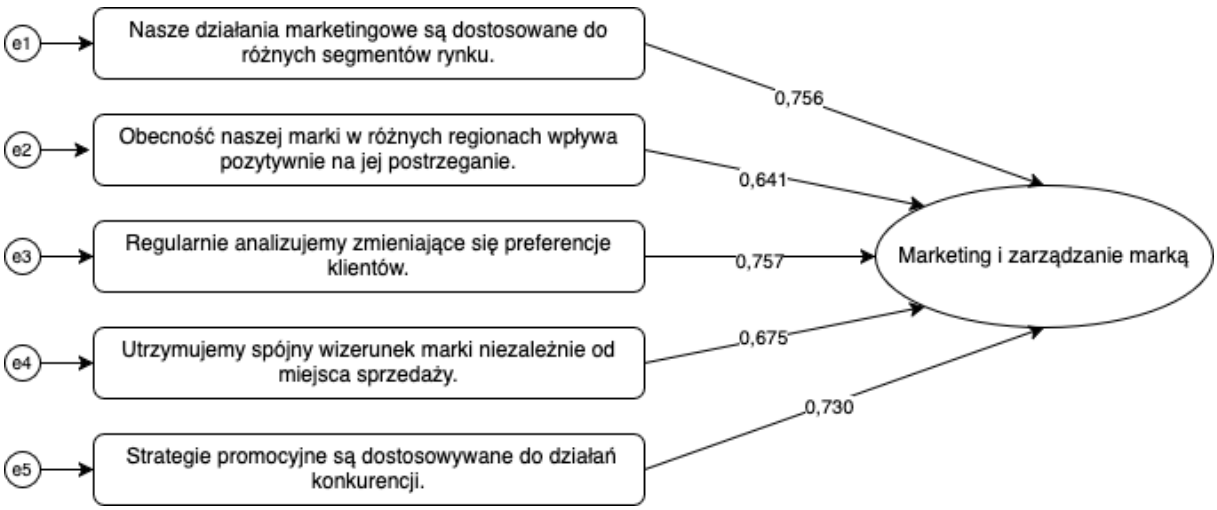
Na rysunku 6 przedstawiono model innowacji i rozwoju produktów, który cechuje się bardzo dobrym dopasowaniem (RMSEA=0,033; CFI=0,991). Wszystkie zmienne obserwowane posiadają wysokie wartości czynnikowe, a niski poziom błędów pomiarowych wskazuje na dobrą trafność wskaźników. Elementy takie jak częstotliwość wprowadzania nowych produktów czy inwestycje w badania i rozwój wnoszą istotną wartość diagnostyczną.



Rysunek 6. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających innowacje i rozwój produktów (RMSEA=0,033; CFI=0,991; Alfa Cronbacha=0,764; CMIN=44,244; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

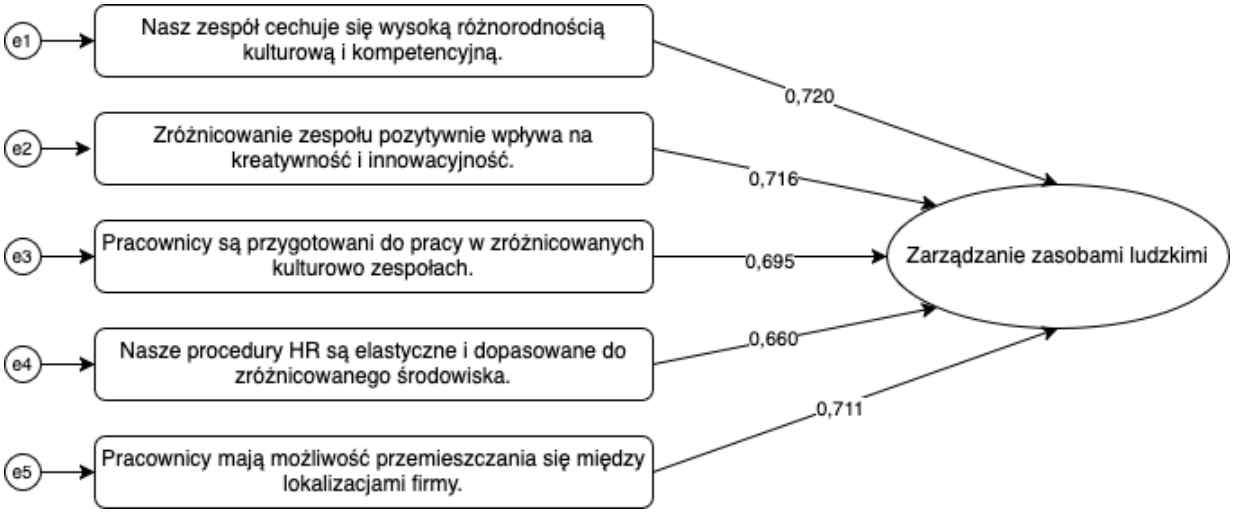
Rysunek 7, dotyczący marketingu i zarządzania marką, osiąga najlepsze dopasowanie spośród wszystkich analizowanych modeli (RMSEA=0,022; CFI=0,994). Struktura rysunku jest przejrzysta, a wskaźniki, takie jak rozpoznawalność marki, działania promocyjne czy kanały dystrybucji są mocno związane z konstruktem latentnym. Niska wartość RMSEA sugeruje minimalny błąd przybliżenia, co wzmacnia interpretacyjną pewność.



Rysunek 7. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających marketing i zarządzanie marką (RMSEA=0,022; CFI=0,994; Alfa Cronbacha=0,765; CMIN=42,284; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

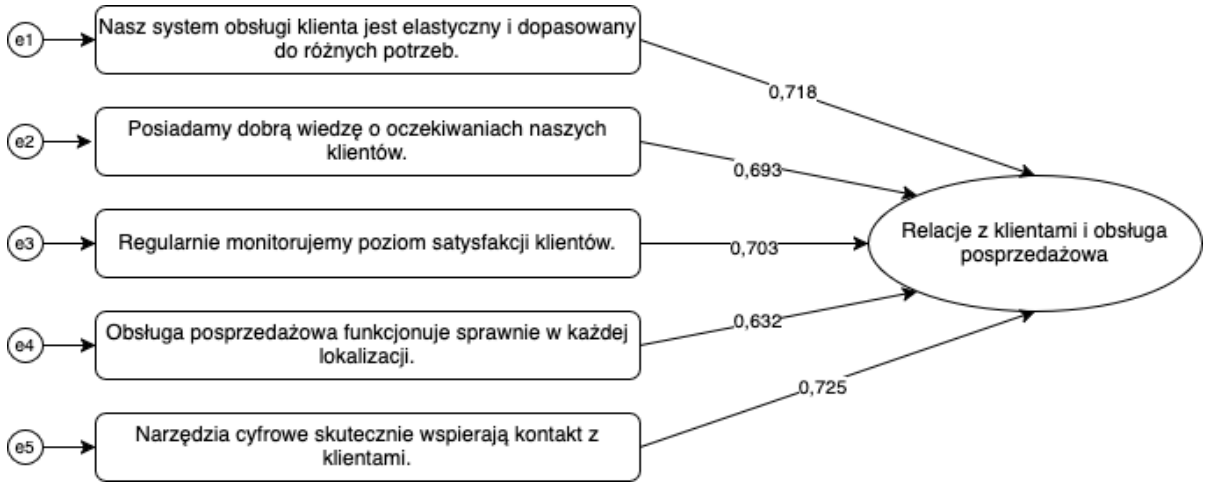
W modelu przedstawionym na rysunku 8 z zakresu zarządzania zasobami ludzkimi, RMSEA wynosi 0,048, a CFI 0,987, co wskazuje na dobre dopasowanie. Ścieżki pomiędzy zmienną latentną a obserwowanymi wskaźnikami, takimi jak szkolenia, rotacja pracowników czy systemy motywacyjne, są wyraźnie zaznaczone i dobrze ustrukturyzowane, co wspiera spójność konstruktu.



Rysunek 8. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających zarządzanie zasobami ludzkimi (RMSEA=0,048; CFI=0,987; Alfa Cronbacha=0,746; CMIN=45,434; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

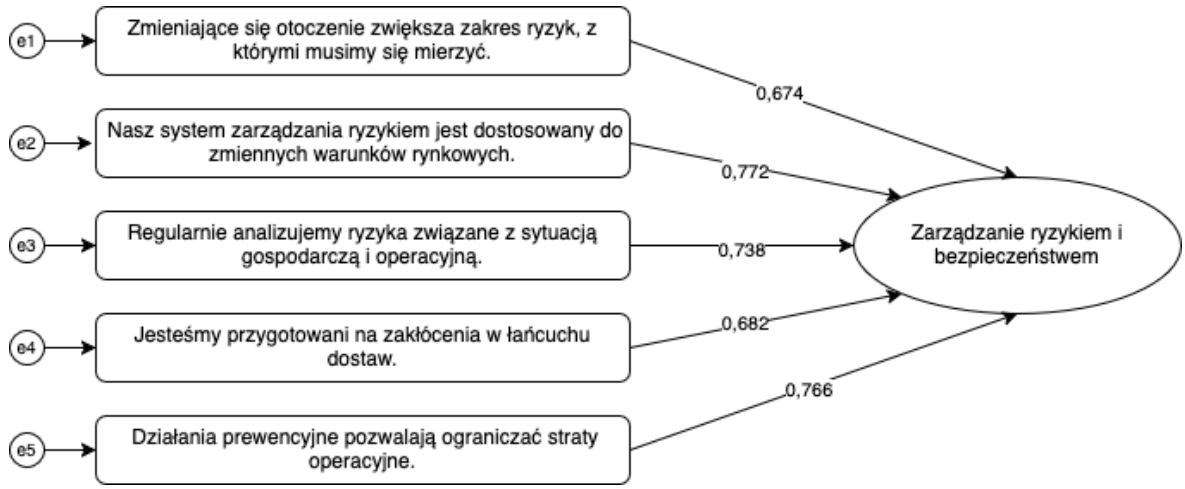
Rysunek 9 prezentuje relacje z klientami i obsługę posprzedażową. Model wykazuje dopasowanie potwierdzone RMSEA=0,037 i CFI=0,983. Wszystkie wskaźniki, takie jak czas reakcji na reklamacje czy jakość kontaktu z klientem, posiadają wysokie współczynniki ładowania czynnikowego. Poziom błędów pomiarowych utrzymuje się na niskim poziomie.



Rysunek 9. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających relacje z klientami i obsługa posprzedażowa (RMSEA=0,037; CFI=0,983; Alfa Cronbacha=0,750; CMIN=44,454; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Na rysunku 10, dotyczącym zarządzania ryzykiem i bezpieczeństwem, układ modelu jest przejrzysty, a wartości wskaźników RMSEA=0,031 i CFI=0,985 potwierdzają poprawność konstrukcji. Wskaźniki takie jak audyty bezpieczeństwa, procedury awaryjne czy ocena ryzyka są odpowiednio skorelowane z konstruktami latentnymi.



Rysunek 10. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem (RMSEA=0,031; CFI=0,985; Alfa Cronbacha=0,743; CMIN=44,411; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

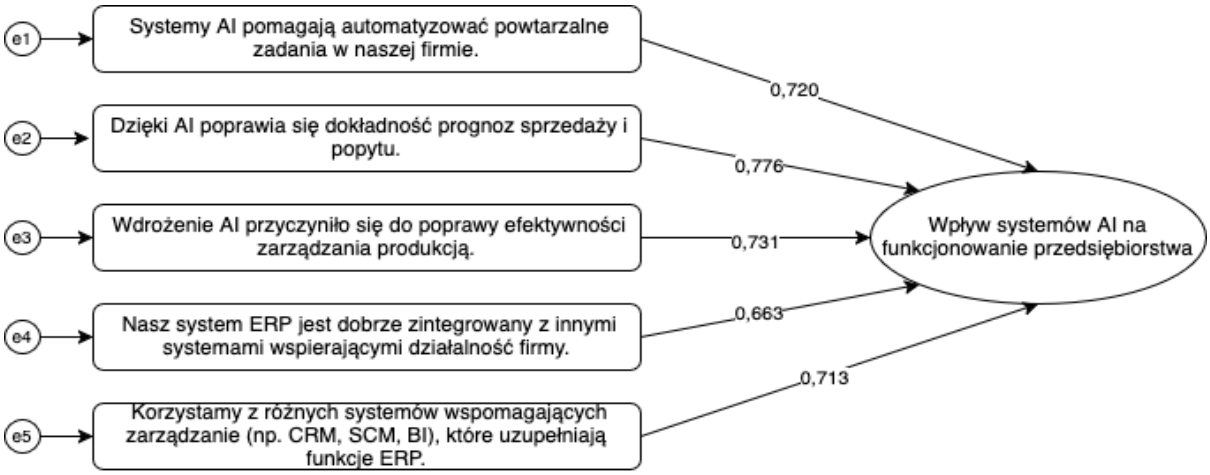
Rysunek 11, dotyczący zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialności społecznej, pokazuje model o RMSEA=0,045 i CFI=0,989, co świadczy o wysokim dopasowaniu. Widoczne na rysunku ścieżki wskazują, że działania CSR, ochrona środowiska i etyczne

podejście do zarządzania są ważnymi elementami konstruktu. Estymowane ścieżki są silne, co wzmacnia trafność pomiaru.

Rysunek 11. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczną (RMSEA=0,045; CFI=0,989; Alfa Cronbacha=0,748; CMIN=41,531; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Na rysunku 12, który analizuje wpływ systemów sztucznej inteligencji (AI) na funkcjonowanie przedsiębiorstw, RMSEA wynosi 0,049, a CFI 0,969, czyli nieco niższy niż w pozostałych modelach, ale nadal w granicach dopuszczalnych. Wartości ścieżek między zmienną latentną a wskaźnikami, takimi jak zastosowanie AI w analizie danych, prognozowaniu czy automatyzacji decyzji, wskazują na silne zależności. Rysunek pokazuje nieco wyższe błędy pomiarowe, jednak ogólna struktura modelu pozostaje spójna.



Rysunek 12. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa (RMSEA=0,049; CFI=0,969; Alfa Cronbacha=0,746; CMIN=40,433; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wszystkie rysunki potwierdzają dobrze zaprojektowane i empirycznie wspierane modele konfirmacyjne, o silnych związkach pomiędzy zmiennymi obserwowanymi a konstruktem latentnym. Wskaźniki dopasowania RMSEA oraz CFI pozostają w zalecanych przedziałach, a wartości Alf Cronbacha powyżej 0,7 świadczą o wysokiej rzetelności skal. Rysunki ilustrują spójność i logiczność powiązań między zmiennymi oraz czytelność modeli, co przekłada się na możliwość ich wykorzystania w dalszych analizach modelowania strukturalnego SEM. Wszystkie modele cechuje przejrzystość, symetria i równomierne rozłożenie ścieżek, co jest oznaką wysokiej jakości konstrukcji teoretycznych i empirycznych.

Ostatecznie na mocy uzyskanych spójnych i silnych konstruktów zmiennych wyniki w obrębie każdego obszaru uśredniono i uzyskano ostateczne zmienne dotyczące oceny obszarów łańcucha wartości, na które może mieć wpływ globalizacja. Interpretacja wyników zawartych w tabeli 13, dotyczącej statystyk opisowych dla obszarów łańcucha wartości potencjalnie podlegających wpływowi globalizacji, pozwala sformułować szereg istotnych wniosków. Analiza pokazuje, że wszystkie badane obszary otrzymały średnie wartości w wąskim przedziale od 3,35 do 3,50, co świadczy o umiarkowanie wysokim poziomie oddziaływania globalizacji na funkcjonowanie przedsiębiorstw motoryzacyjnych. Najwyższą średnią (3,50) uzyskał konstrukt „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa", co potwierdza, że globalizacja przede wszystkim wzmacnia konkurencję i zmusza firmy do adaptacji. Firmy czują się wyraźnie pod presją warunków globalnego rynku: wzrost konkurentów zagranicznych, ekspansja firm azjatyckich czy międzynarodowe regulacje wpływają na decyzje strategiczne. Zarządzanie zasobami ludzkimi (średnia 3,43) oraz zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna (3,43) również uzyskały stosunkowo wysokie wyniki. Oznacza to, że firmy dostrzegają wpływ globalnych standardów CSR i międzynarodowej mobilności pracowników na funkcjonowanie kadry i relacje społeczne. Zbliżone średnie uzyskały takie obszary jak: logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw, innowacje i rozwój produktów, marketing i zarządzanie marką oraz wpływ systemów AI (3,38-3,42), co świadczy o znaczącym wpływie globalizacji na rozwój technologiczny i transformację cyfrową. Firmy muszą nadążać za globalnymi trendami technologicznymi i cyfrowymi narzędziami marketingowymi, co przekłada się na zmianę modeli komunikacyjnych. Nieco niższe, choć nadal istotne, średnie uzyskały: relacje z klientami i obsługa posprzedażowa (3,35) oraz zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem (3,36), co może wynikać z różnic kulturowych, standardów obsługi oraz potrzeby wdrażania globalnych systemów bezpieczeństwa i zgodności (*compliance*).

Różnice między medianą (3,20-3,40) a średnią nie są duże, co sugeruje, że opinie respondentów są spójne i umiarkowanie zgodne. Wszystkie zmienne charakteryzują się stosunkowo niskimi odchyleniami standardowymi (0,57-0,61), co oznacza niewielkie zróżnicowanie ocen, a zatem dość jednolite postrzeganie wpływu globalizacji wśród kadry zarządzającej. Wszystkie testy normalności Kołmogorowa-Smirnowa wykazały istotne statystycznie odchylenia od rozkładu normalnego ($p < 0,001$), co sugeruje, że odpowiedzi mają charakter asymetryczny lub rozkład jest spłaszczony. Może to świadczyć o różnicach w stopniu zaawansowania globalizacji w poszczególnych firmach. Ogólnie rzecz biorąc, wyniki potwierdzają, że globalizacja ma szeroki, choć umiarkowany wpływ na wszystkie analizowane komponenty łańcucha wartości. Najsilniej oddziałuje na otoczenie konkurencyjne, zasoby ludzkie i aspekty społeczne, a nieco słabiej na systemy i relacje z klientami. Dane te sugerują, że przedsiębiorstwa motoryzacyjne w Polsce są świadome wpływu globalnych sił, ale stopień integracji ze światowym łańcuchem wartości oraz standardami zarządzania jest zróżnicowany. Firmy powinny więc kontynuować proces internacjonalizacji, szczególnie w obszarach technologii, HR, CSR i systemów bezpieczeństwa.

Tabela 13. Statystyki opisowe dla zmiennych określających obszary łańcucha wartości, na które może mieć wpływ globalizacja

Statystyki				Test normalności Kołmogorowa Smirnowa	
	Średnia	Mediana	Odchylenie standardowe	Statystyka	p
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,50	3,40	0,61	0,152	<0,001
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	3,38	3,20	0,59	0,145	<0,001
Produkcja i lokalizacja zakładów	3,38	3,20	0,61	0,159	<0,001
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	3,40	3,20	0,57	0,175	<0,001
Innowacje i rozwój produktów	3,40	3,20	0,59	0,164	<0,001
Marketing i zarządzanie marką	3,38	3,20	0,60	0,169	<0,001
Zarządzanie zasobami ludzkimi	3,43	3,20	0,59	0,183	<0,001
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	3,35	3,20	0,58	0,180	<0,001
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	3,36	3,20	0,60	0,195	<0,001
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	3,43	3,30	0,60	0,154	<0,001
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,42	3,20	0,61	0,170	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Przeprowadzone analizy potwierdziły, że zbudowany model pomiarowy charakteryzuje się satysfakcjonującym poziomem trafności i rzetelności. Uzyskane wskaźniki dopasowania,

wartości ładunków czynnikowych oraz wyniki analizy zgodności wewnętrznej wskazują, że wyodrębnione obszary łańcucha wartości mogą być traktowane jako dobrze ugruntowane w sensie teoretycznym i empirycznym wymiary oceny funkcjonowania przedsiębiorstw. Uśrednienie wyników w ramach poszczególnych konstruktów umożliwiło zbudowanie syntetycznych zmiennych odzwierciedlających percepcję wpływu globalizacji na kluczowe sfery działalności, zarówno te związane z konkurencją rynkową, organizacją procesów i technologią, jak i z zasobami ludzkimi, odpowiedzialnością społeczną czy wykorzystaniem AI. Otrzymany obraz wskazuje na relatywnie wyrównany, choć zróżnicowany co do siły, wpływ czynników globalnych na wszystkie elementy łańcucha wartości.

5.5. Statystyczna weryfikacja hipotez badawczych

W niniejszym podrozdziale przedstawiono etap przejścia od konstrukcji i weryfikacji modelu pomiarowego do zasadniczej weryfikacji założonych hipotez badawczych. Zastosowane procedury statystyczne, przede wszystkim testy nieparametryczne Kruskala-Wallisa z analizami post hoc Dunna oraz współczynniki korelacji rang Spearmana, posłużyły ocenie, czy różnice w ocenie poszczególnych obszarów łańcucha wartości są powiązane z cechami organizacyjnymi i zawodowymi respondentów oraz z poziomem zaawansowania technologicznego przedsiębiorstw. Jednocześnie umożliwiły one określenie, w jakim stopniu oddziaływanie globalizacji i systemów AI ma charakter selektywny, a w jakim systemowy, obejmujący wiele wymiarów funkcjonowania firm. Weryfikacja hipotez szczegółowych oraz hipotezy głównej pozwala tym samym przejść z poziomu opisowego do wyjaśniającego, wskazując konkretne konfiguracje czynników sprzyjających zróżnicowaniu ocen badanych obszarów łańcucha wartości.

Analiza wyników testu Kruskala Wallisa (tabela 14) i post hoc Dunna z korektą Bonferroniego (tabela 15) wykazała istotne statystycznie różnice między przedsiębiorstwami różnej wielkości (mierzonej liczbą zatrudnionych) w odniesieniu do kilku cech łańcucha wartości. Przedsiębiorstwa zatrudniające 1000 i więcej pracowników oceniły wpływ konkurencji istotnie wyżej niż wszystkie pozostałe grupy:

- w porównaniu z firmami zatrudniającymi poniżej 50 osób różnica wyniosła 0,62662 ($p<0,001$),
- z firmami 50-249 osób: 0,53534 ($p=0,001$),
- różnica względem grupy 250-999 osób (0,34519) była bliska istotności ($p=0,070$).

Ponadto, firmy z grupy 250-999 również różniły się istotnie od najmniejszych firm (poniżej 50 osób), różnica 0,28142 (p=0,027).

Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami: istotna różnica wystąpiła między firmami zatrudniającymi 1000 i więcej pracowników a najmniejszymi firmami (poniżej 50 osób), różnica 0,38571 (p=0,013). Pozostałe porównania nie wykazały istotnych statystycznie różnic, choć część z nich (np. między największymi firmami a grupą 50-249 osób p=0,068) wskazuje na tendencję do wyższego oceniania tej cechy przez większe firmy.

Tabela 13. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według wielkości przedsiębiorstwa (liczby zatrudnionych osób)

	Wielkość przedsiębiorstwa (liczba zatrudnionych pracowników)												Statystyki Kruskala Wallisa	
	a) poniżej 50 (N=147)			b) 50-249 (n=139)			c) 250-999 (n=26)			d) 1000 i więcej (n=16)				
	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	H	p
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,41	3,40	0,65	3,50	3,40	0,55	3,69	3,70	0,49	4,04	4,00	0,63	18,917	<0,001
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	3,31	3,20	0,68	3,42	3,40	0,49	3,38	3,20	0,44	3,70	3,50	0,69	10,205	0,017
Produkcja i lokalizacja zakładów	3,30	3,00	0,69	3,44	3,40	0,52	3,37	3,30	0,43	3,68	3,40	0,70	11,150	0,011
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	3,38	3,20	0,65	3,41	3,40	0,49	3,32	3,20	0,40	3,71	3,50	0,68	6,812	0,078
Innowacje i rozwój produktów	3,35	3,20	0,63	3,44	3,40	0,55	3,36	3,30	0,41	3,68	3,40	0,72	7,692	0,053
Marketing i zarządzanie marką	3,33	3,20	0,70	3,41	3,40	0,48	3,47	3,40	0,42	3,59	3,40	0,73	8,258	0,041
Zarządzanie zasobami ludzkimi	3,42	3,20	0,65	3,43	3,40	0,53	3,37	3,20	0,47	3,74	3,40	0,76	3,422	0,331
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	3,29	3,00	0,65	3,37	3,20	0,51	3,38	3,40	0,40	3,69	3,40	0,69	11,438	0,010
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	3,34	3,00	0,70	3,37	3,20	0,51	3,32	3,20	0,43	3,59	3,40	0,73	4,755	0,191
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	3,39	3,20	0,68	3,45	3,40	0,50	3,35	3,20	0,45	3,76	3,60	0,75	6,248	0,100
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,34	3,20	0,64	3,48	3,40	0,58	3,38	3,40	0,44	3,78	3,50	0,72	11,748	0,008

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Produkcja i lokalizacja zakładów, tutaj również zaobserwowano istotną różnicę pomiędzy firmami największymi a najmniejszymi, różnica 0,37432 (p=0,019). Inne porównania nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej, choć różnice wskazują na podobny kierunek: większe firmy przypisują większe znaczenie tej cesze.

Marketing i zarządzanie marką – w przypadku tej zmiennej nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między grupami. Najwyższe różnice występowały pomiędzy firmami

poniżej 50 a 1000 i więcej pracowników (różnica 0,26233, p=0,096), jednak nie osiągnęły one poziomu istotności.

Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa – istotne różnice pojawiły się w dwóch parach:

- firmy 1000+ vs. poniżej 50 – różnica 0,40179 (p=0,009),
- firmy 1000+ vs. 50-249 – różnica 0,32203 (p=0,036).

Wskazuje to, że największe przedsiębiorstwa znacznie wyżej oceniają znaczenie relacji z klientami i obsługi posprzedażowej niż mniejsze jednostki.

Tabela 14. Statystyki testu post hoc Dunna z korektą Bonferoniego różnic w cechach łańcucha wartości według wielkości przedsiębiorstwa (liczby zatrudnionych osób)

Zmienna zależna	(I) Wielkość przedsiębiorstwa (liczba zatrudnionych pracowników)	(J) Wielkość przedsiębiorstwa (liczba zatrudnionych pracowników)	Różnica średnich (I-J)	Błąd standardowy	Istotność
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	poniżej 50	50-249	-0,09127	0,07066	0,197
		250-999	-,28142*	0,12706	0,027
		1000 i więcej	-,62662*	0,15722	0,000
	50-249	poniżej 50	0,09127	0,07066	0,197
		250-999	-0,19015	0,12761	0,137
		1000 i więcej	-,53534*	0,15767	0,001
	250-999	poniżej 50	,28142*	0,12706	0,027
		50-249	0,19015	0,12761	0,137
		1000 i więcej	-0,34519	0,18977	0,070
	1000 i więcej	poniżej 50	,62662*	0,15722	0,000
		50-249	,53534*	0,15767	0,001
		250-999	0,34519	0,18977	0,070
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	poniżej 50	50-249	-0,10154	0,06958	0,145
		250-999	-0,07033	0,12513	0,574
		1000 i więcej	-,38571*	0,15483	0,013
	50-249	poniżej 50	0,10154	0,06958	0,145
		250-999	0,03121	0,12567	0,804
		1000 i więcej	-0,28417	0,15527	0,068
	250-999	poniżej 50	0,07033	0,12513	0,574
		50-249	-0,03121	0,12567	0,804
		1000 i więcej	-0,31538	0,18688	0,092
	1000 i więcej	poniżej 50	,38571*	0,15483	0,013
		50-249	0,28417	0,15527	0,068
		250-999	0,31538	0,18688	0,092
Produkcja i lokalizacja zakładów	poniżej 50	50-249	-0,13529	0,07162	0,060
		250-999	-0,06855	0,12879	0,595
		1000 i więcej	-,37432*	0,15936	0,019
	50-249	poniżej 50	0,13529	0,07162	0,060
		250-999	0,06674	0,12935	0,606
		1000 i więcej	-0,23903	0,15981	0,136
	250-999	poniżej 50	0,06855	0,12879	0,595
		50-249	-0,06674	0,12935	0,606

Zmienna zależna	(I) Wielkość przedsiębiorstwa (liczba zatrudnionych pracowników)	(J) Wielkość przedsiębiorstwa (liczba zatrudnionych pracowników)	Różnica średnich (I-J)	Błąd standardowy	Istotność
		1000 i więcej	-0,30577	0,19235	0,113
	1000 i więcej	poniżej 50	,37432*	0,15936	0,019
		50-249	0,23903	0,15981	0,136
		250-999	0,30577	0,19235	0,113
Marketing i zarządzanie marką	poniżej 50	50-249	-0,08202	0,07067	0,247
		250-999	-0,14406	0,12708	0,258
		1000 i więcej	-0,26233	0,15725	0,096
	50-249	poniżej 50	0,08202	0,07067	0,247
		250-999	-0,06204	0,12763	0,627
		1000 i więcej	-0,18031	0,15769	0,254
	250-999	poniżej 50	0,14406	0,12708	0,258
		50-249	0,06204	0,12763	0,627
		1000 i więcej	-0,11827	0,18980	0,534
	1000 i więcej	poniżej 50	0,26233	0,15725	0,096
		50-249	0,18031	0,15769	0,254
		250-999	0,11827	0,18980	0,534
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	poniżej 50	50-249	-0,07975	0,06855	0,246
		250-999	-0,09890	0,12328	0,423
		1000 i więcej	-,40179*	0,15254	0,009
	50-249	poniżej 50	0,07975	0,06855	0,246
		250-999	-0,01915	0,12381	0,877
		1000 i więcej	-,32203*	0,15297	0,036
	250-999	poniżej 50	0,09890	0,12328	0,423
		50-249	0,01915	0,12381	0,877
		1000 i więcej	-0,30288	0,18412	0,101
	1000 i więcej	poniżej 50	,40179*	0,15254	0,009
		50-249	,32203*	0,15297	0,036
		250-999	0,30288	0,18412	0,101
*. Różnica średnich/median jest istotna na poziomie 0.05.					

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Z analiz wynika, że największe przedsiębiorstwa (1000+ zatrudnionych) statystycznie istotnie wyżej oceniają znaczenie kluczowych cech łańcucha wartości (szczególnie wpływ otoczenia konkurencyjnego, strategię zaopatrzenia, lokalizację produkcji oraz relacje z klientami) niż mniejsze firmy. Wskazuje to na większą dojrzałość organizacyjną oraz większe wyzwania rynkowe, z jakimi mierzą się duże podmioty. W większości przypadków najmniejsze firmy (poniżej 50 zatrudnionych) oceniały analizowane aspekty znacząco niżej. Ostatecznie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy: H_{11}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od wielkości przedsiębiorstwa.

Interpretacja wyników z tabeli 16 – Statystyki opisowe z testem Kruskala-Wallisa dla cech łańcucha wartości w zależności od liczby lat pracy na stanowisku kierowniczym.

Tabela 16 przedstawia wyniki analizy różnic w ocenie wybranych cech łańcucha wartości w przedsiębiorstwach, w zależności od doświadczenia zawodowego respondentów mierzonego liczbą lat pracy na stanowisku kierowniczym. Porównano cztery grupy: osoby z doświadczeniem poniżej 2 lat, 2-5 lat, 6-10 lat oraz ponad 10 lat. W celu oceny istotności statystycznej zastosowano nieparametryczny test Kruskala-Wallisa, który jest odpowiedni przy porównywaniu więcej niż dwóch grup w przypadku danych niemających rozkładu normalnego.

Tabela 15. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według liczby lat pracy na stanowisku kierowniczym

	Liczba lat pracy na stanowisku kierowniczym												Statystyki Kruskala Wallisa	
	mniej niż 2 lata(N=78)			2-5 lat (n=84)			6-10 lat (n=86)			ponad 10 lat (n=80)				
	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	H	p
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,56	3,40	0,58	3,52	3,40	0,64	3,45	3,20	0,68	3,49	3,40	0,53	2,542	0,468
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	3,41	3,40	0,59	3,37	3,20	0,56	3,35	3,20	0,66	3,40	3,20	0,56	1,574	0,665
Produkcja i lokalizacja zakładów	3,33	3,20	0,58	3,43	3,40	0,65	3,38	3,20	0,68	3,39	3,40	0,51	1,835	0,607
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	3,42	3,30	0,57	3,41	3,20	0,55	3,44	3,20	0,67	3,34	3,20	0,47	0,540	0,910
Innowacje i rozwój produktów	3,38	3,20	0,56	3,42	3,30	0,58	3,41	3,20	0,66	3,40	3,20	0,55	0,413	0,938
Marketing i zarządzanie marką	3,36	3,20	0,53	3,38	3,40	0,66	3,43	3,20	0,64	3,37	3,20	0,55	0,043	0,998
Zarządzanie zasobami ludzkimi	3,42	3,20	0,57	3,43	3,40	0,62	3,50	3,30	0,67	3,38	3,20	0,51	0,628	0,890
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	3,37	3,20	0,52	3,36	3,20	0,58	3,33	3,10	0,69	3,33	3,20	0,52	2,492	0,477
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	3,36	3,20	0,55	3,34	3,20	0,60	3,38	3,10	0,69	3,37	3,20	0,56	0,662	0,882
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	3,37	3,20	0,57	3,44	3,40	0,57	3,49	3,40	0,71	3,42	3,30	0,53	1,762	0,623
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,43	3,40	0,56	3,43	3,20	0,60	3,46	3,30	0,69	3,38	3,20	0,60	1,296	0,730

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wyniki testu Kruskala-Wallisa (wartości H oraz poziomy istotności p) wykazały, że dla żadnej z badanych cech łańcucha wartości nie odnotowano statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami zróżnicowanymi pod względem stażu pracy na stanowisku kierowniczym. Wszystkie wartości p były wyższe niż 0,05, co oznacza brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o braku różnic między grupami.

Szczegółowa interpretacja:

- najniższa wartość p pojawiła się w przypadku zmiennej „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa" (H=2,542; p=0,468), jednak i tutaj różnice nie były istotne;
- inne cechy, takie jak „Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa" (H=2,492; p=0,477) czy „Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna" (H=1,762; p=0,623), również nie wykazały znaczących odchyleń pomiędzy grupami;
- najmniejsza wartość testu H (0,043) odnotowana została dla „Marketingu i zarządzania marką", co wskazuje na niemal identyczne odpowiedzi w każdej z grup.

Średnie ocen poszczególnych cech w większości przypadków mieściły się w przedziale 3,30-3,50, co sugeruje umiarkowanie wysoką ocenę znaczenia badanych elementów łańcucha wartości, niezależnie od długości stażu na stanowisku kierowniczym. Różnice między grupami były znikome, a odchylenia standardowe utrzymywały się na stosunkowo niskim poziomie (zwykle poniżej 0,7), wskazując na umiarkowaną zgodność ocen wewnątrz poszczególnych grup.

Wniosek ogólny: liczba lat pracy na stanowisku kierowniczym nie wpływa w istotny sposób na postrzeganie i ocenę znaczenia poszczególnych cech łańcucha wartości w analizowanych przedsiębiorstwach. Może to świadczyć o ujednoliconym podejściu menedżerów do tych aspektów niezależnie od doświadczenia zawodowego, co z kolei może wynikać z obowiązujących standardów organizacyjnych, podobnego poziomu szkoleń lub wspólnych wartości korporacyjnych. Ostatecznie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy: H_{03}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między respondentami o różnym stażu pracy.

Tabele 17 i 18 przedstawiają wyniki testu Kryskala Wallisa i post hoc Dunna z korektą Bonferroniego, który ujawnia istotne różnice w ocenie wybranych cech łańcucha wartości w zależności od zajmowanego stanowiska w przedsiębiorstwie. Najwięcej istotnych statystycznie różnic zaobserwowano pomiędzy dyrektorami działów (menedżerami wyższego szczebla) a kierownikami średniego szczebla oraz pracownikami z grupy „inny". W zakresie wpływu otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa, dyrektorzy działów oceniali ten aspekt znacząco wyżej niż kierownicy średniego szczebla ($p<0,001$) oraz osoby zajmujące inne stanowiska ($p=0,002$). Podobna tendencja widoczna była w przypadku oceny produkcji i lokalizacji zakładów, gdzie dyrektorzy działów również wskazywali wyższe znaczenie tej cechy niż kierownicy średniego szczebla ($p<0,001$) i osoby z grupy „inny" ($p=0,001$). Znaczące różnice wystąpiły także w ocenie marketingu i zarządzania marką -

dyrektorzy działów oceniali tę cechę wyraźnie wyżej w porównaniu do kierowników średniego szczebla ($p<0,001$) oraz innych pracowników ($p=0,003$). Analogiczny schemat zaobserwowano w obszarze zarządzania zasobami ludzkimi, gdzie dyrektorzy działów przywiązywali większe znaczenie do tej funkcji niż kierownicy średniego szczebla ($p<0,001$) i osoby z pozostałych stanowisk ($p=0,001$). Brak istotnych różnic odnotowano natomiast pomiędzy dyrektorami generalnymi a pozostałymi grupami, co może wskazywać na większe zróżnicowanie ocen wśród menedżerów średniego i wyższego szczebla niż między najwyższym kierownictwem a resztą personelu. Wyniki te sugerują, że stanowisko w strukturze organizacyjnej wpływa na postrzeganie znaczenia poszczególnych elementów łańcucha wartości, zwłaszcza w zakresie funkcji strategicznych. Ostatecznie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy: H_{12}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od stanowiska osoby oceniającej.

Tabela 16. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według stanowiska zajmowanego w przedsiębiorstwie

	Stanowisko zajmowane w przedsiębiorstwie												Statystyki Kruskala Wallisa	
	dyrektor generalny / prezes (n=13)			dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla (n=51)			kierownik średniego szczebla (n=180)			inny (n=84)				
	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	H	p
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,51	3,40	0,66	3,79	3,80	0,66	3,45	3,40	0,57	3,45	3,40	0,62	12,720	0,005
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	3,45	3,20	0,60	3,53	3,40	0,69	3,35	3,20	0,54	3,35	3,20	0,63	3,186	0,364
Produkcja i lokalizacja zakładów	3,46	3,20	0,65	3,67	3,80	0,71	3,32	3,20	0,53	3,33	3,20	0,66	10,698	0,013
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	3,43	3,20	0,55	3,63	3,40	0,64	3,33	3,20	0,53	3,41	3,20	0,59	7,976	0,047
Innowacje i rozwój produktów	3,45	3,20	0,65	3,58	3,40	0,72	3,37	3,20	0,51	3,36	3,00	0,64	5,567	0,135
Marketing i zarządzanie marką	3,48	3,20	0,67	3,70	3,60	0,72	3,29	3,20	0,52	3,39	3,40	0,61	13,518	0,004
Zarządzanie zasobami ludzkimi	3,42	3,20	0,69	3,72	3,60	0,74	3,38	3,20	0,53	3,37	3,20	0,57	9,412	0,024
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	3,26	3,00	0,62	3,53	3,40	0,65	3,31	3,20	0,52	3,32	3,10	0,65	7,189	0,066
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	3,35	3,20	0,68	3,54	3,40	0,68	3,32	3,20	0,54	3,35	3,20	0,66	4,949	0,176
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	3,37	3,00	0,69	3,62	3,80	0,67	3,38	3,20	0,52	3,43	3,20	0,68	7,087	0,069
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,46	3,40	0,62	3,58	3,40	0,67	3,36	3,20	0,56	3,46	3,20	0,68	4,595	0,204

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 17. Statystyki testu post hoc Dunna z korektą Bonferoniego różnic w cechach łańcucha wartości według stanowiska zajmowanego w przedsiębiorstwie

Zmienna zależna	(I) Stanowisko zajmowane w przedsiębiorstwie	(J) Stanowisko zajmowane w przedsiębiorstwie	Różnica średnich (I-J)	Błąd standardowy	Istotność
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	dyrektor generalny / prezes	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-0,28054	0,18697	0,134
		kierownik średniego szczebla	0,06103	0,17283	0,724
		inny	0,06007	0,17936	0,738
	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	dyrektor generalny / prezes	0,28054	0,18697	0,134
		kierownik średniego szczebla	,34157*	0,09546	0,000
		inny	,34062*	0,10683	0,002
	kierownik średniego szczebla	dyrektor generalny / prezes	-0,06103	0,17283	0,724
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,34157*	0,09546	0,000
		inny	-0,00095	0,07952	0,990
	inny	dyrektor generalny / prezes	-0,06007	0,17936	0,738
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,34062*	0,10683	0,002
		kierownik średniego szczebla	0,00095	0,07952	0,990
Produkcja i lokalizacja zakładów	dyrektor generalny / prezes	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-0,21297	0,18595	0,253
		kierownik średniego szczebla	0,14598	0,17188	0,396
		inny	0,12821	0,17837	0,473
	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	dyrektor generalny / prezes	0,21297	0,18595	0,253
		kierownik średniego szczebla	,35895*	0,09494	0,000
		inny	,34118*	0,10624	0,001
	kierownik średniego szczebla	dyrektor generalny / prezes	-0,14598	0,17188	0,396
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,35895*	0,09494	0,000
		inny	-0,01778	0,07908	0,822
	inny	dyrektor generalny / prezes	-0,12821	0,17837	0,473
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,34118*	0,10624	0,001
		kierownik średniego szczebla	0,01778	0,07908	0,822
Marketing i zarządzanie marką	dyrektor generalny / prezes	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-0,22112	0,18119	0,223
		kierownik średniego szczebla	0,19026	0,16748	0,257
		inny	0,08883	0,17381	0,610
	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	dyrektor generalny / prezes	0,22112	0,18119	0,223
		kierownik średniego szczebla	,41137*	0,09251	0,000
		inny	,30994*	0,10352	0,003
	kierownik średniego szczebla	dyrektor generalny / prezes	-0,19026	0,16748	0,257
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,41137*	0,09251	0,000
		inny	-0,10143	0,07706	0,189
	inny	dyrektor generalny / prezes	-0,08883	0,17381	0,610
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,30994*	0,10352	0,003
		kierownik średniego szczebla	0,10143	0,07706	0,189
Zarządzanie zasobami ludzkimi	dyrektor generalny / prezes	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-0,30226	0,18138	0,097
		kierownik średniego szczebla	0,03205	0,16766	0,849
		inny	0,04872	0,17400	0,780
	dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	dyrektor generalny / prezes	0,30226	0,18138	0,097
		kierownik średniego szczebla	,33431*	0,09261	0,000
		inny	,35098*	0,10364	0,001
	kierownik średniego szczebla	dyrektor generalny / prezes	-0,03205	0,16766	0,849
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,33431*	0,09261	0,000
		inny	0,01667	0,07714	0,829
	inny	dyrektor generalny / prezes	-0,04872	0,17400	0,780
		dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla	-,35098*	0,10364	0,001
		kierownik średniego szczebla	-0,01667	0,07714	0,829

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 19 przedstawia wyniki analizy różnic w ocenie cech łańcucha wartości w przedsiębiorstwach w zależności od zakresu odpowiedzialności zawodowej respondentów (międzynarodowy, krajowy, regionalny, lokalny), z zastosowaniem testu Kruskala-Wallisa. W żadnym z analizowanych obszarów nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic (wszystkie wartości $p > 0,05$), co sugeruje, że zakres odpowiedzialności zawodowej nie wpływa znacząco na sposób postrzegania poszczególnych aspektów łańcucha wartości.

Najwyższe wartości średnie (M) w każdej grupie zawodowej zaobserwowano dla takich obszarów jak:

- wpływ otoczenia konkurencyjnego (M od 3,43 do 3,60),
- zarządzanie zasobami ludzkimi (M od 3,38 do 3,51),
- innowacje i rozwój produktów (M od 3,32 do 3,49),
- wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa (M od 3,33 do 3,49).

Tabela 18. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według zakresu odpowiedzialności zawodowej

	Zakres odpowiedzialności zawodowej												Statystyki Kruskala Wallisa	
	międzynarodowy (N=80)			krajowy (n=87)			regionalny (n=76)			Lokalny (n=85)				
	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	H	p
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,54	3,40	0,63	3,60	3,40	0,68	3,43	3,40	0,55	3,44	3,40	0,56	1,200	0,549
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	3,42	3,30	0,60	3,51	3,40	0,64	3,37	3,20	0,54	3,23	3,20	0,55	0,784	0,676
Produkcja i lokalizacja zakładów	3,40	3,20	0,65	3,49	3,40	0,68	3,33	3,20	0,53	3,31	3,20	0,56	0,569	0,753
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	3,42	3,40	0,61	3,45	3,40	0,59	3,37	3,20	0,53	3,36	3,20	0,54	2,637	0,268
Innowacje i rozwój produktów	3,49	3,40	0,64	3,47	3,20	0,60	3,32	3,20	0,58	3,33	3,20	0,52	0,305	0,859
Marketing i zarządzanie marką	3,39	3,40	0,60	3,48	3,20	0,64	3,34	3,20	0,56	3,32	3,40	0,58	2,417	0,299
Zarządzanie zasobami ludzkimi	3,46	3,40	0,59	3,51	3,40	0,67	3,39	3,20	0,54	3,38	3,20	0,56	0,178	0,915
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	3,32	3,20	0,62	3,46	3,40	0,60	3,28	3,20	0,56	3,31	3,20	0,55	1,879	0,391
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	3,36	3,20	0,58	3,46	3,20	0,65	3,31	3,20	0,59	3,32	3,20	0,59	0,382	0,826
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	3,46	3,40	0,60	3,48	3,40	0,62	3,35	3,20	0,55	3,42	3,20	0,63	0,404	0,817
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,48	3,40	0,64	3,49	3,40	0,66	3,38	3,20	0,56	3,33	3,20	0,57	0,178	0,915

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Pomimo drobnych różnic w wartościach średnich (np. wyższe oceny cech w grupie osób o krajowym i międzynarodowym zakresie odpowiedzialności), test Kruskala-Wallisa nie

wykazał statystycznej istotności tych różnic. Najwyższa wartość statystyki H (2,637) wystąpiła w przypadku logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw, jednak p=0,268 również nie wskazuje na istotność. Warto zauważyć, że we wszystkich analizowanych grupach mediany ocen większości cech utrzymywały się na zbliżonym poziomie (głównie 3,20 lub 3,40), co dodatkowo potwierdza brak wyraźnych różnic między badanymi kategoriami odpowiedzialności zawodowej. Podsumowując, wyniki sugerują spójne postrzeganie kluczowych aspektów łańcucha wartości niezależnie od poziomu odpowiedzialności zawodowej, zarówno osoby odpowiadające za działania lokalne, jak i międzynarodowe oceniają badane obszary w podobny sposób. Ostatecznie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy: H_{04}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między osobami o różnych zakresach odpowiedzialności zawodowej.

Tabela 20 przedstawia analizę różnic w ocenie cech łańcucha wartości w zależności od stopnia zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie (podstawowy, średniozaawansowany, zaawansowany), z zastosowaniem testu Kruskala-Wallisa. Spośród wszystkich analizowanych obszarów, tylko w jednym przypadku: „Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami" stwierdzono istotną statystycznie różnicę (H=9,284; p=0,026).

Tabela 19. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według stopnia zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie

	Stopień zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie									Statystyki Kruskala Wallisa	
	podstawowy (n=94)			średnio-zaawansowany (n=124)			zaawansowany (n=110)				
	M	Md	SD	M	Md	SD	M	Md	SD	H	p
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,54	3,50	0,61	3,50	3,40	0,60	3,47	3,40	0,63	3,105	0,376
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	3,38	3,20	0,58	3,36	3,20	0,59	3,41	3,20	0,61	9,284	0,026
Produkcja i lokalizacja zakładów	3,36	3,20	0,58	3,36	3,20	0,57	3,42	3,40	0,68	2,015	0,569
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	3,42	3,40	0,57	3,43	3,20	0,52	3,36	3,20	0,63	1,079	0,782
Innowacje i rozwój produktów	3,39	3,20	0,59	3,41	3,20	0,57	3,41	3,20	0,62	4,287	0,232
Marketing i zarządzanie marką	3,41	3,40	0,58	3,40	3,40	0,56	3,34	3,20	0,66	2,048	0,563
Zarządzanie zasobami ludzkimi	3,48	3,20	0,64	3,39	3,40	0,54	3,44	3,30	0,62	1,714	0,634
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	3,36	3,20	0,56	3,35	3,40	0,54	3,33	3,20	0,65	5,599	0,133
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	3,37	3,20	0,59	3,33	3,20	0,56	3,39	3,20	0,67	2,071	0,558
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	3,42	3,30	0,57	3,44	3,40	0,61	3,42	3,20	0,62	1,534	0,674
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	3,40	3,20	0,62	3,42	3,30	0,58	3,44	3,30	0,65	3,686	0,297

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Pozostałe obszary, takie jak logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw, innowacje i rozwój produktów, marketing i zarządzanie marką, zarządzanie zasobami ludzkimi, czy wpływ systemów AI, nie wykazały istotnych różnic (wszystkie wartości $p > 0,05$), co sugeruje, że ogólny stopień zaawansowania systemów informatycznych nie wpływa znacząco na ocenę większości analizowanych aspektów łańcucha wartości. W celu dokładniejszej analizy różnic w obszarze „Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami", przeprowadzono test post hoc Dunna z korektą Bonferroniego (tabela 21).

Tabela 20. Statystyki testu post hoc Dunna z korektą Bonferoniego różnic w cechach łańcucha wartości według stopnia zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie

Zmienna zależna	(I) Stopień zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie	(J) Stopień zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie	Różnica średnich (I-J)	Błąd standardowy	Istotność
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	podstawowy	średniozaawansowany	0,01853	0,08112	0,819
		zaawansowany	-0,03613	0,08332	0,665
	średniozaawansowany	podstawowy	-0,01853	0,08112	0,819
		zaawansowany	-0,05466	0,07769	0,482
	zaawansowany	podstawowy	0,03613	0,08332	0,665
		średniozaawansowany	0,05466	0,07769	0,482
*. Różnica średnich jest istotna na poziomie 0.05.					

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wyniki tego testu nie potwierdziły jednak istotnych różnic między parami grup, wszystkie wartości p przekraczają próg istotności 0,05. Oznacza to, że mimo ogólnej istotności testu Kruskala-Wallisa, różnice między poszczególnymi parami grup (podstawowy-średniozaawansowany, podstawowy-zaawansowany, średniozaawansowany-zaawansowany) nie są statystycznie znaczące. Podsumowując, analiza wykazała, że stopień zaawansowania systemów informatycznych w przedsiębiorstwach nie wpływa istotnie na postrzeganie większości cech łańcucha wartości. Jedynie w przypadku strategii zaopatrzenia i zarządzania dostawcami zaobserwowano globalnie istotne różnice, jednak brak istotności w analizach post hoc sugeruje, że są one raczej słabe i niespójne. Wyniki te mogą wskazywać, że niezależnie od zaawansowania technologicznego przedsiębiorstwa, ocena poszczególnych elementów łańcucha wartości jest relatywnie jednorodna. Ostatecznie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy: H_{05}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami o różnym poziomie zaawansowania IT.

Wszystkie korelacje (tabela 22) są dodatnie i istotne statystycznie ($p < 0,001$), co świadczy o tym, że globalizacja nie oddziałuje selektywnie na wybrane funkcje, lecz jest systemowo związana z całokształtem działalności przedsiębiorstwa.

Najsilniejszy związek występuje między produkcją i lokalizacją zakładów a zarządzaniem ryzykiem i bezpieczeństwem (rho=0,710). Taki wynik może być interpretowany jako przejaw konieczności kompleksowego podejścia do decyzji lokalizacyjnych w warunkach globalnych - nie tylko z punktu widzenia kosztów i logistyki, lecz także ryzyka geopolitycznego, podatności na zakłócenia w łańcuchu dostaw oraz bezpieczeństwa. Przenoszenie produkcji do krajów o niższych kosztach może bowiem wiązać się z nowymi rodzajami ryzyka, które wymagają aktywnego zarządzania. Bardzo wysokie korelacje występują także pomiędzy zrównoważonym rozwojem a innowacjami (rho=0,702) oraz marketingiem i zarządzaniem marką (rho=0,702). Wskazuje to, że strategia zrównoważonego rozwoju nie funkcjonuje na marginesie działalności firmy, lecz jest bezpośrednio związana z kluczowymi procesami innowacyjnymi oraz z budowaniem pozytywnego wizerunku marki na rynkach międzynarodowych. Konsumenci oraz partnerzy biznesowi coraz częściej oczekują od firm działań zgodnych z zasadami odpowiedzialności społecznej i środowiskowej, co sprawia, że zrównoważony rozwój staje się integralną częścią działań rynkowych, a nie jedynie dodatkiem do strategii. Wysoka korelacja pomiędzy strategią zaopatrzenia i zarządzaniem dostawcami a otoczeniem konkurencyjnym (rho=0,704) sugeruje, że globalne zmiany w układzie sił rynkowych, nacisk na czas dostaw, elastyczność i odporność łańcucha dostaw wymuszają modyfikacje strategii *sourcingowych*. Firmy działające w warunkach międzynarodowej konkurencji muszą dostosowywać swoje relacje z dostawcami, dążąc do większej dywersyfikacji, lokalizacji bliżej rynków zbytu lub automatyzacji współpracy.

Związek między marketingiem a produkcją (rho=0,699) oraz marketingiem a zarządzaniem ryzykiem (rho=0,699) pokazuje, że skuteczne pozycjonowanie produktów na rynku międzynarodowym wymaga ścisłego powiązania decyzji marketingowych. Działania promocyjne nie mogą być prowadzone w oderwaniu od możliwości produkcyjnych i logistycznych, a także muszą brać pod uwagę ryzyka rynkowe, kulturowe i regulacyjne.

Tabela 21. Macierz korelacji współczynników rho Spearmana między wszystkimi zmiennymi łańcucha wartości

		Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	Produkcja i lokalizacja zakładów	Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	Innowacje i rozwój produktów	Marketing i zarządzanie marką	Zarządzanie zasobami ludzkimi	Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	rho	1,000	,704	,659	,669	,683	,696	,665	,674	,683	,679	,659
	p		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	rho	,704	1,000	,691	,654	,643	,670	,628	,635	,687	,642	,667
	p	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Produkcja i lokalizacja zakładów	rho	,659	,691	1,000	,679	,679	,699	,666	,652	,710	,649	,635
	p	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	rho	,669	,654	,679	1,000	,667	,612	,613	,657	,686	,643	,681
	p	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Innowacje i rozwój produktów	rho	,683	,643	,679	,667	1,000	,678	,636	,669	,635	,702	,662
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Marketing i zarządzanie marką	rho	,696	,670	,699	,612	,678	1,000	,622	,683	,699	,702	,655
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zarządzanie zasobami ludzkimi	rho	,665	,628	,666	,613	,636	,622	1,000	,640	,624	,680	,655
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	rho	,674	,635	,652	,657	,669	,683	,640	1,000	,666	,662	,681
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	rho	,683	,687	,710	,686	,635	,699	,624	,666	1,000	,692	,654
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	rho	,679	,642	,649	,643	,702	,702	,680	,662	,692	1,000	,671
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	rho	,659	,667	,635	,681	,662	,655	,655	,681	,654	,671	1,000
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Systemy sztucznej inteligencji są związane z logistyką (rho=0,681), relacjami z klientami (rho=0,681), zarządzaniem zasobami ludzkimi (rho=0,655) oraz marketingiem (rho=0,655), co potwierdza ich wielowymiarowe zastosowanie w przedsiębiorstwach funkcjonujących w środowisku globalnym. AI staje się narzędziem służącym nie tylko optymalizacji, ale również personalizacji komunikacji z klientem, predykcji zachowań rynkowych, zarządzania talentami i podejmowania decyzji strategicznych. Warto zwrócić uwagę, że nawet najniższe odnotowane korelacje (np. między logistyką a marketingiem rho=0,612) wciąż mieszczą się w przedziale wskazującym na umiarkowanie silne zależności. Oznacza to, że nie istnieje żaden obszar działalności przedsiębiorstwa, który byłby marginalnie związany z procesami globalizacyjnymi. Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa są związane z wieloma innymi obszarami: marketingiem (rho=0,683), logistyką (rho=0,657), zarządzaniem ryzykiem (rho=0,666) czy innowacjami (rho=0,669). Pokazuje to, że budowanie trwałych relacji z klientami w kontekście globalnym wymaga nie tylko sprawnej komunikacji, ale również sprawnego systemu dostaw, dostosowania oferty produktowej i zarządzania jakością usług. Zarządzanie zasobami ludzkimi, mimo nieco niższych wartości korelacyjnych w porównaniu do innych obszarów, pozostaje trwale związane z otoczeniem konkurencyjnym (rho=0,665), produkcją (rho=0,666), innowacjami (rho=0,636) i AI (rho=0,655). Oznacza to, że rozwój kompetencji pracowników oraz budowanie międzynarodowych zespołów staje się niezbędnym warunkiem funkcjonowania w warunkach globalizacji.

Zebrane dane jednoznacznie wskazują, że globalizacja nie oddziałuje w sposób wybiórczy, lecz kompleksowo kształtuje funkcjonowanie przedsiębiorstw. Konieczność reagowania na złożone wyzwania związane z rynkami światowymi powoduje, że działania w każdym z obszarów łańcucha wartości są ze sobą ściśle powiązane. Przedsiębiorstwa muszą zatem zarządzać tymi relacjami w sposób zintegrowany, traktując łańcuch wartości jako dynamiczny system naczyń połączonych, w którym zmiana w jednej sferze nieuchronnie jest związana z konsekwencjami w innych. Taka interpretacja wyników stanowi silną przesłankę do wdrażania podejścia systemowego w zarządzaniu strategicznym w warunkach globalnej gospodarki. Ostatecznie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy: H_1 (ogólna): Otoczenie konkurencyjne oraz systemy AI mają istotny pozytywny wpływ na kluczowe obszary funkcjonowania przedsiębiorstw motoryzacyjnych, takie jak: zarządzanie dostawcami, logistyka, relacje z klientami, zrównoważony rozwój, produkcja, zarządzanie ryzykiem, marketing, innowacje produktowe oraz zarządzanie zasobami ludzkimi.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że zróżnicowanie ocen łańcucha wartości nie jest przypadkowe, lecz powiązane z wybranymi charakterystykami organizacyjnymi

i strukturalnymi przedsiębiorstw oraz respondentów. Szczególnie widoczne jest znaczenie skali organizacji oraz usytuowania w hierarchii zarządzania, podczas gdy długość doświadczenia menedżerskiego, formalny zakres odpowiedzialności oraz poziom zaawansowania IT w większości przypadków nie różnicują istotnie percepcji analizowanych obszarów. Jednocześnie silne i dodatnie współzależności pomiędzy wszystkimi konstruktami wskazują, że wpływ globalizacji i systemów AI przenika cały łańcuch wartości, wzmacniając powiązania między funkcjami operacyjnymi, obszarami strategicznymi oraz aspektami społecznymi i środowiskowymi. Ostateczny bilans weryfikacji hipotez pokazuje z jednej strony istnienie wyraźnych grup podmiotów silniej odczuwających presję globalnego otoczenia, z drugiej zaś konieczność traktowania transformacji w branży motoryzacyjnej jako procesu całościowego, obejmującego równocześnie sferę technologii, organizacji, rynku i zasobów ludzkich.

5.6. Analiza moderacji i model SEM (*Structural Equation Modeling*)

Analiza moderacji to metoda statystyczna, która pozwala ocenić, czy i w jaki sposób wpływ jednej zmiennej niezależnej (np. otoczenia konkurencyjnego) na zmienną zależną (np. funkcjonowanie przedsiębiorstwa) zmienia się w zależności od poziomu trzeciej zmiennej – moderującej (np. strategii lub obszaru działalności firmy). Poniżej przedstawiono interpretację wyników analizy moderacji dla poszczególnych obszarów funkcjonowania przedsiębiorstwa, w której badamy, czy otoczenie konkurencyjne moderuje wpływ tych obszarów na funkcjonowanie przedsiębiorstwa. Zakładamy, że w analizie posłużono się współczynnikami:

- R – korelacja całkowita
- R^2 – współczynnik determinacji (procent wyjaśnianej wariancji)
- p – istotność statystyczna modelu bez efektu interakcji
- coeff – współczynnik interakcji (moderatora)
- R^2-chng – zmiana R^2 po dodaniu interakcji (moderacji)
- p – istotność statystyczna efektu interakcji

Otrzymane wyniki przedstawione w tabelach 23-25 pozwalają na ocenę hipotezy H_1g, zakładającej istnienie istotnego statystycznie moderatora (tj. wielkości przedsiębiorstwa, liczby lat na stanowisku kierowniczym, bądź stopnia zaawansowania stosowanych systemów informatycznych), który modyfikuje wpływ zmiennej oceniającej wpływ otoczenia

konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa w odniesieniu do wybranych obszarów łańcucha wartości. W tabeli 23, analizującej moderację przez wielkość przedsiębiorstwa, mimo wysokich i istotnych statystycznie wartości współczynników korelacji R (0,72-0,77) i determinacji R^2 (ok. 50-57%), wszystkie wartości p dla interakcji (efektu moderacji) są nieistotne statystycznie ($p > 0,05$). Oznacza to, że wielkość przedsiębiorstwa nie modyfikuje istotnie wpływu otoczenia konkurencyjnego na żaden z analizowanych obszarów, takich jak logistyka, marketing, innowacje, czy systemy AI.

Tabela 22. Analiza moderacji wpływu zmiennej oceniającej wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa na cechy określające łańcuch wartości z moderatorem określającym wielkość przedsiębiorstwa

Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	R	R^2	p	coeff	R^2-chng	p
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	0,7729	0,5096	<0,001	0,0240	0,0447	0,5776
Produkcja i lokalizacja zakładów	0,7617	0,5551	<0,001	0,0020	0,0967	1,0183
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	0,7724	0,5417	<0,001	0,0768	0,0171	1,0652
Innowacje i rozwój produktów	0,7427	0,5046	<0,001	0,0074	0,0509	1,0234
Marketing i zarządzanie marką	0,7213	0,5636	<0,001	0,0310	0,0569	0,8761
Zarządzanie zasobami ludzkimi	0,7757	0,4901	<0,001	0,0137	0,0699	0,9078
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	0,7641	0,4994	<0,001	0,0478	0,0712	0,6206
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	0,7366	0,4994	<0,001	0,0892	0,0545	0,7997
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	0,7252	0,5177	<0,001	0,0059	0,0506	0,1233
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	0,7450	0,5749	<0,001	0,0560	0,0099	0,9454

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W tabeli 24, w której moderatorem była liczba lat na stanowisku kierowniczym, również nie zaobserwowano istotnych efektów moderacyjnych. Chociaż model bazowy w każdym przypadku był statystycznie istotny ($p < 0,001$), to wszystkie wartości p dla współczynników interakcji ponownie przekraczają poziom istotności 0,05, co wyklucza wpływ doświadczenia kierowniczego jako moderatora tej relacji. Nawet w przypadku najwyższych zmian R^2 (dla innowacji i rozwoju produktów 0,0623), efekty te pozostają statystycznie nieistotne.

Tabela 23. Analiza moderacji wpływu zmiennej oceniającej wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa na cechy określające łańcuch wartości z moderatorem określającym liczbę lat na stanowisku kierowniczym

Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	R	R^2	p	coeff	R^2-chng	p
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	0,6975	0,4949	<0,001	0,0698	0,0035	0,6104
Produkcja i lokalizacja zakładów	0,6836	0,4931	<0,001	0,0184	0,0230	1,0309
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	0,7797	0,5967	<0,001	0,0791	0,0068	1,0876
Innowacje i rozwój produktów	0,7356	0,5155	<0,001	0,0236	0,0623	1,0238
Marketing i zarządzanie marką	0,7057	0,5336	<0,001	0,0102	0,0745	0,8692
Zarządzanie zasobami ludzkimi	0,7185	0,4986	<0,001	0,0676	0,0430	0,8883
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	0,7669	0,4992	<0,001	0,0592	0,0096	0,6440
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	0,7195	0,5201	<0,001	0,0883	0,0688	0,8162
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	0,7558	0,5371	<0,001	-0,0163	0,0297	0,0637
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	0,7276	0,5378	<0,001	0,0300	0,0463	0,9806

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Podobna sytuacja ma miejsce w tabeli 25, gdzie badano stopień zaawansowania systemów informatycznych jako moderatora.

Tabela 24. Analiza moderacji wpływu zmiennej oceniającej wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa na cechy określające łańcuch wartości z moderatorem określającym stopień zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie

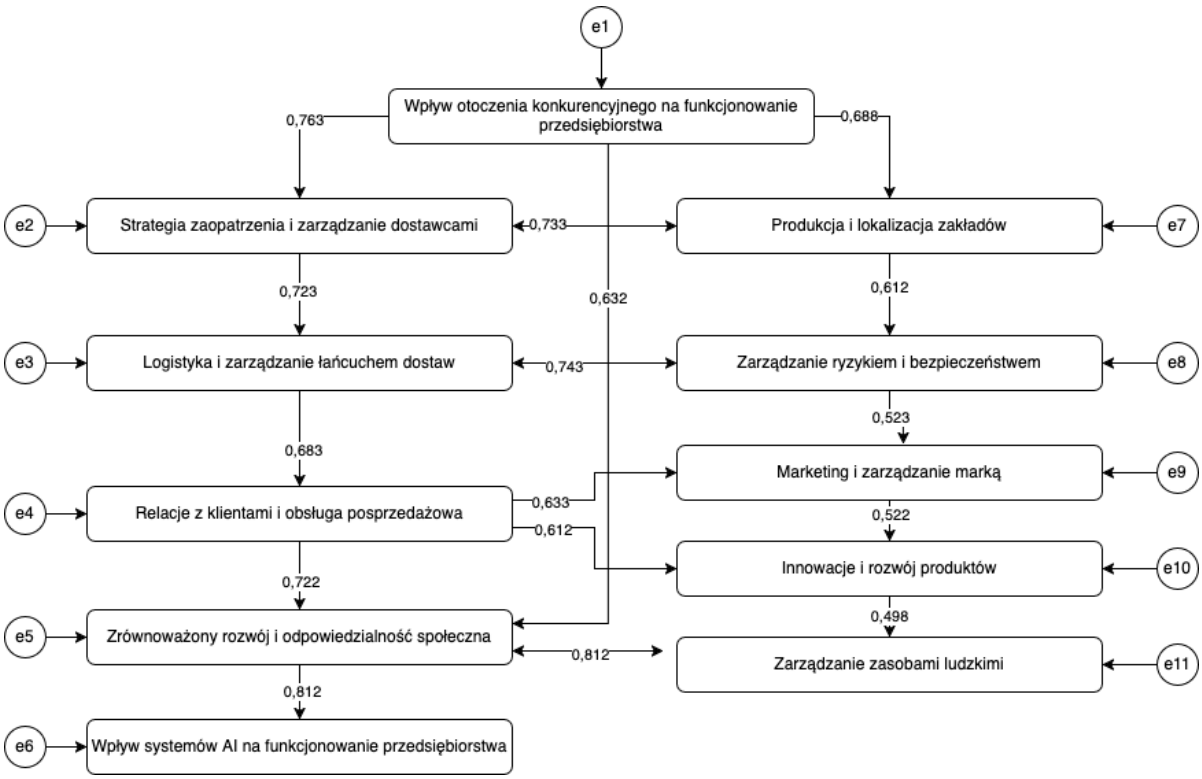
Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	R	R^2	p	coeff	R^2-chng	p
Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami	0,6905	0,4959	<0,001	-0,0170	0,0698	0,5498
Produkcja i lokalizacja zakładów	0,6989	0,5467	<0,001	0,0639	0,0421	0,9881
Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw	0,8099	0,6070	<0,001	0,0226	0,0112	1,0013
Innowacje i rozwój produktów	0,7506	0,5606	<0,001	0,0429	0,0054	0,9580
Marketing i zarządzanie marką	0,7824	0,4705	<0,001	0,0901	0,0383	0,8387
Zarządzanie zasobami ludzkimi	0,7510	0,5034	<0,001	0,0068	0,0747	0,9371
Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa	0,6898	0,5007	<0,001	0,0044	0,0484	0,6027
Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem	0,7851	0,4942	<0,001	0,0124	0,0773	0,8207
Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna	0,7441	0,5477	<0,001	-0,0018	0,0130	0,0625
Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	0,6948	0,5439	<0,001	0,0832	0,0120	1,0190

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Chociaż modele podstawowe dla każdego obszaru są istotne ($p < 0,001$), a wartości R^2 są relatywnie wysokie (np. 0,6070 dla logistyki), to wartości p dla efektów moderacyjnych również nie osiągają istotności statystycznej ($p > 0,05$). Wartości R^2-chng są niskie, a współczynniki interakcji niewielkie, co świadczy o braku rzeczywistego wpływu tego czynnika moderującego.

W związku z powyższym, na podstawie wyników przedstawionych w tabelach 23-25, brakuje podstaw do przyjęcia hipotezy H_1g. Żaden z analizowanych moderatorów – wielkość przedsiębiorstwa, liczba lat na stanowisku kierowniczym, ani stopień zaawansowania technologii informatycznych – nie wykazuje statystycznie istotnego wpływu na modyfikację relacji między oceną wpływu otoczenia konkurencyjnego a funkcjonowaniem przedsiębiorstwa w badanych obszarach łańcucha wartości.

Model 4 SEM (rysunek 13) pozwala również zweryfikować hipotezę ogólną oraz jej szczegółowe wersje.



Rysunek 13. Model SEM (*Structural Equation Modeling*) przedstawia zależności przyczynowo-skutkowe między konstruktem nadrzędnym „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa" a szeregiem zmiennych pośredniczących i zależnych, które reprezentują strategiczne obszary działalności firm motoryzacyjnych. (RMSEA=0,023; CFI=0,987; CMIN=98,998; p<0,01)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Zaprezentowany model SEM (*Structural Equation Modeling*) przedstawia zależności przyczynowo-skutkowe między konstruktem nadrzędnym: „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa", a szeregiem zmiennych pośredniczących i zależnych, które reprezentują strategiczne obszary działalności firm motoryzacyjnych. Otoczenie konkurencyjne wywiera silny, pozytywny wpływ na strategię zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami (współczynnik=0,763). Z kolei strategia zaopatrzenia istotnie wpływa na logistykę i zarządzanie łańcuchem dostaw (0,723). Logistyka natomiast pozytywnie oddziałuje na relacje z klientami i obsługę posprzedażową (0,683), Kolejne zależności wskazują, że relacje z klientami wpływają na działania w zakresie zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialności społecznej (0,633) oraz na wdrażanie systemów AI (0,612). Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstw znajduje odzwierciedlenie w zarządzaniu zasobami ludzkimi (0,812). Równolegle otoczenie konkurencyjne oddziałuje także bezpośrednio na inne obszary funkcjonowania firmy: produkcję i lokalizację zakładów (0,688), zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem (0,632), marketing i zarządzanie marką (0,523), innowacje i rozwój produktów (0,522) oraz zarządzanie zasobami ludzkimi (0,498). Wszystkie przedstawione zależności są pozytywne i umiarkowane do silnych, co wskazuje na spójność i trafność modelu.

W przedstawionym modelu SEM (ang. *Structural Equation Modeling*) wyróżnia się dwie główne kategorie zmiennych: zmienne latentne (ukryte, konstrukty teoretyczne) oraz zmienne obserwowalne (manifestowane), które nie są widoczne na ogólnym schemacie graficznym modelu głównego, ale są obecne w poprzednich analizach konfirmacyjnych (rysunki 2-12). Model opiera się na relacjach między zmiennymi latentnymi, które reprezentują kluczowe obszary zarządzania w przedsiębiorstwie. W takim podejściu zmienne latentne są mierzone pośrednio, za pomocą zestawu zmiennych obserwowalnych, które składają się na ich wartość.

1. Zmienne latentne (ukryte) – główne konstrukty teoretyczne modelu:
   Każda z poniższych zmiennych latentnych reprezentuje określony wymiar funkcjonowania przedsiębiorstwa:
   1) wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa – zmienna nadrzędna, inicjująca wszystkie inne zależności w modelu. Reprezentuje presję rynkową, dynamikę branży, siłę konkurencji;
   2) strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami – opisuje sposób wyboru i kontroli dostawców, politykę zakupową i relacje w łańcuchu dostaw;

3) produkcja i lokalizacja zakładów – odnosi się do decyzji lokalizacyjnych, elastyczności produkcyjnej i organizacji zasobów wytwórczych;
4) logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw – obejmuje integrację działań logistycznych, optymalizację przepływu towarów, zarządzanie zapasami;
5) zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem – dotyczy działań prewencyjnych, systemów kontroli i procedur reagowania na ryzyko;
6) relacje z klientami i obsługa posprzedażowa – odnosi się do kontaktów z klientami, lojalności i jakości serwisu;
7) marketing i zarządzanie marką – opisuje strategię komunikacyjną, budowanie wizerunku i wartość marki;
8) innowacje i rozwój produktów – obejmuje działania B+R, wdrażanie nowych technologii i cykl życia produktów;
9) zarządzanie zasobami ludzkimi – odnosi się do polityki kadrowej, szkoleń, motywacji i rotacji pracowników;
10) zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna – dotyczy działań w zakresie CSR, ochrony środowiska i etyki biznesu;
11) wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa – opisuje stopień wdrożenia sztucznej inteligencji i jej zastosowania w procesach decyzyjnych.

2. Zmienne obserwowalne (manifestowane):

   Każda zmienna latentna w modelu posiada swój zestaw zmiennych obserwowalnych, zdefiniowanych wcześniej w analizach CFA (rysunki 6-16). Przykładowo:

   - „strategia zaopatrzenia" może być mierzona przez zmienne takie jak: liczba dostawców, stopień dywersyfikacji dostaw, ocena niezawodności dostawców;
   - „logistyka i łańcuch dostaw" przez: terminowość dostaw, poziom zapasów, poziom integracji informacyjnej;
   - „innowacje i rozwój produktów" przez: liczba nowych produktów, inwestycje w badania, czas wdrożenia nowego produktu.

   Zmiennych obserwowalnych nie widać na zbiorczym rysunku SEM, ponieważ schemat ten prezentuje wyłącznie relacje między konstrukcjami ukrytymi. Jednak są one nieodzowne w całym modelu, ponieważ to one umożliwiają estymację wartości zmiennych latentnych.

3. Zmienne zakłócające i błędy pomiarowe:

   W modelu SEM uwzględnione są także:

- błędy pomiarowe (oznaczone e), które dotyczą reszt pomiarowych przypisanych zmiennym latentnym wtórnym (np. AI, CSR, relacje z klientem),
- oraz potencjalne reszty strukturalne (nieoznaczone na wykresie), odpowiadające za różnice między wartością estymowaną a rzeczywistą.

4. Typ relacji w modelu:

Wszystkie relacje między zmiennymi latentnymi są relacjami przyczynowo-skutkowymi (ścieżkami regresji strukturalnej), oznaczonymi wartościami współczynników β. Nie występują tutaj korelacje kowariancyjne między zmiennymi latentnymi – model ma charakter w pełni kierunkowy (*recursive model*). Model składa się z 11 zmiennych latentnych, które reprezentują istotne wymiary funkcjonowania przedsiębiorstwa. Każda z nich została wcześniej zweryfikowana pod względem rzetelności i trafności (CFA). Zmienne te są mierzone pośrednio przez zestawy zmiennych obserwowalnych. Model SEM łączy konstrukty ukryte w sposób przyczynowy, analizując złożoną sieć zależności w ramach organizacyjnego łańcucha wartości. Uwzględnienie błędów pomiarowych oraz jednokierunkowych relacji czyni go pełnym i poprawnym pod względem strukturalnym oraz psychometrycznym. Model wskazuje, że otoczenie konkurencyjne wywiera bezpośredni, istotny wpływ na wiele kluczowych obszarów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Najsilniejsze bezpośrednie oddziaływanie tego konstruktu występuje w odniesieniu do:

- strategii zaopatrzenia i zarządzania dostawcami (β=0,763),
- produkcji i lokalizacji zakładów (β=0,688).

Wskazuje to, że presja otoczenia (np. rywalizacja cenowa, zmienność rynkowa, działania konkurencji) w największym stopniu kształtuje decyzje zakupowe oraz lokalizacyjne w firmach.

Z kolei strategia zaopatrzenia w sposób przyczynowy wpływa na:

- logistykę i zarządzanie łańcuchem dostaw (β=0,733), co pokazuje, że decyzje podejmowane w obszarze zaopatrzenia determinują sposób organizacji logistyki,
- relacje z klientami i obsługę posprzedażową (β=0,683), co podkreśla związek między efektywnością zaopatrzenia a jakością obsługi końcowego klienta.

Dalsze efekty kaskadowe ukazują, że logistyka wpływa na:

- zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczną (β=0,722), sugerując, że sprawność logistyki sprzyja działaniom proekologicznym i odpowiedzialnym społecznie;
- zarządzanie systemami AI (β=0,812), co pokazuje, że wdrożenia technologiczne są uwarunkowane wcześniejszą integracją procesów logistycznych.

Dodatkowo, zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna również wykazuje bezpośredni wpływ na systemy AI (β=0,812), co sugeruje istnienie wspólnego mechanizmu innowacyjności i modernizacji procesów jako odpowiedzi na wyzwania środowiskowe i społeczne.

W bloku równoległym, produkcja i lokalizacja zakładów oddziałują na zarządzaniu ryzykiem i bezpieczeństwem (β=0,632), co można interpretować jako związek między rozproszeniem lub centralizacją produkcji a potrzebą kontroli ryzyka.

Dalej, zarządzanie ryzykiem wpływa kaskadowo na:

- marketing i zarządzanie marką (β=0,523),
- innowacje i rozwój produktów (β=0,522),
- zarządzanie zasobami ludzkimi (β=0,498).

Ten ciąg zależności wskazuje, że zarządzanie bezpieczeństwem i ryzykiem przekłada się nie tylko na ochronę zasobów, ale także na strategiczne decyzje w obszarach rynkowych i kadrowych. Przykładowo, skuteczne zarządzanie ryzykiem może prowadzić do większego zaufania do marki, a także sprzyjać rozwojowi innowacyjnych produktów oraz wspierać stabilność zespołów pracowniczych.

Analizy umożliwiają sformułowanie wniosków o charakterze przyczynowo-skutkowym, wskazujących, w jaki sposób określone cechy przedsiębiorstw oraz ich otoczenia przekładają się na zróżnicowaną ocenę poszczególnych obszarów łańcucha wartości. Otoczenie konkurencyjne inicjuje cały łańcuch zależności, bezpośrednio wpływając na zaopatrzenie i produkcje:

1. Strategia zaopatrzenia oddziałuje na logistykę i obsługę klienta.
2. Logistyka wzmacnia zrównoważony rozwój i wdrażanie AI.
3. Produkcja i lokalizacja zakładów warunkują zarządzanie ryzykiem, które dalej kształtuje:
   - działania marketingowe,
   - innowacje produktowe,
   - zarządzanie personelem.

Model ma strukturę hierarchiczną i modularną, a wartości współczynników β (0,498-0,812) wskazują na umiarkowane do silnych relacji przyczynowych. Taka architektura odzwierciedla złożoną logikę zależności między presją otoczenia a wewnętrznymi procesami decyzyjnymi w przedsiębiorstwach. Całość wskazuje na potrzebę zintegrowanego zarządzania, w którym działania w jednym obszarze wpływają wielowymiarowo na pozostałe sfery organizacji.

5.7 Walidacja modelu

Współczesne badania naukowe, zwłaszcza te oparte na złożonych modelach teoretycznych, wymagają nie tylko właściwego doboru narzędzi analitycznych, ale również rzetelnej oceny ich jakości i stabilności. Jednym z kluczowych etapów weryfikacji poprawności modeli statystycznych, w tym modeli równań strukturalnych (SEM – *Structural Equation Modeling*), jest przeprowadzenie walidacji, czyli procesu potwierdzenia, że zaproponowany model jest wiarygodny, stabilny oraz adekwatny do danych empirycznych. Walidacja ma zasadnicze znaczenie nie tylko z punktu widzenia poprawności matematycznej, ale przede wszystkim z perspektywy interpretacyjnej, ponieważ dostarcza dowodów na to, że struktura zależności między zmiennymi odzwierciedla rzeczywiste procesy teoretyczne, a nie przypadkowe układy korelacji. W kontekście modeli SEM, które łączą elementy analizy ścieżkowej, analizy czynnikowej i regresji wielorakiej, kwestia walidacji nabiera szczególnego znaczenia, ponieważ modele te są wrażliwe zarówno na jakość danych, jak i na przyjęte założenia dotyczące relacji przyczynowych.

Walidacja w ujęciu metodologicznym stanowi etap sprawdzenia, czy uzyskane wyniki mogą być uznane za wiarygodne i czy model nie jest nadmiernie dopasowany do konkretnego zbioru danych. Oznacza to, że model, który wykazuje doskonałe dopasowanie dla jednej próby, ale znacząco gorsze dla innej, może być obarczony błędem dopasowania specyficznego dla danej próby, zjawiskiem znanym jako overfitting. W praktyce naukowej dąży się do tego, aby model charakteryzował się nie tylko wysokim dopasowaniem w danej próbie, lecz także zdolnością do generalizacji, czyli możliwością przewidywania wyników dla innych grup obserwacji. Właśnie temu celowi służy walidacja krzyżowa oraz metody oparte na resamplingu, takie jak bootstrapping. Obydwie techniki należą do grupy metod empirycznej oceny stabilności modelu i umożliwiają weryfikację, czy estymowane parametry zachowują podobne wartości przy wielokrotnych próbach lub podziałach danych.

Model SEM, ze względu na swoją złożoność i zdolność do odwzorowywania relacji pomiędzy zmiennymi latentnymi oraz obserwowalnymi, wymaga szczególnej ostrożności w interpretacji wyników. Każdy z jego elementów, zarówno strukturalny (opisujący relacje przyczynowe między konstruktami), jak i pomiarowy (odnoszący się do relacji między zmiennymi latentnymi a obserwowanymi), może być źródłem potencjalnych błędów, jeśli nie zostanie odpowiednio zweryfikowany. W tym kontekście zastosowanie walidacji krzyżowej pięciokrotnej (*5-fold cross-validation*) i walidacji bootstrapowej stanowi uzasadnione i trafne rozwiązanie, ponieważ obie metody pozwalają na niezależną ocenę stabilności parametrów

modelu. Walidacja krzyżowa umożliwia testowanie dopasowania modelu w różnych podpróbach, co pozwala wykazać, że uzyskane dopasowanie nie jest wynikiem specyfiki jednej próbki danych, lecz odzwierciedla rzeczywistą strukturę relacji między zmiennymi. Z kolei bootstrapping, polegający na wielokrotnym losowaniu prób z powtórzeniem, pozwala na empiryczną ocenę błędów standardowych, przedziałów ufności oraz istotności parametrów, bez konieczności przyjmowania silnych założeń o rozkładach populacyjnych.

Istotność walidacji w badaniach z wykorzystaniem modeli SEM przejawia się także w możliwości identyfikacji potencjalnych problemów modelowych. Dzięki analizie stabilności wskaźników dopasowania oraz estymowanych ścieżek można wykryć, które elementy modelu są wrażliwe na zmiany w danych, a które pozostają stabilne niezależnie od losowych fluktuacji. Takie podejście pozwala uniknąć błędnych wniosków wynikających z przypadkowych współzależności i umożliwia ocenę, czy proponowany model ma charakter uniwersalny, czy też jego trafność ogranicza się do specyficznego kontekstu badania. Walidacja stanowi więc nie tylko etap techniczny, ale również krytyczny moment refleksji teoretycznej nad spójnością koncepcji badawczej.

Zastosowanie walidacji krzyżowej pięciokrotnej w analizie SEM ma swoje mocne uzasadnienie metodologiczne. W odróżnieniu od prostych testów dopasowania, które odnoszą się do jednej próby danych, walidacja krzyżowa polega na podziale zbioru na pięć części, z których cztery służą do estymacji modelu, a piąta do jego testowania. Proces ten jest powtarzany pięciokrotnie, dzięki czemu każdy podzbiór pełni raz funkcję testową. Takie podejście pozwala uzyskać średnie wskaźniki dopasowania i ich odchylenia standardowe, co stanowi miarę stabilności i uogólnialności modelu. Jeżeli wartości CFI, TLI, RMSEA czy SRMR pozostają zbliżone pomiędzy foldami, można przyjąć, że model jest stabilny, a jego dopasowanie nie zależy od konkretnego zestawu obserwacji. W analizowanym modelu taka sytuacja miała miejsce, co świadczy o wysokiej jakości konstrukcyjnej i teoretycznej modelu SEM. Z kolei metoda *bootstrapowa* jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych i rekomendowanych technik weryfikacji modeli SEM, szczególnie wtedy, gdy badacz chce uzyskać bardziej wiarygodne oszacowania błędów standardowych oraz przedziałów ufności. W przeciwieństwie do tradycyjnych metod opartych na asymptotycznych założeniach o normalności rozkładu, *bootstrapping* pozwala oszacować te parametry empirycznie, poprzez wielokrotne próbkowanie danych z powtórzeniem. Dzięki temu możliwe jest określenie, jak duża jest zmienność estymat w kolejnych próbach i czy uzyskane wartości współczynników są stabilne. W przypadku modeli SEM ma to szczególne znaczenie, ponieważ parametry te często odnoszą się do zmiennych latentnych, których rozkłady nie zawsze

spełniają klasyczne założenia statystyczne. Walidacja *bootstrapowa* dostarcza więc bardziej realistycznego obrazu niepewności estymacji i umożliwia ocenę wiarygodności modelu w sposób odporny na założenia teoretyczne.

Połączenie obu metod – walidacji krzyżowej i *bootstrapu* – tworzy kompletny system weryfikacji, który łączy ocenę dopasowania modelu z oceną stabilności jego parametrów. Walidacja krzyżowa odpowiada na pytanie, czy model utrzymuje dobre dopasowanie w różnych podpróbach, natomiast *bootstrapping* weryfikuje, czy konkretne współczynniki ścieżek są stabilne i istotne niezależnie od losowych zmian w danych. Dzięki temu można uznać, że oba podejścia wzajemnie się uzupełniają, zapewniając pełną kontrolę nad jakością modelu. W kontekście modelu SEM zastosowanego w badaniu, takie połączenie metod jest w pełni uzasadnione, ponieważ konstrukcja modelu obejmuje zarówno zależności bezpośrednie, jak i pośrednie między wieloma zmiennymi latentnymi, co wymaga oceny stabilności zarówno globalnej, jak i lokalnej. Zastosowanie tych metod w praktyce badawczej potwierdza również dojrzałość analizy: model nie jest oceniany jedynie na podstawie jednego zestawu wskaźników dopasowania, ale poddawany jest wielokrotnym testom, które sprawdzają jego zachowanie w różnych warunkach. To podejście wpisuje się w nowoczesne standardy badań empirycznych, które kładą nacisk na replikowalność, przejrzystość i empiryczną kontrolę nad wnioskowaniem. Ostatecznie, walidacja stanowi nie tylko techniczny element analizy, lecz także etap, który decyduje o tym, czy model może zostać uznany za wiarygodne odwzorowanie rzeczywistości teoretycznej. W przypadku analizowanego modelu SEM wyniki obu metod walidacyjnych wskazują na jego wysoką stabilność, trafność i spójność teoretyczną, co potwierdza, że wybrane procedury weryfikacyjne były dobrze dopasowane do charakteru danych i złożoności badanej struktury.

Istotność walidacji w modelach SEM wynika z jej zdolności do potwierdzania nie tylko poprawności statystycznej, ale i sensowności teoretycznej relacji między konstruktami. Walidacja krzyżowa zapewnia dowody stabilności dopasowania w różnych próbach, a *bootstrapping* dowody stabilności parametrów w wielokrotnych replikacjach. Ich zastosowanie umożliwia zbudowanie wiarygodnego modelu, który nie tylko dobrze odwzorowuje dane empiryczne, lecz także jest odporny na błędy próbkowania i przypadkowe fluktuacje. W efekcie uzyskuje się spójny, teoretycznie uzasadniony i empirycznie potwierdzony model, którego interpretacja może stanowić solidną podstawę dalszych badań oraz wnioskowania o związkach przyczynowo-skutkowych w analizowanym systemie zależności.

Tabela 26 pokazuje wyniki pięciokrotnej walidacji krzyżowej modelu SEM, raportując dla każdego foldu standardowe miary dopasowania: χ^2/df, CFI, TLI, RMSEA (z 90% przedziałem ufności) oraz SRMR, razem ze średnimi i odchyleniami standardowymi. Interpretując te wyniki w sposób szczegółowy i spójny: po pierwsze, warto zwrócić uwagę na χ^2/df – wszystkie wartości mieszczą się w przedziale ~1.87–2.10, a średnia równa 1,99 (SD = 0,08) wskazuje na ogólnie dobre dopasowanie globalne; reguła praktyczna traktuje wartości poniżej 2–3 jako dowód przyzwoitego dopasowania, więc pod tym względem model jest stabilny we wszystkich foldach i nie wykazuje pojedynczych, ekstremalnych odchyleń.

Tabela 25. Wyniki walidacji krzyżowej pięciokrotnej

Fold	χ^2/df	CFI	TLI	RMSEA (90%CI)	SRMR
1	1,92	0,957	0,949	0,038 (0,032–0,044)	0,049
2	2,05	0,951	0,943	0,041 (0,035–0,047)	0,052
3	1,87	0,96	0,954	0,036 (0,030–0,042)	0,047
4	2,1	0,948	0,94	0,042 (0,036–0,048)	0,054
5	1,99	0,954	0,946	0,039 (0,033–0,045)	0,05
Średnia (SD)	**1,99 (0,08)**	**0,954 (0,004)**	**0,946 (0,005)**	**0,039 (0,002)**	**0,050 (0.002)**

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Po drugie, współczynniki porównawcze CFI i TLI utrzymują się wyjątkowo wysoko: CFI w poszczególnych foldach od 0,948 do 0,960 z średnią 0,954 (SD = 0,004), a TLI od 0,940 do 0,954 z średnią 0,946 (SD = 0,005). Te wartości przekraczają typowe progi akceptowalności (CFI/TLI ≥ 0,90) i często spełniają kryterium bardzo dobrego dopasowania (≥ 0,95 dla CFI), co świadczy o tym, że model bardzo dobrze reprodukuje strukturę kowariancji w każdej podpróbie; niskie odchylenia standardowe pokazują ponadto, że miary te są stabilne między foldami i nie zależą silnie od losowego podziału danych. Trzecią istotną miarą jest RMSEA; wartości RMSEA oscylują między 0,036 a 0,042, ze średnią 0,039 (SD = 0,002), a 90% przedziały ufności dla poszczególnych foldów mieszczą się w wąskich granicach (np. 0,030-0,042 do 0,036-0,048). RMSEA poniżej 0,05 interpretuje się zwykle jako dobry poziom błędu przybliżenia, a małe rozpiętości 90% CI świadczą o precyzyjnym oszacowaniu tego parametru; dodatkowo niskie SD wskazuje, że RMSEA nie fluktuuje znacząco pomiędzy podpróbami, co sugeruje odporność modelu na wariancję próbkowania. Wreszcie SRMR przyjmuje wartości 0,047-0,054, ze średnią około 0,050 (SD = 0,002), co również należy uznać za bardzo dobry wynik (SRMR < 0,08, a często < 0,05 jako wskaźnik bardzo dobrego dopasowania). Podsumowując metryki dopasowania, wszystkie pięć foldów dostarcza spójnego obrazu: model osiąga dobre do bardzo dobrego dopasowanie w każdej podpróbie, bez pojedynczych

foldu odbiegających drastycznie od reszty. Kolejnym ważnym aspektem jest interpretacja stabilności: niewielkie odchylenia standardowe przy średnich dla CFI (0,004), TLI (0,005), RMSEA (0,002) i SRMR (0,002) wskazują, że miary dopasowania są nie tylko korzystne, ale także konsekwentne niezależnie od losowego podziału danych na foldy, co podnosi zaufanie do uogólnialności modelu. Mimo to warto zauważyć, że fold 4 ma nieco gorsze wartości (najwyższe χ^2/df = 2,10, najniższe TLI = 0,940 i najwyższe RMSEA = 0,042 oraz SRMR = 0,054), choć te różnice są niewielkie i mieszczą się w akceptowalnych granicach, sugerują one, że w pewnych podpróbach model wyjaśnia dane nieco słabiej; to zjawisko jest typowe i nie musi być problemem, ale warto przyjrzeć się lokalnym miarom dopasowania (np. resztom i *modification indices*) dla tej konkretnej podpróby, by upewnić się, że brak tam specyficznych punktów odstających lub silnych skrajnych obserwacji. Z praktycznego punktu widzenia wyniki te sugerują, że model jest zarówno dobrej jakości teoretycznej (zgodny z obserwowanymi wzorcami kowariancji) jak i odporny na wariancję wynikającą z losowego podziału próby, to oznacza, że parametry modelu powinny być względnie stabilne w innych podobnych próbach z tej populacji. Na tej podstawie rekomendowałbym dalsze kroki: sprawdzić i zraportować wartości estymatów ścieżek i ich wariancje między foldami (by potwierdzić stabilność konkretnych parametrów, nie tylko miar globalnych), przeanalizować reszty i *modification indices* szczególnie dla foldu 4, a także rozważyć obliczenie *bootstrapped* CI dla głównych ścieżek w celu oceny precyzji estymatów. Ogólnie rzecz biorąc, tabela 26 dostarcza przekonujących dowodów, że model SEM jest dobrze dopasowany i stabilny, co daje solidne podstawy do dalszej interpretacji ścieżek przy zachowaniu standardowych procedur weryfikacyjnych (analiza reszt, testy wielogrupowe, sprawdzenie wpływu obserwacji odstających).

Tabela 27 przedstawia wyniki walidacji modelu SEM z wykorzystaniem metody bootstrap, obejmujące wszystkie ścieżki strukturalne między zmiennymi latentnymi z diagramu. Analiza ta pozwala ocenić stabilność i istotność estymowanych parametrów modelu, czyli sprawdzić, w jakim stopniu uzyskane współczynniki ścieżek są odporne na losowe fluktuacje w danych i czy ich wartości można uznać za wiarygodne. Interpretacja obejmuje ocenę estymatów, błędów standardowych (SE_boot), 95% przedziałów ufności (CI_boot) oraz wartości p z bootstrapu.

We wszystkich 17 przypadkach wartość $p < 0,001$, co oznacza, że żaden z oszacowanych współczynników nie jest przypadkowy, wszystkie ścieżki są istotne statystycznie na bardzo wysokim poziomie. Dodatkowo, w żadnym przypadku 95% przedział ufności nie obejmuje zera, co potwierdza istotność efektów. Wartości błędów standardowych

(SE_boot) są niskie, wahają się w przedziale od 0,017 do 0,036, co wskazuje na wysoką precyzję estymacji**.** Im niższy SE_boot, tym większa stabilność danego parametru w kolejnych replikacjach próby, a to oznacza, że model jest dobrze określony i jego parametry są odporne na losowe zmiany w danych.

Tabela 26. Wyniki walidacji metodą bootstrap

Nr	Ścieżka (z → do)	Estymat (orig)	SE_boot	95% CI_boot	p (bootstrap)
1	e1 → e2 (Otoczenie → Strategia)	0,763	0,021	[0,722, 0,804]	<0,001
2	e1 → e7 (Otoczenie → Produkcja)	0,688	0,023	[0,643, 0,733]	<0,001
3	e2 → e3 (Strategia → Logistyka)	0,723	0,025	[0,674, 0,772]	<0,001
4	e3 → e4 (Logistyka → Relacje z klientami)	0,683	0,028	[0,628, 0,738]	<0,001
5	e4 → e5 (Relacje → Zrównoważony rozwój)	0,722	0,026	[0,671, 0,773]	<0,001
6	e5 → e6 (Zrównoważony rozwój → AI)	0,812	0,018	[0,777, 0,847]	<0,001
7	e2 → e7 (Strategia → Produkcja)	0,733	0,027	[0,680, 0,786]	<0,001
8	e3 → e8 (Logistyka → Ryzyko i bezpieczeństwo)	0,743	0,022	[0,699, 0,787]	<0,001
9	e4 → e9 (Relacje → Marketing)	0,633	0,03	[0,574, 0,692]	<0,001
10	e4 → e10 (Relacje → Innowacje)	0,612	0,031	[0,552, 0,672]	<0,001
11	e5 → e11 (Zrównoważony rozwój → HR)	0,812	0,017	[0,779, 0,845]	<0,001
12	e1 → e8 (Otoczenie → Ryzyko i bezpieczeństwo)	0,632	0,026	[0,582, 0,682]	<0,001
13	e8 → e9 (Ryzyko → Marketing)	0,523	0,034	[0,457, 0,589]	<0,001
14	e9 → e10 (Marketing → Innowacje)	0,522	0,035	[0,454, 0,590]	<0,001
15	e10 → e11 (Innowacje → HR)	0,498	0,036	[0,428, 0,568]	<0,001
16	e4 → e8 (Relacje → Ryzyko i bezpieczeństwo)	0,633	0,028	[0,578, 0.688]	<0,001
17	e3 → e9 (Logistyka → Marketing)	0.612	0.031	[0.552, 0.672]	<0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Najwyższe współczynniki dotyczą relacji zrównoważony rozwój → AI (e5 → e6) oraz zrównoważony rozwój → HR (e5 → e11), dla których estymaty wynoszą po 0,812, z bardzo niskim SE_boot odpowiednio 0,018 i 0,017 oraz wąskimi przedziałami ufności: [0,777; 0,847] i [0,779; 0,845]. Oznacza to, że zrównoważony rozwój ma silny i stabilny wpływ zarówno na obszar wdrożeń sztucznej inteligencji, jak i na zarządzanie zasobami ludzkimi. Obie zależności są nie tylko istotne, ale też wyjątkowo spójne pomiędzy replikacjami, co potwierdza ich wysoką wiarygodność teoretyczną i empiryczną. W praktyce można interpretować to jako dowód, że inicjatywy prozrównoważeniowe w przedsiębiorstwach są ściśle powiązane z cyfryzacją i nowoczesnym zarządzaniem kadrami. Kolejną grupę silnych i stabilnych zależności tworzą ścieżki otoczenie → strategia (0,763; SE_boot = 0,021)**,** strategia → produkcja (0,733; SE_boot = 0,027) oraz logistyka → ryzyko i bezpieczeństwo (0,743; SE_boot = 0,022)**.** Wszystkie te współczynniki przekraczają poziom 0,70, a ich przedziały ufności są bardzo wąskie (ok. ±0,05).

Można więc stwierdzić, że model potwierdza kluczową rolę otoczenia rynkowego i strategii w kształtowaniu zarówno procesów produkcyjnych, jak i aspektów logistycznych oraz zarządzania ryzykiem. To spójne z intuicją teoretyczną: silne otoczenie konkurencyjne wymusza strategiczne decyzje, które następnie przekładają się na skuteczność przedsiębiorstwa.

Podsumowując zarówno wyniki walidacji krzyżowej, jak i bootstrapowej jednoznacznie potwierdzają, że opracowany model SEM jest trafny, stabilny i dobrze dopasowany do danych**.** Model spełnia kryteria jakościowe zarówno w ujęciu globalnym (wysokie CFI/TLI, niskie RMSEA i SRMR), jak i lokalnym (istotne i stabilne ścieżki między konstruktami). Otrzymane wyniki wskazują, że:

- model poprawnie odwzorowuje teoretycznie zakładane relacje między zmiennymi,
- parametry są odporne na losowe zmiany w próbie,
- struktura modelu może być z powodzeniem replikowana na innych zbiorach danych.

Podsumowując, rozdział 6 przedstawia całościową, metodycznie zdyscyplinowaną i empirycznie ugruntowaną procedurę badawczą zastosowaną na potrzeby weryfikacji tezy głównej rozprawy. Rozdział rozpoczyna się precyzyjną konceptualizacją problemu badawczego, obejmującą identyfikację luki poznawczej oraz konstrukcję celów badania osadzonych w obowiązującym dorobku teoretycznym. Następnie zaprezentowano uporządkowany zestaw hipotez szczegółowych, których strukturę podporządkowano testowaniu złożonych relacji przyczynowo-skutkowych dotyczących oddziaływania zaawansowania technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem systemów sztucznej inteligencji na newralgiczne obszary zarządcze przedsiębiorstw motoryzacyjnych, takie jak zarządzanie zasobami ludzkimi, zrównoważony rozwój, konfiguracja łańcucha wartości oraz mechanizmy budowania przewagi konkurencyjnej.

W dalszej części rozdziału szczegółowo opisano proces konstruowania narzędzia badawczego, kładąc nacisk na zapewnienie jego rzetelności, trafności teoretycznej oraz zgodności z przyjętym modelem konceptualnym. Uwzględniono procedury weryfikacji psychometrycznej, obejmujące ocenę spójności wewnętrznej skal, analizę właściwości dystrybucyjnych pozycji oraz kontrolę zbieżności i rozbieżności w ramach konstruktu.

Centralnym elementem metodyki badań był dobór zaawansowanych metod analizy danych, obejmujących Analizę Czynnikową Konfirmacyjną (CFA) oraz Modelowanie Równań Strukturalnych (SEM). Zastosowanie CFA umożliwiło empiryczną walidację modelu pomiarowego, poprzez ocenę stopnia zgodności danych empirycznych ze strukturalnym układem zmiennych latentnych postulowanym na gruncie teorii. W ramach walidacji modelu

pomiarowego wykorzystano szerokie spektrum wskaźników dobroci dopasowania, takich jak RMSEA, CFI, GFI, AGFI i TLI, które potwierdziły satysfakcjonujący poziom dopasowania modelu do danych. Dodatkowo ocenie poddano ładunki czynnikowe, średnią wyjaśnioną wariancję (AVE) oraz rzetelność kompozytową (CR), co umożliwiło weryfikację trafności zbieżnej i dyskryminacyjnej.

W kolejnym etapie przeprowadzono walidację modelu strukturalnego, w którym określono i przetestowano kierunki oraz siłę relacji między zmiennymi latentnymi reprezentującymi kluczowe obszary funkcjonowania przedsiębiorstw. Wykorzystanie modelowania równań strukturalnych pozwoliło na jednoczesne oszacowanie wielu współzależnych mechanizmów przyczynowych, uwzględniając złożoność badanego systemu. Dopasowanie modelu strukturalnego oceniono z wykorzystaniem analogicznych wskaźników jak w przypadku modelu pomiarowego, co umożliwiło potwierdzenie jego stabilności i adekwatności empirycznej. Uzyskane parametry potwierdziły wewnętrzną spójność modelu oraz jego zdolność do wyjaśnienia wariancji zmiennych kluczowych dla funkcjonowania łańcucha wartości. Rozdział obejmuje również szczegółowy opis procedur pozyskiwania danych, ich weryfikacji, oczyszczania oraz przygotowania do analiz, co zapewniło wysoki poziom wiarygodności i replikowalności wyników. W końcowej części zaprezentowano pełną statystyczną weryfikację hipotez badawczych, wskazując, które z postulowanych zależności zostały empirycznie potwierdzone, a które nie uzyskały poparcia w zebranym materiale empirycznym. Przeprowadzone procedury walidacyjne, obejmujące zarówno ocenę jakości modelu pomiarowego, jak i parametryzację modelu strukturalnego, dostarczyły jednoznacznych i silnie ugruntowanych empirycznie dowodów na to, że zastosowany model SEM charakteryzuje się wysoką stabilnością, precyzją estymacji oraz zgodnością z przyjętymi założeniami teoretycznymi. Uzyskane wyniki potwierdzają, iż model ten stanowi metodologicznie wiarygodne narzędzie analityczne, umożliwiające adekwatny opis oraz wyjaśnienie złożonych zależności między badanymi konstrukcjami latentnymi w sposób spójny, wewnętrznie konsekwentny i zgodny z logiką przyjętego paradygmatu badawczego.

Dyskusja

Dyskusja wyników otrzymanych na podstawie analiz statystycznych zaprezentowanych w tabelach 2-12 pozwala na wielowymiarową interpretację kluczowych aspektów funkcjonowania przedsiębiorstw motoryzacyjnych w Polsce w kontekście globalnej konkurencji. Dane wskazują, że badane firmy działają w dynamicznym i wymagającym otoczeniu rynkowym, które stawia przed nimi konieczność nieustannej adaptacji i transformacji strategicznej.

Analiza konstruktu „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa" (tabela 2) ukazuje, że presja konkurencyjna, regulacje zewnętrzne oraz potrzeba modernizacji procesów produkcyjnych to dominujące czynniki kształtujące decyzje strategiczne. Najwyższe średnie wartości odpowiedzi dotyczą wpływu regulacji oraz konieczności unowocześnienia procesów, co potwierdza, że firmy czują się zobowiązane dostosowywać do zmieniających się warunków instytucjonalnych i technologicznych. Wskazuje to na silną korelację między otoczeniem regulacyjnym a zdolnością przedsiębiorstw do elastycznego reagowania na zmiany.

W tabeli 3, opisującej strategię zaopatrzenia, dominują kryteria kosztowe, co potwierdza silne ukierunkowanie firm na optymalizację kosztów. Jednak zbliżone wartości średnie dla zmiennych odnoszących się do jakości dostaw, dostępu do wyspecjalizowanych dostawców i ich zaangażowania w rozwój produktów sugerują, że przedsiębiorstwa dostrzegają potrzebę zrównoważenia pomiędzy kryteriami ekonomicznymi a partnerskim podejściem do współpracy. Obserwuje się więc powolne przechodzenie od podejścia kosztowego do podejścia opartego na wartości. Tabela 4 pokazuje, że decyzje lokalizacyjne służą zwiększeniu elastyczności i ograniczeniu kosztów, przy czym relokacje wynikające z presji rynkowej nie są powszechną praktyką. To może świadczyć o ostrożności firm w podejmowaniu decyzji długoterminowych, jak również o ograniczeniach infrastrukturalnych i kadrowych w nowym otoczeniu lokalizacyjnym. Sprawna logistyka między zakładami i szybka reakcja na potrzeby rynku są mocnymi stronami firm, co należy uznać za przewagę operacyjną. Z kolei analiza tabeli 5 wskazuje, że logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw są postrzegane jako kluczowe obszary efektywności operacyjnej. Minimalizacja kosztów i odporność na zakłócenia są wysoko oceniane, ale słabsze wyniki w zakresie cyfryzacji wskazują na potrzebę intensyfikacji inwestycji w narzędzia IT. Wyniki te podkreślają nierównomierne tempo transformacji

cyfrowej i wskazują na barierę kompetencyjną lub finansową w implementacji rozwiązań logistycznych opartych na danych.

W zakresie innowacji (tabela 6) dominującym czynnikiem motywującym jest presja konkurencji. Partnerstwa innowacyjne są pozytywnie oceniane, lecz niski poziom decentralizacji prac B+R może ograniczać ich elastyczność. Niskie wyniki dla zmiennej dotyczącej realizacji projektów poza siedzibą wskazują na potrzebę budowy szerszych ekosystemów innowacyjnych z udziałem podmiotów zewnętrznych. Innowacyjność pozostaje więc reakcją na rynek, a nie elementem proaktywnej strategii. Tabela 7 pokazuje, że spójność wizerunku marki jest jednym z najlepiej ocenianych aspektów marketingu. Jednak analiza preferencji klientów i dostosowanie strategii do działań konkurencji wypadają słabiej, co może świadczyć o niedostatecznym wykorzystaniu danych rynkowych i braku zaawansowanych narzędzi analitycznych. Utrzymanie silnej pozycji marki wymaga zatem większej aktywności w zakresie badań rynku i personalizacji oferty. W obszarze HR (tabela 8) firmy deklarują różnorodność zespołów i mobilność pracowników. Jednak brak wyraźnego związku z kreatywnością i innowacyjnością może sugerować, że potencjał zespołów nie jest w pełni wykorzystywany. Świadczy to o potrzebie wdrożenia programów wspierających integrację i rozwój kompetencji zespołów międzykulturowych oraz zwiększenia roli działów HR w realizacji strategii innowacyjnych. Wyniki tabeli 9 pokazują, że firmy dobrze oceniają jakość obsługi posprzedażowej i znajomość potrzeb klienta. Niemniej jednak cyfrowe narzędzia kontaktu z klientami oraz elastyczność systemów obsługi wymagają usprawnień. Sugeruje to, że transformacja cyfrowa w obszarze CRM pozostaje w fazie rozwoju i nie zapewnia jeszcze pełnej responsywności. Tabela 10 wskazuje na wysoką świadomość ryzyka, ale brak adekwatnych narzędzi systemowych do zarządzania nim. Firmy powinny rozwijać systemy analityczne oraz mechanizmy wczesnego ostrzegania. Zintegrowane podejście do zarządzania ryzykiem może przyczynić się do zwiększenia odporności organizacji w warunkach niestabilności rynkowej. Z analizy tabeli 11 wynika, że aspekty strategiczne zrównoważonego rozwoju są coraz lepiej wdrażane, ale ich integracja z działaniami nadal pozostaje ograniczona. Brakuje mechanizmów mierzenia wpływu CSR na efektywność i innowacyjność. Klienci wyrażają oczekiwania wobec działań proekologicznych, ale ich wdrażanie nie zawsze znajduje realne odzwierciedlenie w politykach firmy. Tabela 12 pokazuje, że AI znajduje zastosowanie w produkcji i analizach predykcyjnych. Problemem jest jednak brak integracji systemów ERP i niskie wykorzystanie AI w zadaniach rutynowych. Sugeruje to fragmentaryczne podejście do cyfryzacji i potrzebę budowy spójnej architektury informacyjnej.

Wnioski:

1. Firmy są świadome wyzwań otoczenia i podejmują działania dostosowawcze, ale w sposób nierównomierny.
2. Presja konkurencyjna i regulacyjna są głównymi bodźcami do zmian, lecz proaktywność strategiczna nadal wymaga wzmocnienia.
3. Najlepiej rozwinięte obszary to jakość obsługi klienta, produkcja oraz zarządzanie marką.
4. Słabsze wyniki dotyczą cyfryzacji, zarządzania ryzykiem, wdrożeń AI oraz wykorzystania różnorodności zespołów.
5. Współpraca z dostawcami i partnerami innowacyjnymi rozwija się, ale wymaga lepszej integracji systemowej i organizacyjnej.

Rekomendacje:

1. Zwiększyć inwestycje w cyfryzację logistyki, narzędzia CRM oraz automatyzację zadań.
2. Rozwinąć zintegrowane systemy zarządzania ryzykiem, oparte na danych i analizach predykcyjnych.
3. Promować otwarte innowacje i budować sieci współpracy z uczelniami, startupami i dostawcami technologii.
4. Uspójnić strategię HR z celami strategicznymi firmy, wdrażając programy rozwoju kreatywności i różnorodności.
5. Rozwijać architektury informacyjne umożliwiające pełną integrację ERP, AI i innych systemów wspierających.

Dyskusja ta stanowi integralny element, odpowiadający części interpretacyjnej wyników badań empirycznych. Ukazuje ona nie tylko bieżący stan funkcjonowania przedsiębiorstw, ale też identyfikuje kluczowe obszary wymagające interwencji strategicznej. Wskazane kierunki rozwoju mogą stanowić podstawę dla wdrażania nowoczesnych praktyk zarządzania w branży motoryzacyjnej i budowania przewagi konkurencyjnej w warunkach gospodarki opartej na wiedzy. Dyskusja wyników zaprezentowanych w tabeli 13 dotyczy stopnia, w jakim globalizacja oddziałuje na poszczególne obszary łańcucha wartości przedsiębiorstw z sektora motoryzacyjnego. Analiza oparta na odpowiedziach respondentów pokazuje, że żaden z analizowanych obszarów nie został oceniony skrajnie wysoko ani skrajnie nisko. Średnie dla wszystkich zmiennych znajdują się w przedziale od 3,35 do 3,50, co sugeruje, że wpływ globalizacji jest powszechny, ale o umiarkowanej intensywności. Najwyższą średnią uzyskała zmienna opisująca wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa (3,50). Taki wynik nie jest zaskoczeniem, biorąc pod uwagę globalny charakter rynku motoryzacyjnego, gdzie konkurencja jest wyjątkowo intensywna

i pochodzi nie tylko z krajowego rynku, ale również z krajów Unii Europejskiej, Azji i Ameryki Północnej. Presja cenowa, rosnące oczekiwania jakościowe oraz tempo wprowadzania innowacji są bezpośrednim wynikiem globalizacji, zmuszającym przedsiębiorstwa do przyspieszonej adaptacji.

Relatywnie wysokie wyniki (3,43) uzyskały również obszary związane z zarządzaniem zasobami ludzkimi oraz zrównoważonym rozwojem i odpowiedzialnością społeczną. W pierwszym przypadku, wpływ globalizacji przejawia się poprzez rosnącą mobilność pracowników, standaryzację wymagań kompetencyjnych oraz konieczność zarządzania różnorodnością kulturową. W drugim przypadku, firmy coraz częściej muszą dostosowywać się do globalnych standardów środowiskowych oraz etycznych, zarówno ze względu na oczekiwania konsumentów, jak i wymagania dużych partnerów międzynarodowych. Podobne wartości średnie (3,38-3,42) uzyskały zmienne dotyczące strategii zaopatrzenia, produkcji, logistyki, marketingu oraz wpływu systemów AI. Wskazuje to na szerokie, choć umiarkowane oddziaływanie globalizacji na procesy zarządcze. Szczególnie interesujący jest wynik zmiennej „Wpływ systemów AI", który pokazuje, że nowoczesne technologie, choć jeszcze nie w pełni wdrożone, są postrzegane jako element napędzany globalizacją. Dostęp do rozwiązań IT, wymogi interoperacyjności oraz *benchmarking* technologiczny wymuszają rozwój także wśród polskich firm.

Nieco niższe, choć wciąż istotne wartości średnie (3,35-3,36) zaobserwowano w przypadku zmiennych opisujących relacje z klientami i zarządzanie ryzykiem. Może to oznaczać, że te dwa obszary są bardziej zależne od specyfiki rynku lokalnego lub regionalnego i mniej narażone na bezpośredni wpływ globalnych trendów. Niemniej jednak warto zauważyć, że także tutaj występuje umiarkowany poziom integracji z globalnymi praktykami. Wszystkie wartości odchyleń standardowych dla analizowanych zmiennych mieszczą się w wąskim przedziale 0,57-0,61. Wskazuje to na stosunkowo wysoką spójność ocen w obrębie badanej grupy respondentów. Można zatem założyć, że niezależnie od wielkości przedsiębiorstwa czy stanowiska respondenta, wpływ globalizacji jest postrzegany jako względnie równomierny w różnych obszarach łańcucha wartości. Statystyki testu Kołmogorowa-Smirnowa dla wszystkich zmiennych były istotne ($p < 0,001$), co świadczy o odchyleniach od rozkładu normalnego. Może to sugerować obecność subgrup respondentów, których oceny różniły się od ogólnej tendencji, np. firmy bardziej zglobalizowane oceniają wpływ silniej, a mniej zglobalizowane – słabiej. Taki efekt może świadczyć o różnym poziomie integracji z rynkiem międzynarodowym w zależności od strategii firmy. Dane potwierdzają tezę, że globalizacja nie działa selektywnie, lecz oddziałuje na wszystkie elementy łańcucha wartości w sposób

systematyczny. Niektóre obszary, takie jak konkurencyjność, HR i CSR, wykazują nieco wyższy poziom wrażliwości na procesy globalizacyjne, natomiast inne, jak obsługa klienta czy bezpieczeństwo, są wciąż bardziej lokalne, choć z wyraźną tendencją do globalnego dostosowania. Interpretując wyniki w kontekście zarządzania strategicznego, można zauważyć, że firmy znajdują się w fazie intensyfikacji procesów adaptacyjnych, ale stopień zaawansowania tych procesów jest różny w zależności od funkcji organizacyjnej. Szczególnie silnie zaznacza się potrzeba digitalizacji i wykorzystania AI, co jest zgodne z obserwacjami w literaturze przedmiotu.

W kontekście rekomendacji, można sformułować kilka zaleceń:

1. Firmy powinny dążyć do równomiernego rozwoju wszystkich obszarów łańcucha wartości w kontekście globalizacji.
2. Szczególną uwagę należy zwrócić na pełną integrację rozwiązań cyfrowych, zwłaszcza systemów AI i ERP.
3. W obszarze HR potrzebne są działania wspierające zarządzanie międzynarodową mobilnością pracowników.
4. Zasady zrównoważonego rozwoju powinny zostać lepiej zintegrowane z procesami operacyjnymi.
5. Warto rozważyć budowę systemów monitorowania ryzyk globalnych i lokalnych oraz wdrożenie modeli predykcyjnych.

Wyniki tabeli 13 dostarczają cennego obrazu tego, jak globalizacja kształtuje praktyki zarządcze w przedsiębiorstwach motoryzacyjnych. Pokazują, że mimo umiarkowanego poziomu oddziaływania, zmiany te są powszechne i obejmują niemal wszystkie funkcje organizacyjne. Globalizacja staje się czynnikiem determinującym nie tylko strategię, ale także codzienne operacje i standardy pracy, co musi znaleźć odzwierciedlenie w polityce rozwoju organizacji. Wzrost znaczenia AI, CSR, mobilności kadry i bezpieczeństwa danych będzie w kolejnych latach decydował o zdolności przetrwania i rozwoju przedsiębiorstw na globalnym rynku.

Wyniki przeprowadzonej analizy macierzy korelacji Spearmana (tabela 22) jednoznacznie potwierdzają, że globalizacja stanowi istotny czynnik kształtujący sposób funkcjonowania przedsiębiorstw w niemal każdym obszarze łańcucha wartości. Wszystkie uzyskane współczynniki korelacji są dodatnie i istotne statystycznie ($p < 0{,}001$), co dowodzi, że globalizacja nie jest procesem ograniczonym do wybranych segmentów działalności, lecz przenika strukturalnie całe organizacje. Oznacza to, że strategia przedsiębiorstwa działającego w warunkach globalnych powinna być projektowana jako spójny, zintegrowany system, a nie

zestaw oddzielnych funkcji. Najsilniejszy związek (rho=0,710) pomiędzy produkcją i lokalizacją zakładów a zarządzaniem ryzykiem i bezpieczeństwem wskazuje na konieczność uwzględniania nie tylko kosztów, ale również aspektów geopolitycznych, regulacyjnych i środowiskowych przy podejmowaniu decyzji lokalizacyjnych. W praktyce oznacza to, że firmy działające w środowisku globalnym muszą równocześnie optymalizować koszty i minimalizować ekspozycję na ryzyko, co może prowadzić do modelu tzw. *nearshoringu* czy *friendshoringu*. Wysoka korelacja między zrównoważonym rozwojem a innowacjami (rho=0,702) oraz marketingiem (rho=0,702) sugeruje, że odpowiedzialność społeczna i środowiskowa przestaje być jedynie elementem wizerunkowym, a staje się źródłem innowacji oraz wartością marketingową. Zmiana oczekiwań konsumentów i interesariuszy na całym świecie powoduje, że przedsiębiorstwa są zobowiązane do dostarczania rozwiązań technologicznych i produktowych zgodnych z zasadami ESG, co może stanowić przewagę konkurencyjną na rynkach zagranicznych. Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami wykazują istotny związek z otoczeniem konkurencyjnym (rho=0,704), co potwierdza rosnącą rolę elastycznych, odpornych i zdywersyfikowanego łańcucha dostaw w kontekście globalnych napięć, zakłóceń oraz niestabilności ekonomicznej. W tym świetle zarządzanie dostawcami staje się strategicznym wyzwaniem, a nie tylko operacyjną funkcją.

Związki marketingu z produkcją (rho=0,699) i zarządzaniem ryzykiem (rho=0,699) sugerują, że skuteczność działań marketingowych na rynkach globalnych jest silnie powiązana z możliwościami operacyjnymi oraz elastycznością reagowania na zagrożenia. Marketing nie może funkcjonować w oderwaniu od realiów produkcyjnych i logistycznych, szczególnie w sytuacji globalnych kryzysów, takich jak pandemia czy konflikty zbrojne. Systemy sztucznej inteligencji okazują się mieć silne powiązania z wieloma obszarami: logistyką (rho=0,681), relacjami z klientami (rho=0,681), zarządzaniem zasobami ludzkimi (rho=0,655) oraz marketingiem (rho=0,655). Świadczy to o tym, że AI nie tylko wspiera automatyzację procesów, lecz także umożliwia personalizację doświadczenia klienta, analizę danych pracowniczych oraz lepsze przewidywanie trendów rynkowych, co w warunkach globalnych staje się niezbędne do osiągania przewagi konkurencyjnej. Zarządzanie zasobami ludzkimi, mimo niższych korelacji niż inne obszary, wciąż wykazuje wyraźne związki z wieloma komponentami łańcucha wartości. Można z tego wywnioskować, że kapitał ludzki pozostaje istotnym elementem zdolności adaptacyjnych firm wobec wyzwań globalizacji. Szczególnie istotne wydaje się tutaj rozwijanie kompetencji cyfrowych, wielokulturowych oraz zdolności do pracy w rozproszonych zespołach. Ciekawą obserwacją jest także spójność całej struktury zależności, brak negatywnych lub zerowych korelacji świadczy o tym, że globalizacja

oddziałuje w sposób holistyczny. Taka konstelacja powiązań przemawia za koniecznością odejścia od funkcjonalnych silosów w organizacji na rzecz modelu sieciowego, w którym każda decyzja strategiczna rezonuje w innych obszarach działalności.

W kontekście powyższych wyników, wnioskiem praktycznym dla menedżerów może być potrzeba wdrażania zintegrowanych systemów zarządzania, które uwzględniają wzajemne powiązania pomiędzy funkcjami. Z perspektywy naukowej natomiast, analiza potwierdza słuszność podejść systemowych i interdyscyplinarnych w badaniach nad globalizacją i zarządzaniem łańcuchem wartości.

Przeprowadzona analiza wyników testu Kruskala-Wallisa oraz post hoc Dunna z korektą Bonferroniego ujawniła istotne różnice w ocenie cech łańcucha wartości w zależności od wielkości przedsiębiorstwa, mierzonej liczbą zatrudnionych pracowników. Szczególnie widoczne było to w odniesieniu do firm zatrudniających 1000 i więcej osób, które systematycznie przypisywały wyższe znaczenie kluczowym obszarom funkcjonowania przedsiębiorstwa niż mniejsze podmioty. Najbardziej wyraźne różnice odnotowano w zakresie wpływu otoczenia konkurencyjnego. Duże firmy znacząco wyżej oceniły ten aspekt w porównaniu do wszystkich pozostałych grup. Może to wynikać z faktu, że większe przedsiębiorstwa działają zwykle na bardziej konkurencyjnych i zglobalizowanych rynkach, przez co ich działalność jest bardziej uzależniona od zewnętrznych warunków rynkowych, zmian regulacyjnych i działań konkurencji. Przedsiębiorstwa te są również bardziej świadome znaczenia analizy otoczenia konkurencyjnego i częściej inwestują w systemy monitorowania rynku oraz narzędzia analityczne. W odniesieniu do strategii zaopatrzenia i zarządzania dostawcami również odnotowano istotne różnice; największe firmy wyżej oceniały ten aspekt niż najmniejsze jednostki. Świadczy to o bardziej rozwiniętym podejściu do zarządzania relacjami w łańcuchu dostaw w dużych organizacjach, które często współpracują z wieloma dostawcami i realizują złożone strategie zakupowe. W ich przypadku integracja z dostawcami i efektywność procesów zaopatrzenia mają kluczowe znaczenie dla utrzymania konkurencyjności i ciągłości. Podobny trend zaobserwowano w obszarze produkcji i lokalizacji zakładów. Również tutaj firmy największe istotnie różniły się od najmniejszych. Duże przedsiębiorstwa zazwyczaj zarządzają wieloma jednostkami produkcyjnymi, nierzadko zlokalizowanymi w różnych krajach, co wymusza bardziej strategiczne podejście do lokalizacji zakładów, optymalizacji kosztów, dostępności zasobów i efektywności.

W przypadku marketingu i zarządzania marką, mimo zauważalnych różnic w ocenach, nie osiągnięto poziomu istotności statystycznej. Może to sugerować, że niezależnie od wielkości firmy, działania marketingowe są postrzegane jako ważny, ale względnie

równomiernie oceniany obszar. W mniejszych firmach działania marketingowe mogą być realizowane w sposób mniej sformalizowany, natomiast większe podmioty wdrażają kompleksowe strategie, ale średnie oceny końcowe nie różnią się znacząco. W zakresie relacji z klientami i obsługi posprzedażowej również pojawiły się istotne różnice. Największe firmy wyżej oceniły ten obszar niż firmy małe i średnie. Wskazuje to na większy nacisk, jaki duże przedsiębiorstwa kładą na rozwój i utrzymanie długoterminowych relacji z klientami oraz jakość obsługi posprzedażowej. Może to wynikać z większej liczby klientów, bardziej złożonych procesów obsługi, a także z konieczności budowania przewagi konkurencyjnej poprzez wysoką jakość usług. Podsumowując, wyniki wskazują, że wielkość przedsiębiorstwa istotnie różnicuje podejście do zarządzania cechami łańcucha wartości. Największe firmy nie tylko bardziej doceniają znaczenie kluczowych aspektów, ale również prawdopodobnie dysponują odpowiednimi zasobami i strukturami organizacyjnymi umożliwiającymi skuteczniejsze zarządzanie nimi. Mniejsze firmy, zwłaszcza te zatrudniające poniżej 50 osób, konsekwentnie oceniały analizowane aspekty niżej, co może świadczyć o niższym poziomie formalizacji procesów, mniejszej świadomości strategicznej lub ograniczeniach zasobowych. Wyniki te podkreślają znaczenie skalowalności i rozwoju organizacyjnego w kontekście wzmacniania pozycji rynkowej i efektywnego zarządzania łańcuchem wartości.

Analiza wyników testu Kruskala-Wallisa przedstawiona w tabeli 16 nie wykazała istotnych statystycznie różnic w ocenie kluczowych cech łańcucha wartości w przedsiębiorstwach w zależności od długości doświadczenia zawodowego menedżerów (liczby lat pracy na stanowisku kierowniczym). Brak różnic pomiędzy grupami (poniżej 2 lat, 2-5 lat, 6-10 lat oraz ponad 10 lat) wskazuje na ujednolicony sposób postrzegania strategicznych aspektów funkcjonowania organizacji przez osoby zarządzające, niezależnie od ich stażu. Utrzymujące się na zbliżonym poziomie średnie oceny oraz niskie wartości odchylenia standardowego sugerują stosunkowo wysoką spójność poglądów w obrębie wszystkich grup badanych menedżerów. W szczególności, brak różnic w postrzeganiu takich obszarów jak wpływ otoczenia konkurencyjnego, relacje z klientami czy zrównoważony rozwój może świadczyć o tym, że współczesne standardy zarządzania i procedury wdrożone w przedsiębiorstwach silnie ujednolicają podejście kadry kierowniczej do kluczowych wyzwań łańcucha wartości. Brak różnic w ocenie cech łańcucha wartości w zależności od długości pracy na stanowisku kierowniczym może być również efektem systematycznych szkoleń i programów rozwojowych realizowanych w firmach, które wyrównują poziom wiedzy i kompetencji menedżerskich. Dodatkowo, obowiązujące polityki i wartości korporacyjne mogą determinować podobne priorytety niezależnie od doświadczenia, co wpływa na zbliżone

postrzeganie strategicznych elementów działalności przedsiębiorstwa. Warto jednak zauważyć, że w kolejnych analizach (tabele 17 i 18) znaczącą rolę w różnicowaniu ocen odgrywa zajmowane stanowisko, a nie sam staż pracy. Dyrektorzy działów oceniali poszczególne aspekty łańcucha wartości wyżej niż kierownicy średniego szczebla czy pracownicy z innych grup stanowiskowych, co wskazuje na istotne różnice w perspektywie menedżerskiej wynikające z zakresu odpowiedzialności i poziomu decyzyjności, a nie jedynie z doświadczenia czasowego. Analogicznie, analiza zakresu odpowiedzialności zawodowej (tabela 19) nie wykazała wpływu tej cechy na ocenę łańcucha wartości, co wzmacnia wniosek, że to raczej struktura organizacyjna i funkcja pełniona w przedsiębiorstwie kształtują postrzeganie kluczowych elementów zarządzania, niż długość stażu kierowniczego czy zakres terytorialny odpowiedzialności. Wreszcie, wyniki dotyczące stopnia zaawansowania systemów informatycznych (tabela 20) potwierdzają, że technologia nie jest decydującym czynnikiem różnicującym ocenę większości cech łańcucha wartości. Pomimo istotnej globalnie różnicy w obszarze „Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami", brak istotności w testach post hoc sugeruje, że ewentualne różnice są niewielkie i niespójne. Może to oznaczać, że podstawowe postrzeganie kluczowych funkcji biznesowych pozostaje względnie stabilne niezależnie od poziomu digitalizacji przedsiębiorstwa. Podsumowując, staż pracy na stanowisku kierowniczym nie jest czynnikiem znacząco różnicującym ocenę elementów łańcucha wartości. Wyniki te podkreślają, że doświadczenie liczone latami jest mniej istotne niż pełniona rola oraz prawdopodobnie obowiązujące w przedsiębiorstwie standardy i praktyki zarządcze. Dalsze badania mogłyby skupić się na jakościowym aspekcie doświadczenia (np. charakter zadań, uczestnictwo w projektach strategicznych) oraz na wpływie kultury organizacyjnej, co pozwoliłoby jeszcze lepiej zrozumieć determinanty różnic w postrzeganiu funkcji łańcucha wartości.

Rekomendacje w kontekście konkurencji globalnej:

1. Budowa zintegrowanej strategii globalnej odporności i elastyczności

   Wyniki analiz potwierdzają silną korelację między produkcją, lokalizacją zakładów a zarządzaniem ryzykiem (rho=0,710). W związku z tym przedsiębiorstwa powinny:

   - wdrażać strategie *nearshoringu* i *friendshoringu*, minimalizując ryzyko geopolityczne,
   - projektować łańcuch dostaw jako odporne i adaptacyjne, zdolne do szybkiej reakcji na zakłócenia,
   - uwzględniać czynniki ESG, regulacyjne i środowiskowe przy wyborze lokalizacji zakładów.

2. Rozwój strategii zaopatrzenia i dostawców jako kluczowego obszaru konkurencyjności

Ze względu na istotną korelację pomiędzy strategią zaopatrzenia a otoczeniem konkurencyjnym (rho=0,704), rekomenduje się:

- dywersyfikację źródeł zaopatrzenia i rozwój długoterminowych partnerstw z dostawcami technologii,
- wdrażanie mechanizmów współdzielenia danych i wspólnego planowania z kluczowymi dostawcami (integracja pozioma),
- ocenę i certyfikację dostawców pod kątem standardów jakości, etyki i zrównoważonego rozwoju.

3. Transformacja cyfrowa jako warunek utrzymania pozycji na rynkach globalnych

   Globalizacja wymusza dostępność danych w czasie rzeczywistym, interoperacyjność systemów i automatyzację procesów:

   - inwestować w pełną integrację systemów ERP, CRM i narzędzi opartych na AI,
   - rozbudować architekturę informacyjną umożliwiającą analizy predykcyjne i podejmowanie decyzji opartych na danych,
   - intensyfikować wykorzystanie AI w zadaniach produkcyjnych, logistycznych i obsłudze klienta.

4. Marketing zintegrowany z operacjami i zarządzaniem ryzykiem

   Silna korelacja między marketingiem a produkcją i zarządzaniem ryzykiem (rho=0,699) wskazuje, że:

   - działania marketingowe muszą być oparte na realistycznych możliwościach produkcyjnych i logistycznych,
   - rekomendowane jest wykorzystanie danych z rynku globalnego do personalizacji oferty i dynamicznego pozycjonowania marki,
   - rozwijać należy kompetencje w zakresie marketingu predykcyjnego oraz analiz trendów międzynarodowych.

5. Integracja innowacji z celami CSR i strategią międzynarodową

   Korelacje między innowacjami a CSR i marketingiem (rho=0,702) sugerują, że innowacje stanowią kluczowe narzędzie konkurowania. W związku z powyższym:

   - rozwijać należy proaktywne innowacje zgodne z wartościami ESG oraz wymaganiami globalnych rynków,
   - budować sieci innowacji z udziałem startupów, instytucji naukowych i partnerów zagranicznych,
   - wdrażać systemy mierzące wpływ działań CSR na efektywność i wizerunek marki.

6. Wzmocnienie roli HR w budowaniu konkurencyjności.

   Globalizacja wpływa na mobilność kadry i wymusza zarządzanie różnorodnością:

   – wdrażać programy rozwoju kompetencji międzykulturowych oraz zarządzania zespołami zdalnymi i wielonarodowymi,
   – dostosować struktury organizacyjne do pracy hybrydowej i zdalnej na skalę międzynarodową,
   – powiązać cele HR z celami strategicznymi w obszarze innowacji, cyfryzacji i ekspansji zagranicznej.

Konkurencja globalna zmusza przedsiębiorstwa motoryzacyjne w Polsce do przekształcenia swoich strategii z reaktywnych na proaktywne, z funkcjonalnych na zintegrowane. Tylko firmy zdolne do szybkiej adaptacji, cyfrowej transformacji oraz innowacyjnego i zrównoważonego działania będą w stanie utrzymać się na międzynarodowych rynkach. Globalizacja nie działa wybiórczo, wpływa na wszystkie obszary działalności, dlatego też odpowiedź strategiczna musi obejmować cały łańcuch wartości.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników udowodniono tezę. W warunkach intensywnej globalnej konkurencyjności, osiągnięcie i utrzymanie przewagi przez przedsiębiorstwa branży motoryzacyjnej jest fundamentalnie uzależnione od zdolności do zintegrowanego zarządzania łańcuchem wartości. Taka integracja wymaga nie tylko elastycznej adaptacji strategii do presji otoczenia, ale przede wszystkim strategicznego wdrożenia sztucznej inteligencji (AI). W niniejszej pracy udowodniono, że AI, wykraczając poza rolę narzędzia optymalizacyjnego, staje się kluczowym czynnikiem umożliwiającym transformację w kierunku zrównoważonego rozwoju i nowoczesnego zarządzania zasobami ludzkimi, co w sposób kompleksowy rekonfiguruje tradycyjne modele tworzenia wartości i stanowi ostateczne źródło konkurencyjności.

Dalsze kierunki badań powinny koncentrować się na pogłębieniu zrozumienia zidentyfikowanych paradoksów i luk w wiedzy, przechodząc od analizy „co” do analizy „dlaczego”. Po pierwsze, z uwagi na fundamentalny rozdźwięk między wysoką sprawnością, a niskim poziomem cyfryzacji w obszarach logistyki i CRM, niezbędne staje się przeprowadzenie głębokich badań jakościowych, które poprzez studia przypadku i wywiady pogłębione zidentyfikują rzeczywiste, ukryte bariery organizacyjne, kulturowe i strategiczne hamujące pełną implementację narzędzi cyfrowych. Po drugie, zaskakujący brak wpływu poziomu zaawansowania IT na ocenę cech łańcucha wartości rodzi potrzebę badań o charakterze mieszanym, porównujących obiektywne wskaźniki wydajności (KPIs) z subiektywną percepcją menedżerską, aby zbadać, czy inwestycje w IT faktycznie nie

przynoszą postrzeganych korzyści, czy też prowadzą do wzrostu świadomości niedoskonałości i bardziej krytycznych ocen. Po trzecie, sugestia istnienia podgrup firm o różnym stopniu globalizacji wymaga przeprowadzenia ilościowej analizy klastrów, która pozwoliłaby na wyodrębnienie odrębnych profili strategicznych i zrozumienie, jak różny poziom integracji z rynkiem globalnym wpływa na konfigurację jego łańcucha wartości i podejście do innowacji. Na koniec, wyraźne różnice w percepcji strategicznej między dużymi korporacjami a mniejszymi firmami wskazują na potrzebę przesunięcia jednostki analizy z pojedynczego przedsiębiorstwa na cały ekosystem, wykorzystując do tego analizę sieci społecznych (*Social Network Analysis*), aby zbadać, jak te rozbieżności percepcyjne wpływają na przepływ informacji, transfer innowacji i ogólną odporność polskiego sektora motoryzacyjnego.

Podsumowanie

Niniejsza rozprawa podejmuje zagadnienie zarządzania łańcuchem wartości przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej funkcjonujących w warunkach nasilającej się globalnej konkurencji, gwałtownej cyfryzacji oraz rosnącej roli systemów sztucznej inteligencji, które w coraz większym stopniu determinują kierunki strategicznego rozwoju organizacji. Podsumowanie to stanowi syntetyczne ujęcie przeprowadzonych analiz teoretycznych i empirycznych, wyprowadzonych na ich podstawie wniosków, stopnia realizacji założonych celów badawczych oraz oceny trafności sformułowanej tezy i hipotez badawczych. Jednocześnie wskazuje ono ograniczenia podjętych badań i kierunki dalszych prac naukowych w tym obszarze.

Celem głównym rozprawy było zidentyfikowanie oraz zamodelowanie kluczowych zależności w łańcuchu wartości przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej działających w warunkach globalnej konkurencji, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania procesów globalizacyjnych oraz roli systemów sztucznej inteligencji w transformacji organizacyjnej, technologicznej i społecznej.

Realizacja tego celu przebiegała poprzez pięć celów szczegółowych:

1. Teoretyczne i terminologiczne uporządkowanie koncepcji łańcucha wartości w specyfice branży motoryzacyjnej.

   Cel ten został w pełni osiągnięty dzięki kompleksowej analizie literatury obejmującej modele Portera, ujęcia *global value chains*, koncepcje *governance*, ekosystemów innowacji oraz podejścia do cyfryzacji i modelowania procesów w złożonych łańcuchach wartości.
2. Analiza wpływu otoczenia konkurencyjnego na strategie logistyczne i procesy logistyczne przedsiębiorstw.

   W realizacji tego celu uwzględniono zmienność otoczenia, presję międzynarodową, ewolucję globalnych łańcuchów dostaw, rosnące znaczenie odporności (*supply chain resilience*) oraz zmiany regulacyjne i technologiczne.
3. Ocena roli i systemów sztucznej inteligencji w takich obszarach jak zrównoważony rozwój i zarządzanie zasobami ludzkimi.

   Zrealizowano ją poprzez analizę wpływu AI zarówno na funkcje operacyjne, jak i strategiczne: rozwój produktów, ESG, zarządzanie kompetencjami oraz transformację modeli pracy.
4. Empiryczna weryfikacja zróżnicowania ocen cech łańcucha wartości w zależności od charakterystyk przedsiębiorstw i respondentów.

   Cel ten wypełniono poprzez zastosowanie szeregu testów nieparametrycznych (U Manna-Whitneya, Kruskala-Wallisa, testów Dunna) oraz analiz korelacyjnych Spearmana.
5. Opracowanie i przetestowanie modelu równań strukturalnych (SEM) wyjaśniającego zależności pomiędzy analizowanymi zmiennymi.

Wyniki potwierdziły wysoką jakość dopasowania modelu, znaczącą stabilność parametrów i ich spójność teoretyczną.

Każdy z celów został osiągnięty na gruncie teoretycznym i empirycznym, co umożliwia całościową ocenę problemu badawczego.

Teza zakładała, że:

w warunkach globalnej konkurencji, o przewadze przedsiębiorstwa motoryzacyjnego decyduje strategiczne wdrożenie sztucznej inteligencji w całym łańcuchu wartości. AI nie jest jedynie narzędziem optymalizacji procesów, lecz kluczowym czynnikiem transformacji w obszarach zrównoważonego rozwoju i zarządzania kapitałem ludzkim, co kompleksowo rekonfiguruje model tworzenia wartości.

Wyniki badań jednoznacznie potwierdzają tę tezę:

- systemy AI wykazują statystycznie istotny wpływ na większość obszarów łańcucha wartości,
- wyższy poziom cyfryzacji przekłada się na większą efektywność procesową i strategiczną,
- AI staje się kluczowym katalizatorem zmian w obszarze ESG i zarządzania zasobami ludzkimi,
- wpływ globalizacji na łańcuch wartości jest wzmacniany przez poziom integracji technologicznej.

Hipotezy szczegółowe, zostały potwierdzone, a ich uzasadnienie znajduje odzwierciedlenie w wynikach modelu SEM oraz w analizach różnic między respondentami i przedsiębiorstwami.

Z analizy ilościowej obejmującej przedsiębiorstwa z sektora motoryzacyjnego w Polsce wynika, że:

- globalizacja i konkurencja międzynarodowa zostały ocenione jako kluczowe determinanty zmian w łańcuchach wartości;
- najsilniej oddziałujące czynniki to: ekspansja konkurentów zagranicznych, rosnące wymogi regulacyjne oraz dynamika technologiczna.

Systemy AI wspierają i transformują:

- planowanie produkcji i logistykę,
- prognozowanie popytu,
- zarządzanie relacjami z klientami,
- automatyzację operacji i integrację systemów IT/OT,
- realizację celów zrównoważonego rozwoju,
- zarządzanie talentami i kompetencjami.

Model SEM wykazał, że im wyższy poziom integracji AI, tym wyższa skuteczność w poszczególnych segmentach łańcucha wartości oraz wyższa spójność strategiczna przedsiębiorstwa.

Wyniki potwierdziły również iż:

- wielkość firmy i poziom cyfryzacji różnicują oceny łańcucha wartości;
- stanowisko pracy wpływa na ocenę wybranych obszarów, natomiast staż pracy i formalny zakres odpowiedzialności nie generują istotnych statystycznie różnic;
- przedsiębiorstwa duże i silnie zdigitalizowane oceniają wpływ AI i globalizacji bardziej pozytywnie;

- analizy korelacyjne potwierdzają systemowy, wzajemnie wzmacniający się charakter zależności między globalizacją, AI, logistyką, ESG i HR;
- nie stwierdzono przesłanek do odrzucenia ogólnej hipotezy o pozytywnym wpływie globalizacji i AI na kluczowe obszary funkcjonowania przedsiębiorstw.

Rozprawa wnosi znaczący wkład w dorobek nauk o zarządzaniu i jakości:

- integruje klasyczne i współczesne podejścia do łańcucha wartości z perspektywą cyfryzacji i globalnych sieci produkcyjnych;
- rozwija koncepcję łańcucha wartości jako dynamicznego ekosystemu;
- dostarcza empirycznie zweryfikowanego modelu SEM, który może stanowić podstawę kolejnych badań;
- wypełnia lukę badawczą dotyczącą kompleksowego modelowania wpływu AI na łańcuch wartości w branży motoryzacyjnej.

W wymiarze praktycznym rozprawa:

- wskazuje, że integracja AI z zarządzaniem łańcuchem wartości jest warunkiem utrzymania konkurencyjności;
- rekomenduje inwestycje w kompetencje cyfrowe oraz rozwój systemów integrujących procesy (ERP, SCM, CRM, BI);
- podkreśla znaczenie odporności łańcucha dostaw, dywersyfikacji źródeł i monitorowania ryzyka;
- pokazuje, że firmy krajowe powinny przyspieszyć cyfryzację, aby ograniczyć przewagę podmiotów należących do globalnych koncernów.

Przy czym należy mieć świadomość kilku ograniczeń:

- badanie obejmuje przedsiębiorstwa w Polsce, wymagane jest rozszerzenie analiz na inne kraje;
- w modelu nie uwzględniono trendów takich jak elektromobilność czy gospodarka obiegu zamkniętego;
- zastosowana metodologia wymaga dalszych badań porównawczych i panelowych, aby uchwycić dynamikę zmian.

W oparciu o wyniki i ograniczenia zaleca się:

- przeprowadzenie badań międzynarodowych porównujących różne rynki;
- rozwój modeli symulacyjnych i predykcyjnych badających przyszłą rolę AI;
- rozszerzenie modeli o zagadnienia ESG, *circular economy*, mobilność jako usługę (MaaS);
- analizę wpływu AI na kulturę organizacyjną i modele pracy w motoryzacji.

Podsumowując, rozprawa ukazuje, że współczesny łańcuch wartości w branży motoryzacyjnej nie jest już liniowym ciągiem działań, lecz złożonym, globalnym i adaptacyjnym systemem. W takim systemie przewagę konkurencyjną buduje nie tylko doskonałość operacyjna, lecz strategiczna integracja technologii w szczególności sztucznej inteligencji z procesami logistycznymi, środowiskowymi i społecznymi.

Ostatecznie potwierdzono, że organizacje, które traktują AI jako element strategiczny, a nie jedynie narzędzie operacyjne, osiągają wyższy poziom spójności, innowacyjności i odporności w obliczu globalnych wyzwań. Rozprawa przyczynia się tym samym do pogłębienia wiedzy o zarządzaniu łańcuchem wartości i oferuje modele oraz rekomendacje o znaczeniu zarówno naukowym, jak i praktycznym.

Bibliografia

1. Abdulrahman M. D., Improving agility and resilience of automotive spares supply chains through coopetition. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 170, 2023, 102994
2. Abubakar A. M. et al., Talent Management and Digital Transformation: A Systematic Review of the Literature and Future Research Agenda. *Sustainability*, 14(22), 2022, 15063.
3. Adamczewski P., Organizacje data-driven w ewolucji transformacji cyfrowej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 2018, 527: 11-24.
4. Ahmad N., Ullah Z., Arshad M., Big-data-driven CRM and quality integration in the automotive industry. *The TQM Journal*, 36(9), 2023, 1-20.
5. Alekseeva L., Angrist J. D., Hull M., Tito M., The Demand for AI Skills in the Labor Market. *NBER Working Paper*, w31322. (Dostępny jako preprint NBER/SSRN), 2023.
6. Ali A., Gölgeci I., Supply chain resilience: a systematic literature review and a conceptual framework for future research. *International Journal of Production Economics*, 269, 2022, 108118.
7. Almaskati D., Song M., Huynh N., A comprehensive review of shared autonomous vehicles: Impacts and challenges. *Journal of Intelligent and Connected Vehicles,* 7(1), 2024, 1-28.
8. Almlöf E., Winslott Hiselius H.L., Levin L., Frameworks for assessing societal impacts of automated vehicles: A review. *Transportmetrica A: Transport Science*, advance online publication, 2022.
9. Amnesty International, Powering change: Principles for businesses and governments in the battery value chain. *Amnesty International Report*, 2023.
10. *Analysis of Moment Structures (Analiza Struktur Momentów)*, https://www.ibm.com/products/structural-equation-modeling-sem.
11. Ancarani A., et al., Human capital for industry 4.0: an empirical analysis of the new scenarios, training models and drivers of innovation. *Production & Manufacturing Research*, 8(1), 2020, 267-285.
12. Arntz M., Gregory T., Zierahn U., Digitalization and the future of work: Macroeconomic consequences. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 14(2020-24), 2020, 1-21.
13. AUTO FORUM - https://autoforum.hyundai.pl/ (dostęp online 21.10.2025)
14. AUTO GAZDA GROUP | GANINEX GAZDA GROUP, https://www.auto-gazda.pl/ oraz https://www.ganinex.com/ (dostęp online 21.10.2025).
15. AUTO GROUP POLSKA (CENTRUM WROCŁAW), https://centrumwroclaw.pl/ (dostęp online 21.10.2025).
16. AUTO PODLASIE, https://grupaautopodlasie.pl/ (dostęp online 22.10.2025).
17. AUTO SPEKTRUM, https://www.autospektrum.pl/ (dostęp online 22.10.2025).
18. AUTORUD STALOWA WOLA, https://www.autorud-online.pl/ (dostęp online 22.10.2025).
19. AUTOSAN, https://autosan.pl/ (dostęp online 25.10.2025)
20. Balcar J., Do soft skills matter? Firm-level evidence on the role of soft skills for innovation and productivity. *Empirica*, 48(2), 2021, 395-423.
21. Barbulescu R., Bidwell M., Internal versus External Mobility in Turbulent Times: The Role of Hiring and Layoff Frictions. *ILR Review*, 74(4), 2021, 953-980. (Dostępny jako preprint).
22. Bartosik R., Analiza ryzyka w transakcjach kontrolowanych w sektorze motoryzacyjnym. *Doradztwo Podatkowe Biuletyn Instytutu Studiów Podatkowych*, 2023, 8: 38-45.
23. Baruch Y., Vardi Y., Global talent mobility: a borderless world perspective. *Career Development International*, 27(4), 2022, 406-422.

24. Baryannis G., Validi S., Dani S., Antoniou G ., AI and predictive analytics in supply chain risk management: Applications in the automotive industry. Computers & Industrial Engineering, 150, 2020, 106881.

25. Bednall T. C., Sanders K., Runhaar P., Stimulating Informal Learning Among Employees: The Role of Leader-Member Exchange and Psychological Safety. *Frontiers in Psychology*, 12, 2021, 648940.

26. Bekisz A., Kruszyński M., Ekologistyka i ekoprojektowanie na przykładzie branży motoryzacyjnej. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 2022, 73: 5-21.

27. Belhadi A., Kamble S. S., Jabbour C. J. C., Gunasekaran A., Ndubisi N. O., Venkatesh M., A systematic review of the literature on supply chain sustainability in the automotive industry. *Sustainability*, 13(12), 2021, 6782.

28. Ben-Meir L., Supply chain resilience and agility during COVID-19. *Proceedings of the Association of Marketing Theory and Practice*, 2022, 1-10.

29. Bennett L., Chen Y., How AI Technologies Are Revolutionizing Inventory Management in Automotive Supply Chains. *Preprints*, 2025.

30. Bickelhaupt S., Schmitt R. H., Challenges and opportunities of future vehicle diagnostics in software-defined vehicles. *SAE Technical Paper* 2023-01-0847, 2023.

31. BMW SIKORA, https://www.bmw-sikora.pl/(dostęp online 25.10.2025).

32. Bode C., Wagner S. M., Risk mitigation, adaptability and sectoral resilience: Buffering in an automotive supply chain across tiers. *International Journal of Project Management,* 2025.

33. Bórawski P., Bełdycka-Bórawska A., Szymańska E. J., Jankowski K. J., Dubis B., Dunn J. W., Development of renewable energy sources market and biofuels in The European Union. *Journal of cleaner production*, 228, 2019, 467-484.

34. Borowiecki R., Siuta-Tokarska B., Maroń J., Suder M., Thier A., Żmija, K. Developing digital economy and society in the light of the issue of digital convergence of the markets in the European Union countries. *Energies*, 14(9), 2021, 2717.

35. BOSCH, https://www.bosch.pl/ (oraz ogólne źródła informacyjne) (dostęp online 25.10.2025).

36. Brandt A., Wykorzystanie nowych narzędzi analitycznych w zarządzaniu łańcuchami dostaw – studium przedsiębiorstwa LOKAD. *Academic Review of Business and Economics*, 2023, 5: 65-79.

37. Brdulak P., Pawlak P., Elektromobilność czynnikiem zmian jakościowych polskiego transportu samochodowego. *Kwartalnik nauk o przedsiębiorstwie*, 2021, 58.1: 31-42.

38. BREMBO, https://www.brembo.com/pl/ (oraz ogólne źródła informacyjne) (dostęp online 25.10.2025).

39. BRIDGESTONE, https://www.bridgestone.pl/ (oraz informacje o polskich fabrykach) (dostęp online 25.10.2025).

40. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C., The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), 2021, 333-372. (Dostępny jako preprint NBER).

41. Business Insider. *BMW CEO: A 2035 gasoline ban will hit the European car industry 'in its heart' and make it reliant on Chinese batteries,* 2024.

42. Calvino F., Virgillito M. E., Technology, employment and skills. OECD Science. *Technology and Industry Working Papers*, 2020/03.

43. CAROLINA CAR COMPANY, https://www.toyotawola.pl/(dostęp online 25.10.2025).

44. CARSED, https://carsed.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

45. CARSERWIS, https://www.carserwis.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

46. Chauhan S., Kumar R., Singh R., Digitalization of supply chain management with Industry 4.0: Implications for sustainable SCM. *Processes*, 11(1), 2022, 96.

47. Choudhury P., Foroughi C., Larson B., Work-from-anywhere: The productivity effects of geographic flexibility. *Strategic Management Journal*, 42(4), 2021, 655-683. (Dostępny jako preprint).

48. Clifford S., How AI Is Revolutionizing the Automotive Supply Chain. *Fullstack Labs Blog*, 2024, May 21.

49. Collings D. G., Scullion H., Caligiuri P., Global talent management and the coronavirus pandemic: a research agenda. Journal of International Business Studies, 51(9), 2020, 1637-1643.

50. Coutts J., Hayes A. F., Jiang T., Easy statistical mediation analysis with distinguishable dyadic data. *Journal of Communication*, 69*,* 2019, 612-549 [PDF].

51. Dąbrowski D., Szacowanie przewagi konkurencyjnej w procesie rozwoju nowego produktu – ujęcie praktyczne. *Zarządzanie organizacjami w społeczeństwie informacyjnym. Strategie – projekty – procesy*, 2022, 67-78.

52. DĘBICA, https://www.debica.com.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

53. Deming D. J., The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market. *NBER Reporter*, 2021(2), 1-7.

54. Dias G. C., Imai T., Supply chain risk management and risk ranking in the automotive industry. *Gestão & Produção*, 27(1), 2020.

55. Dias G. C., Supply chain risk management and risk ranking in the automotive industry. *Gestão & Produção*, 27(1), 2020.

56. Dicken P., *Global shift: Mapping the changing contours of the world economy* (7th ed.). Guilford Press, 2015.

57. Dignum V., Responsible AI: developing human-centred AI. *AI and Ethics*, 1(1), 2021, 101-102.

58. Dinno A., Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *The Stata Journal, 15*(1), 2015, 292-300.

59. Dmowska J., Brzostek K., Spółki komunalne jako element łańcucha wartości w procesie raportowania czynników ESG. *Współczesne wyzwania zarządzania samorządem lokalnym*, 2024, 125.

60. Dong W., Strategic transformation trends within automobile supply chains [Praca magisterska, *MIT Sloan School of Management*]. MIT DSpace, 2024.

61. Doran D., Rethinking the supply chain: An automotive perspective. *Supply Chain Management: An International Journal, 9*(1), 2004, 102-109.

62. Dwivedi Y. K. et al., Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 2021, 101994.

63. Einsele D., AI driving sustainability in the automotive industry. *Knowledge Agent*, 2023, September 12.

64. Eisenreich A., Füller J., Stuchtey M., Gimenez-Jimenez D., Toward a circular value chain: Impact of the circular economy on a company's value chain processes. *Journal of Cleaner Production*, *378*, 2022, 134375.

65. Eldemir B., Kucukaltan B., Düdükçü M., The COVID-19 impact on supply chain operations of automotive firms: Case study and recovery framework. *Sustainability*, 14(10), 2022, 5855.

66. EMIL FREY POLSKA, https://www.emilfrey.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

67. Eurofound. *Telework and ICT-based mobile work: Flexible working in the post-COVID-19 era*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022.

68. EXIDE TECHNOLOGIES (CENTRA), https://www.exide.com/pl/pl (oraz informacje historyczne o marce Centra) (dostęp online 27.10.2025).

69. Falencikowski T., Istota chmury wartości – założenia podstawowe. *Prace Naukowe Wałbrzyskiej Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości*, *32*(2), 2015, 121-129.

70. Farooq S., Identification and prioritization of risks for new entrants in the automotive industry. *Journal of Risk Research*, 27(4), 2024, 1-15, 453-467.

71. FAURECIA (FORVIA), https://www.forvia.com/pl (oraz informacje o polskich oddziałach) (dostęp online 27.10.2025).

72. FEDERAL-MOGUL (TENNECO), https://www.tenneco.com/ (oraz informacje o polskich fabrykach) (dostęp online 27.10.2025).

73. Frigant V., Layan J. B., Modular production and the new division of labour within Europe: The perspective of French automotive parts suppliers. *European Urban and Regional Studies, 16*(1), 2009, 11-25.

74. Fujimoto T., Architecture-based comparative advantage in Japan and Asia. *Evolutionary and Institutional Economics Review,* 11(1), 2014, 1-36.

75. Futkowski M., Łańcuch wartości na przykładzie branży farmaceutycznej. *Prace Naukowe*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, 2025, 59-70;

76. Galanti T. et al., Work From Home During the COVID-19 Outbreak: The Impact on Employees' Remote Work Productivity, Engagement, and Stress. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12, 662230.

77. Garikapati D., Gupta S., Chintalapudi N., Autonomous vehicles: Evolution of artificial intelligence techniques and applications. *Big Data and Cognitive Computing*, 8(4), 2024, 42.

78. Gereffi G., De Marchi V., Using the global value chain framework to analyse and tackle global environmental crises. *Journal of Industrial and Business Economics*, 50(1), 2023, 149-168.

79. Gereffi G., Fernández-Stark K., *Global Value Chain Analysis: A Primer*. Vol.: –, Duke CGGC (Duke University), 2011.

80. Gereffi G., Fernández-Stark K., *Global Value Chain Analysis: A Primer (Second Edition)*. Vol.: –, Duke CGGC (Duke University), 2016.

81. Gereffi G., *Global Value Chains and Development: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism*. Vol.: –, Cambridge University Press, 2018.

82. Gereffi G., *How to make global supply chains more resilient*. Columbia FDI Perspectives (348), 2023.

83. Gereffi G., Humphrey J.; Sturgeon T., The Governance of Global Value Chains. Vol.: 12(1), *Review of International Political Economy*, Taylor & Francis, 2005.

84. Gereffi G., Trade policies, firm strategies, and adaptive reconfigurations of global value chains. *Journal of International Business Policy*, 4, 2021, 506-522.

85. Ghicajanu M., Competitive analysis of the business with the Michael Porter model. *Annals of the University of Petrosani. Economics*, *21*(1), 2021, 169-178.

86. Ghobakhloo M., Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 2020, 119869.

87. Gross-Gołacka E,. Zarząd*zanie różnorodnością. W kierunku zróżnicowanych zasobów ludzkich w organizacji*. Difin, Warszawa, 2018.

88. GRUPA BEDNAREK | PREMIUM ARENA, https://bednarek.com.pl/ oraz https://premiumarena.pl/ (dostęp online 28.10.2025).

89. GRUPA BEMO, https://grupabemo.pl/ (dostęp online 27.10.2025).

90. GRUPA BOŃKOWSCY, https://grupabonkowscy.pl/ (dostęp online 28.10.2025).

91. GRUPA CHODZEŃ, https://chodzen.pl/ (dostęp online 28.10.2025).

92. GRUPA CICHY-ZASADA, https://cichy-zasada.pl/ (dostęp online 28.10.2025).

93. GRUPA CYGAN, https://grupacygan.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

94. GRUPA GEZET, https://gezet.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

95. GRUPA JAWORSKI, https://www.bmw-jaworskiauto.pl/ / https://www.jaworski-gajewski.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

96. GRUPA KAMIŃSKI, https://grupakaminski.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

97. GRUPA KARLIK, https://karlik.poznan.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

98. GRUPA KROTOSKI, https://krotoski.com/ (dostęp online 29.10.2025).

99. GRUPA LELLEK, https://lellek.com.pl/ (dostęp online 29.10.2025).

100. GRUPA PIETRZAK, https://www.grupa-pietrzak.pl/ (oraz strona dywizji luksusowej (dostęp online 29.10.2025)https://pietrzak.ferraridealers.com/).

101. GRUPA PLICHTA, https://plichta.com.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

102. GRUPA PTH, https://www.pth.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

103. GRUPA SABAJ, https://grupa-sabaj.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

104. GRUPA TOYOTA & LEXUS KATOWICE. https://www.toyota-katowice.pl/ oraz https://www.lexus-katowice.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

105. GRUPA WIŚNIEWSKI, https://grupawisniewski.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

106. GRUPA WRÓBEL, https://grupawrobel.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

107. GRUPA ZDUNEK, https://grupazdunek.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

108. Guo Y., et al., Inventory-focused reviews of supply chain resilience... *Logistics Research*, 17(1), 2024, 12.

109. Guo Y., Lu Y., Ghadge A., Ivanov D., Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective. *Logistics Research*, 17(1), 2024, 12.

110. Haddud A., McAllen D., Workforce Upskilling for Industry 4.0: A Conceptual Framework. *Sustainability*, 14(3), 2022, 1549.

111. Hair J., Alamer A., Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Res. Methods Appl. Linguist*. 2022, 1, 100027.

112. Han Y., Caldwell N.D., Ghadge A., Social network analysis in operations and supply chain management: a review and revised research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, 2020, 40.7/8: 1153-1176.

113. Harsch K., Festing M., Dynamic talent management. *German Journal of Human Resource Management*, 34(3), 2020, 225-251.

114. Hayes A. F., *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (3rd edition). The Guilford Press, New York, 2022.

115. Hayes A. F., Coutts J. J., Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. But... *Communication Methods and Measures*, 14, 2020, 1-24 [PDF].

116. Hecklau F., Galeitzke M., Flachs S., Kohl H., Holistic competency model for Industrie 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(9), 2020, 1851-1868.

117. Helbig C. et al., Vulnerability of electric vehicle batteries to global battery chemistry disruptions. *Nature Communications*, 15, Article 1956, 2024.

118. Hines P., Rich N., The Seven Value Stream Mapping Tools. *Vol.:* 17(1), *International Journal of Operations & Production Management*, Emerald, 1997.

119. Hofmann M., Neukart F., Bäck T., *Artificial Intelligence and Data Science in the Automotive Industry*. ArXiv, 2017.

120. Hooper D., Coughlan J., Mullen M.R., Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, 6, 2008, 53-60.

121. Huang K., Automotive supply chain disruption risk management. *MDPI Processes*, 11(3), 2023, 710.

122. Huang K., Wang Z., Ghadge A., Zhang Y., The impact of Industry 4.0 on supply chain capability and resilience. *International Journal of Production E*conomics, 255, 2023, 108688.

123. Huisman J., Ciacci L., Nuss P., Battery minerals and the automotive transition: Supply chain vulnerabilities and the role of recycling. *Resources Policy*, 74, 2021, 102324.

124. Humphrey J., Memedovic O., The global automotive industry value chain: What prospects for upgrading by developing countries? *UNIDO Sectoral Studies Series,* 2003. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23857.84325

125. Humphrey J., Schmitz H., Governance in Global Value Chains. Vol.: 32(3), *IDS Bulletin*, Institute of Development Studies/Wiley. 2001.

126. Iazzolino G. et al., Learning Factories as Testbeds for Reskilling and Upskilling in the Smart Manufacturing Era: A Systematic Literature Review. Applied Sciences, 13(7), 2023, 4055.

127. INCHCAPE, https://www.inchcape.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

128. Ivanov D., Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136, 2020, 101922.

129. Izdebski H., Od administracji publicznej do *public governance*. *Zarządzanie Publiczne/Public Governance*, (1(1), 2007, 7-20.

130. Jabil. The automotive supply chain: Why risk management is crucial now. *Jabil Blog*, 2023, April 25.

131. Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A., Towards a Theory of Ecosystems. Vol.: 39(8), *Strategic Management Journal*, Wiley, 2018.

132. Janczewski J., Innowacja jako narzędzie przedsiębiorczości małej firmy na przykładzie usług motoryzacyjnych. *Przedsiębiorczość – Edukacja*, 2006, 2: 27-40.

133. Jasińska-Biliczak A., Sipa M., The Role of HR Practices in Fostering Innovation in Manufacturing SMEs: A Polish Perspective. *Sustainability*, 13(4), 2021, 1892.

134. JELCZ, https://jelcz.com.pl/ (dostęp online 30.10.2025).

135. Johansen M. R., Christensen T.B., Ramos T. M., Syberg K., A review of the plastic value chain from a circular economy perspective. *Journal of Environmental Management*, *302*, 2022, 113975.

136. Jones L., Demirkaya M., Bethmann E., Global Value Chain Analysis: Concepts and Approaches. Vol.: –, *Journal of International Commerce and Economics*, U.S. International Trade Commission, 2019.

137. Jullien B., Pardi T., Structuring new automotive industries, restructuring old ones: The new division of labour in the global automotive industry. *International Journal of Automotive Technology and Management, 17*(1/2), 2017, 1-15.

138. Kamińska O., Nowak M., Zarządzanie ryzykiem w systemach logistycznych branży motoryzacyjnej. *Journal of TransLogistics*, 2022, 8.1: 85-100.

139. Kaplinsky R., *Globalisation and Unequalisation: What Can Be Learned from Value Chain Analysis?* Vol.: 37(2), *Journal of Development Studies*, Taylor & Francis, 2000.

140. Kaplinsky R., Morris M., *A handbook for value chain research.* Vol. 113, Brighton, University of Sussex, Institute of Development Studies, 2000.

141. Kaplinsky R., Morris M., *A Handbook for Value Chain Research*. Vol.: –, Institute of Development Studies/IDRC, 2001.

142. Karamatsoukis A. et al., Data-driven robust strategic sourcing for operations in discrete manufacturing. *International Journal of Project Management*, 2025.

143. Khalid J., Jeong B., AI-Driven Risk Management and Sustainable Decision-Making in the Automotive Industry: A Systematic Review and Future Research Agenda. Sustainability, 16(16), 2024, 6799.

144. Kipper L. M. et al., Scientific Mapping to Identify Competencies for Industry 4.0. Sustainability, 13(17), 2021, 9607.

145. Klamerek J., Kutnik K., Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw: jak minimalizować straty i poprawić efektywność transportu. *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie*, 2023, 37.2: 163-169.

146. KONGSBERG AUTOMOTIVE, https://www.kongsbergautomotive.com/ (oraz informacje o polskich zakładach) (dostęp online 30.10.2025).

147. Koźlak J., Żabińska M., Koncepcja holonicznego systemu do zarządzania łańcuchami dostaw. *Automatyka/Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*, 2011, 15: 271-279.

148. Kröner A., Müller A., Diversity Management as a Driver for Innovation Performance: The Mediating Role of Psychological Safety. *Sustainability*, 15(2), 2023.

149. Kubek D., Więcek P., Predykcyjny model planowania tras pojazdów w warunkach niepewności z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*, 2018.

150. Kucharski A., Uwarunkowania rozwoju sektora motoryzacyjnego na świecie. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, 2018, 19.5.3: 237-252.

151. Lee C. C., Wen H., Global value chain embedding and enterprise energy efficiency: a worldwide firm-level analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *207*, 2025, 114955.

152. Lehman A., *Jmp For Basic Univariate And Multivariate Statistics: A Step-by-step Guide*. Cary, NC: SAS Press, 2005, p. 123. ISBN 978-1-59047-576-8.

153. Letkiewicz A., Szulc K., W kierunku *green smart city-case study* Trójmiasta. *Współczesna Gospodarka*, 13(1 (37), 2022. 59-73.

154. Letkiewicz A., Uwarunkowania i narzędzia zwiększania efektywności przedsiębiorstw transportu drogowego w sieciach międzyorganizacyjnych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomika Transportu i Logistyka*, (53 Przedsiębiorstwo transportowe – funkcjonowanie i rozwój), 2014, 83-102.

155. Levine T.R., Confirmatory factor analysis and scale validation in communication research. *Communication Research Reports.* 22 (4), 2005, 335-338.

156. LG (LG ENERGY SOLUTION), https://www.lgensol.com/pl/index (oraz liczne artykuły prasowe o inwestycji pod Wrocławiem) (dostęp online 30.10.2025).

157. Li Y., Chen H., Wang Y., Supply chain resilience and risk exposure: The moderating effects of supplier and customer concentration. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161, 2022, 102700

158. Li Y., Zobel C. W., Seref O., Chatfield D., A strategic analysis of supply chain resilience with a focus on component sourcing and pricing. *Omega*, 91, 2020, 102061.

159. Lin S., Shen Y., Zhou A., The impact of digitalization on supply chain performance: Evidence from China. *Global Business and Management Research: An International Journal*, 14(4s), 2022.

160. Liza S. A., Billah M., Shafi M., Post-pandemic sustainable supply chain recovery planning for automotive manufacturers. *International Journal of Production Research*, 60(14), 2022, 4500-4520.

161. MacDuffie J. P., Fujimoto T., Why dinosaurs will keep ruling the auto industry. *Harvard Business Review, 88*(6), 2010, 23-25. https://hbr.org/2010/06/why-dinosaurs-will-keep-ruling-the-auto-industry.

162. Macpherson W. E., Talent retention strategies in Industry 4.0 automotive organisations in South Africa. SA *Journal of Human Resource Management*, 22, 2024.

163. MAHLE, https://www.mahle.com/pl/ (oraz informacje o polskich zakładach) (dostęp online 30.10.2025).

164. MAN, https://www.man.eu/pl/pl/ (oraz informacje o fabrykach w Niepołomicach i Starachowicach) (dostęp online 30.10.2025).

165. Mann H. B., Whitney D. R., On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics, 18*(1), 1947.

166. MARELLI, https://www.marelli.com/ (dostęp online 1.11.2025).

167. MARELLI, https://www.marelli.com/ (dostęp online 30.10.2025).

168. Mariani M. M., Borghi M., A systematic literature review and research agenda on blockchain in supply chains. *International Journal of Production Research*, 59(21), 2021, 6438-6466.

169. MARIMEX | M-CARS AUTO | PREMIUM KUS, https://ford.marimex.pl/, https://m-cars.pl/ oraz https://www.bmw-premiumkus.pl/ (dostęp online 1.11.2025).

170. Martínez-Martínez A., Cervera-Taulet A., Integrating customer experience management into the sustainable product life cycle: A systematic review and agenda. *Sustainability*, 17(3), 2025, 1123.

171. Marzantowicz Ł., Niepewność i nieprzewidywalność w łańcuchu dostaw – rozważania teoretyczne. *Nauki o Zarzadzaniu*, 2017, 31: 62-70.

172. McKinsey & Company, *The future of the automotive supply chain: Resilience, localization, and electrification McKinsey & Company,* 2021.

173. Mediavilla M. A., Review and analysis of artificial intelligence methods for automotive supply chain management. *Procedia CIRP, 106*, 2022, 123-128.

174. Mendi A. F., Duman A., Gökçe H., A digital twin case study on automotive production line. *Sensors*, 22(18), 2022, 6963.

175. MERCEDES-BENZ, https://www.mercedes-benz.pl/ (oraz liczne źródła informacyjne o fabryce w Jaworze) (dostęp online 1.11.2025).

176. MICHELIN, https://www.michelin.pl/ (oraz informacje o fabryce w Olsztynie) (dostęp online 1.11.2025).

177. Mikalef P., Gupta M., Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement, and impact on firm performance. *Information & Management*, 58(3), 2021, 103434.

178. Mikalef P., Pappas I. O., Krogstie J., The role of big data analytics capabilities in fostering organizational agility. *Information & Management*, 57(1), 2020, 103131.

179. MM CARS, https://mmcars.pl/ (dostęp online 1.11.2025).

180. Moktadir M. A., Rahman T., Ali S. M., Examining the barriers to circular economy adoption in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 287, 2021, 125556.

181. Morgan R. E., Wang C. L., Agile organizations and the promotion of market and learning orientation. *Industrial Marketing Management*, 88, 2020, 101-114. (Dostępny jako preprint).

182. Mrugalska B., Wyrwicka M. K., Lean Production Systems 4.0 – A comprehensive review. *International Journal of Production Research,* 2022.

183. Naffin R., Wolf J., Seuring S., Testing sustainable supplier performance measurement approaches. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(5), 2023, 2285-2301.

184. NAWROT, https://www.nawrot.pl/ (dostęp online 1.11.2025).

185. NEXTEER AUTOMOTIVE. https://www.nexteer.com/ (oraz informacje o polskich fabrykach w Tychach i Gliwicach) (dostęp online 1.11.2025).

186. NGK SPARK PLUG (NITERRA). https://www.ngkntk.com/pl/ (obecnie pod marką Niterra) (dostęp online 1.11.2025).

187. Niri A.J., Poelzer G. A., Zhang S. E., Rosenkranz J., Pettersson M., Ghorbani Y., Sustainability challenges throughout the electric vehicle battery value chain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *191*, 2024, 114176.

188. NSK, https://www.nskeurope.pl/ (oraz informacje o fabrykach w Wałbrzychu i Kielcach) (dostęp online 1.11.2025).

189. Ocicka B., Współczesne strategie zarządzania międzynarodowymi łańcuchami dostaw. *Studia Ekonomiczne*, (283), 2016, 61-74.

190. ODYSSEY DEALER GROUP, https://www.lexus-wola.pl/ oraz https://www.volvo-odyssey.pl/ (dostęp online 1.11.2025).

191. Ohno T., System produkcyjny Toyoty. *Więcej niż produkcja na dużą skalę, ProdPress. com, Wrocław*, 2008, 17.

192. Pan J. N., Ng E., R&D collaboration and innovative performance in the automotive industry. *Journal of Business Research, 68*(1), 2015, 229-235.

193. Papachristos G. et al., Work-Based Learning for Digital Manufacturing: The Connected Factory Paradigm. *Education Sciences*, 12(6), 2022, 402.

194. Parker S. K., Knight C., A. Keller, Remote Managers Are Having Trust Issues. *Harvard Business Review*, 2020. (Dostępne jako artykuł online).

195. Paul A., Shukla N., Paul S. K., Trianni A., A review on inventory and supply chain resilience. *Journal of Manufacturing Systems*, 60, 2021, 607-626.

196. Pavlínek P., Domanski B., Guzik R., Industrial upgrading through foreign direct investment in Central European automotive manufacturing. *European Urban and Regional Studies, 16*(1), 2009, 43-63.

197. Pereira A. C., Romero F., A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 2017, 1206-1214.

198. PILKINGTON, https://www.pilkington.com/pl-pl/pl (dostęp online 4.11.2025).

199. Pindelski M., Koncepcje CSR, SCR i CSV w zrównoważonej strategii sprzedaży. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*, 2024, 197: 119-130.

200. Pinho Santos L., da Silva C. B., Jorge D., Developing return supply chains: Processes for automotive sustainability. Sustainability, 14(11), 2022, 6587.

201. Pizoń J., Gola A., Rudawska A., Coboty jako kluczowy czynnik rozwoju masowej personalizacji w ramach Przemysłu 4.0 i Przemysłu 5.0. *Inżynieria zarządzania. Cyfryzacja Produkcji.* Warszawa: PWE, 2023.

202. POLMOTORS SP. Z O.O., https://www.polmotors.com.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

203. Porter M. E., Millar V. E. How information gives you competitive advantage: The information revolution is transforming the nature of competition. In: *Knowledge and special libraries* (pp. 85-103). Routledge, 2009.

204. Porter M.E., *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Vol.: -, Free Press (NY), 1985.

205. Porter M.E., Heppelmann J.E., How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Vol.: 92(*11), *Harvard Business Review*, Harvard Business School Press, 2014.

206. Porter M.E., Millar V.E., How Information Gives You Competitive Advantage. Vol.: 63(4), Harvard Business Review, Harvard Business School Press, 1985.

207. Porter M.E., What Is Strategy? Vol.: 74(6), *Harvard Business Review*, Harvard Business School Press, 1996.

208. PPUH AUTOPART JACEK BĄK SP. Z O.O., https://autopart.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

209. PRO CARS GROUP SP. Z O.O., https://www.procarsgroup.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

210. Prochatzki G., Pehlken A., Al-Amin A. Q., Waskow F., A review of current barriers, opportunities, and research trends for the circular economy in the automotive sector. *Journal of Cleaner Production*, 434, 2024, 139969

211. Przydatek M., Zawadzki M., Pajchrowski T., Zastosowanie metody uczenia maszynowego do procesu zarządzania energią w pojeździe elektrycznym. *Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering*, 2022, 107: 143-155.

212. Raaymann S., Meyr H., Seeck A., Measuring supply chain resilience along the automotive industry: Conceptualization and metrics. *The International Journal of Logistics Management*, 35(1), 2024, 1-26.

213. Rad F. F. et al., Metody badawcze w pracach łączących przegląd systematyczny i meta-analizę... *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 2022, 101-123.

214. Rad F. F., Fani M., Ebrahimi M., Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic review. *Journal of Manufacturing System*s, 65, 2022, 101-123.

215. Raghuram S., Hill N. S., Gibbs J. L., Maruping L. M., Virtual work: A research agenda. Academy of *Management Discoveries*, 7(2), 2021, 291-309. (Dostępny jako preprint).

216. Reaidy P. et al., Empirical survey studies... *International Journal of Operations & Production Management*, 2024.

217. Reaidy P. J., Gunasekaran A., Spalanzani A., Unveiling the impact of Industry 4.0 on supply chain connectivity and integration in the manufacturing sector. *International Journal of Operations & Production Management*, 2024.

218. Reddy T.A.B., Balaji M., Sankhla M.S., Saha S., Measuring supply chain resilience along the automotive value chain – A comparative research on literature and industry. *International Journal of Project Management*, 2024.

219. Reiche B. S., Lee Y. T., Allen D. G., Logan T. R., A meta-analysis of global mobility and employee outcomes: The roles of psychological contract fulfillment and organizational support. Journal of World Business, 58(2), 2023, 101379.

220. Reza M. N. H., Ahamed M., Biswas S., Jahan I., Tithi S. S., The implications of Industry 4.0 on supply chains amid pandemic and beyond: A review. Technological Forecasting and Social Change, 184, 2022, 122014.

221. Rojek T., Koncepcja łańcucha wartości w zarządzaniu przedsiębiorstwem. *Zeszyty naukowe uniwersytetu szczecińskiego*, 2014, 803: 813-822.

222. Rokicki T., Bórawski P., Bełdycka-Bórawska A., Żak A., Resilience of supply chains in the automotive industry in the Visegrad group countries. *European Research Studies Journal*, 25(4), 2022, 164-177.

223. RONAL GROUP, https://www.ronal-group.com/pl (oraz informacje o polskich fabrykach).

224. Rutkowska M., Popławski Ł., Model zrównoważonej gospodarki o obiegu zamkniętym. *Studia i prace WNEIZ US*, 47, 2017, 119-128.

225. SANOK RUBBER COMPANY S.A., https://sanokrubber.com/.

226. Sarker S. et al., Work-from-Home Research in Information Systems: A Synthesis and a Research Agenda. Communications of the Association for Information Systems, 48, 2021, 1-47.

227. Sawik T., A portfolio approach to supply chain disruption risk management. *International Journal of Production Research*, 58(19), 2020, 5797-5817.

228. SCANIA, https://www.scania.com/pl/pl/home.html (oraz informacje o fabryce w Słupsku) (dostęp online 4.11.2025).

229. Schlie E. H., Yip G. S., *Revisiting the world automotive industry*. Organizational Dynamics, 2000.

230. Schmid G., Wagner J., Platform work and labor mobility. *IZA World of Labor*, 2022.

231. Setiawan I., Tumanggor O. S. P., Purba H. H., Value Stream Mapping: Literature review and implications for service industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, *23*(2), 2021, 155-166.

232. Shafique M.N., Khan S. A. R., Babar M., *Strategic sourcing model for green supply chain management*, 2022/2023.

233. Sharma M., Jabbour C. J. C., de Sousa Jabbour A. B. L., Sustainable manufacturing and industry 4.0: What we know and what we don't. *Journal of Enterprise Information Management,* 34(1), 2021, 230-266.

234. Shingo S., *The sayings of Shigeo Shingo: Key strategies for plant improvement*. Routledge, 2018.

235. Singh R., Kaur P., Human skills in Industry 4.0 – Evidence from the Indian automotive sector. *Global Business Review*, 2024.

236. SOLARIS BUS & COACH S.A., https://www.solarisbus.com/pl (dostęp online 4.11.2025).

237. Sonar H., Khandelwal U., Akarte M., Sustainable supply chain management in automotive sector: Strategies and performance. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), 2022, 3635-3648

238. Soni U., Kumar G., A conceptual framework for supply chain risk management in automotive industry. *Procedia CIRP*, 2022,107, 243-248.

239. Sorooshian S., Reviewing lean production, a secret of Japanese success. *Journal of Manufacturing Processes*, 108, 2023, 531-540.

240. Spearman C., The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology, 15*(1), 1904.

241. Spieske A., Birkel H. S., Improving supply chain resilience through Industry 4.0: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(3), 2021,1312.

242. Spieske A., Birkel H., Improving supply chain resilience through Industry 4.0: A systematic literature review under the impressions of the COVID-19 pandemic. *Computers & Industrial Engineering*, 158, 2021, 107452.

243. Spieske A., Systematic review + bibliometric mapping... *Sustainability*, 13(3), 2021, 1312.

244. Stabell Ch. B., Fjeldstad Ø. D., Configuring value for competitive advantage: on chains, shops, and networks. *Strategic management journal*, *19*(5), 1998, 413-437.

245. STELLANTIS, https://www.stellantis.com/pl (oraz informacje o fabrykach w Tychach, Gliwicach i Skoczowie) (dostęp online 4.11.2025).

246. Sturgeon T. J., Van Biesebroeck J., Gereffi G., Value chains, networks and clusters: Reframing the global automotive industry. *Journal of Economic Geography, 8*(3), 2008, 297-321.

247. Sturgeon T. J., Van Biesebroeck J., Global value chains in the automotive industry: An enhanced role for developing countries? *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, 4*(1-3), 2011, 181-205. https://doi.org/10.1504/IJTLID.2011.041904.

248. Sundar S. M., Yogeeswaran S., Lee S., Personalization – *Exploring concepts and guidelines for AI-driven personalization of in-car HMIs in fully automated vehicles.* Proceedings of the 2022 International Conference on Human-Computer Interaction in Mobility (MobiHCI '22), 2022, 47-56.

249. Suppliers Partnership for the Environment, *Automotive plastics recycling and circularity report. SP Report*, 2024.

250. Szymczak M., Odporność łańcuchów dostaw – czy sprawdzona i potwierdzona? Wpływ pandemii koronawirusa na łańcuchy dostaw i ich popandemiczna odbudowa w kierunku „nowej normalności". In: *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw w czasach turbulencji, zakłóceń i niestabilnej gospodarki*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. p. 11-31.

251. Szymczak M., Systemy performance measurement w budowaniu odpornych łańcuchów dostaw. *Studia Ekonomiczne*, 2017, 315: 109-119.

252. Takeishi A., Fujimoto T., Modularization in the auto industry: Interlinked multiple hierarchies of product, production and supplier systems. *International Journal of Automotive Technology and Management, 3*(1/2), 2003, 79-98.

253. TANDEM, https://www.tandem.skoda.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

254. Taskan C. et al., *A Case Study on Performance Implications of Hybrid Strategy in Automotive Supplier Industry*. ResearchGate, 2022.

255. TENNECO, https://www.tenneco.com/ (oraz informacje o polskich zakładach w Gliwicach, Rybniku i dawnych fabrykach Federal-Mogul) (dostęp online 4.11.2025).

256. TOYOTA (W POLSCE), https://www.toyota.pl (importer) oraz https://www.toyotapl.com/ (produkcja) (dostęp online 6.11.2025).

257. TOYOTA BIELANY, https://www.toyota-bielany.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

258. TOYOTA DOBRYGOWSKI, https://www.toyota-dobrygowski.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

259. TOYOTA NOWAKOWSKI, https://www.toyota-nowakowski.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

260. TOYOTA RADOŚĆ, https://www.toyota-radosc.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

261. TOYOTA ROMANOWSKI, https://www.toyota-romanowski.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

262. TOYOTA WALDER, https://www.toyota-walder.pl/ (dostęp online 4.11.2025).

263. Trinh N. Q., Le T. T. H., Digital transformation of supply chains in manufacturing in the context of Industry 4.0: A literature review. *Applied Sciences*, 13(14), 2023, 8121.

264. Trojanowska J. et al., Development trends of production systems through the integration of Lean concept and Industry 4.0 solutions. *Applied Sciences*, 12(10), 2022, 4885.

265. Van Thao N., Bańka M. S., Tien N. H., Completing dried coconut value chain of Vietnam towards sustainable development goals. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, *5*(1), 2025, e03321-e03321.

266. Vanalle R. M., Lucato W. C., Ganga G. M. D., Alves Filho A. G., Risk management in the automotive supply chain: An exploratory study in Brazil. International Journal of Production Research, 58(3), 2020, 783-799.

267. Vuković V., D'Amico G., D'Amico F., Buterin D., Blockchain for traceability in the automotive supply chain: A systematic literature review and a conceptual framework. *Computers in Industry*, 153, 2023, 104006.

268. Walas-Trębacz J., Analiza procesów kształtujących łańcuch wartości przedsiębiorstwa. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, *922*(22), 2013, 5-26.

269. Walas-Trębacz J., Metodyka analizy łańcucha wartości przedsiębiorstwa. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, *922*(22), 2013, 27-45.

270. Walas-Trębacz J., Podejścia i kryteria wykorzystywane w ocenie sprawności łańcucha wartości przedsiębiorstwa. *Dylematy i metamorfozy współczesnego zarządzania*, 1997, 155.

271. Walas-Trębacz J., Wykorzystanie outosurcingu w doskonaleniu łańcucha wartości przedsiębiorstwa. *Zarządzanie i Finanse*, *14*(2), 2016. 439-454.

272. Walk J., N. Kühl, M. Saidani, J. Schatte, *Artificial intelligence for sustainability: Facilitating sustainable smart product-service systems with computer vision* [Preprint], arXiv, 2023.

273. Weresa M.A., Kowalski A M., Globalne łańcuchy wartości a konkurencyjność – ujęcie teoretyczne. *Raport o Konkurencyjności*, 2019, 15

274. Wiśniewski Z., Kolasiński S., Rekonfiguracja systemu wytwórczego z pomocą mapowania strumienia wartości – studium przypadku. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie* / Politechnika Śląska, 2016, 99: 585-597.

275. World Economic Forum. Driving Ambitions: The business case for circularity in the car industry. *WEF White Paper*, 2022.

276. Woźniak H., Procesy konwergencji i ich wpływ na zarządzanie łańcuchami dostaw w przemyśle motoryzacyjnym. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 2011, 234: 111-122.

277. www.guilford.com/p/hayes3.

278. Wyrzykowska B., Kurcman D., Znaczenie społecznej odpowiedzialności biznesu w branży motoryzacyjnej: perspektywa zrównoważonego rozwoju. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 2023, 8 [4].

279. Yazdi M., Ferri F., Grifoni P., Guzzo T., Artificial Intelligence and Digital Ethics: A Scoping Review. *Electronics*, 10(2), 2021, 42.

280. Zapałowska A., Innowacyjne praktyki zrównoważonego rozwoju w logistyce. *Polish Journal for Sustainable Development*, 2022, 26.2: 77-85.

281. Zhang Y., Lustenberger U., *Balancing Protectionism and Innovation: The Future of the European Automotive Industry in the Age of Chinese Electric Vehicles*. Singularity Academy & Lustenberger + Partners, 2025.

282. Zhao S., Lee H., Industry 4.0, skill shifts, and labor market adaptation. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 2022, 121248.

Spis tabel

Tabela 1. Statystyki opisowe dla badanej grupy respondentów (N=326) 249

Tabela 2. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa” 253

Tabela 3. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Strategia zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami” 254

Tabela 4. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Produkcja i lokalizacja zakładów” 255

Tabela 5. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw” 256

Tabela 6. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Innowacje i rozwój produktów” 257

Tabela 7. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Marketing i zarządzanie marką” 258

Tabela 8. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Zarządzanie zasobami ludzkimi” 260

Tabela 9. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Relacje z klientami i obsługa posprzedażowa” 261

Tabela 10. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem” 262

Tabela 11. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczna” 263

Tabela 12. Statystyki opisowe dla zmiennych określających konstrukt „Wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa” 265

Tabela 13. Statystyki opisowe dla zmiennych określających obszary łańcucha wartości, na które może mieć wpływ globalizacja 275

Tabela 14. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według wielkości przedsiębiorstwa (liczby zatrudnionych osób) 277

Tabela 15. Statystyki testu post hoc Dunna z korektą Bonferoniego różnic w cechach łańcucha wartości według wielkości przedsiębiorstwa (liczby zatrudnionych osób) 278

Tabela 16. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według liczby lat pracy na stanowisku kierowniczym 280

Tabela 17. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według stanowiska zajmowanego w przedsiębiorstwie 282

Tabela 18. Statystyki testu post hoc Dunna z korektą Bonferoniego różnic w cechach łańcucha wartości według stanowiska zajmowanego w przedsiębiorstwie 283

Tabela 19. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według zakresu odpowiedzialności zawodowej 284
Tabela 20. Statystyki opisowe z testem Kruskala Wallisa różnic w cechach łańcucha wartości według stopnia zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie 285
Tabela 21. Statystyki testu post hoc Dunna z korektą Bonferoniego różnic w cechach łańcucha wartości według stopnia zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie 286
Tabela 22. Macierz korelacji współczynników rho Spearmana między wszystkimi zmiennymi łańcucha wartości 288
Tabela 23. Analiza moderacji wpływu zmiennej oceniającej wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa na cechy określające łańcuch wartości z moderatorem określającym wielkość przedsiębiorstwa 291
Tabela 24. Analiza moderacji wpływu zmiennej oceniającej wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa na cechy określające łańcuch wartości z moderatorem określającym liczbę lat na stanowisku kierowniczym 292
Tabela 25. Analiza moderacji wpływu zmiennej oceniającej wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa na cechy określające łańcuch wartości z moderatorem określającym stopień zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie 292
Tabela 26. Wyniki walidacji krzyżowej pięciokrotnej 301
Tabela 27. Wyniki walidacji metodą bootstrap 303

Spis rysunków

Rysunek 1. Mierzone zmienne w podziale tematycznym na obszary.....244

Rysunek 2. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa (RMSEA=0,031; CFI=0,987; Alfa Cronbacha=0,711; CMIN=40,322; p<0,01).....267

Rysunek 3. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających strategię zaopatrzenia i zarządzanie dostawcami (RMSEA=0,043; CFI=0,982; Alfa Cronbacha=0,746; CMIN=40,321; p<0,01).....268

Rysunek 4. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających produkcję i lokalizację zakładów (RMSEA=0,032; CFI=0,984; Alfa Cronbacha=0,757; CMIN=41,231; p<0,01).....268

Rysunek 5. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających logistykę i zarządzanie łańcuchem dostaw (RMSEA=0,043; CFI=0,988; Alfa Cronbacha=0,730; CMIN=42,245; p<0,01).....269

Rysunek 6. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających innowacje i rozwój produktów (RMSEA=0,033; CFI=0,991; Alfa Cronbacha=0,764; CMIN=44,244; p<0,01).....270

Rysunek 7. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających marketing i zarządzanie marką (RMSEA=0,022; CFI=0,994; Alfa Cronbacha=0,765; CMIN=42,284; p<0,01).....270

Rysunek 8. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających zarządzanie zasobami ludzkimi (RMSEA=0,048; CFI=0,987; Alfa Cronbacha=0,746; CMIN=45,434; p<0,01).....271

Rysunek 9. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających relacje z klientami i obsługa posprzedażowa (RMSEA=0,037; CFI=0,983; Alfa Cronbacha=0,750; CMIN=44,454; p<0,01).....272

Rysunek 10. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem (RMSEA=0,031; CFI=0,985; Alfa Cronbacha=0,743; CMIN=44,411; p<0,01).....272

Rysunek 11. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczną (RMSEA=0,045; CFI=0,989; Alfa Cronbacha=0,748; CMIN=41,531; p<0,01).....273

Rysunek 12. Analiza konfirmacyjna dla konstruktu cech określających wpływ systemów AI na funkcjonowanie przedsiębiorstwa (RMSEA=0,049; CFI=0,969; Alfa Cronbacha=0,746; CMIN=40,433; p<0,01).....273

Rysunek 13. Model SEM (*Structural Equation Modeling*) przedstawia zależności przyczynowo-skutkowe między konstruktem nadrzędnym „Wpływ otoczenia konkurencyjnego na funkcjonowanie przedsiębiorstwa" a szeregiem zmiennych pośredniczących i zależnych, które reprezentują strategiczne obszary działalności firm motoryzacyjnych. (RMSEA=0,023; CFI=0,987; CMIN=98,998; p<0,01).....293

Spis wykresów

Wykres 1. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem wielkości przedsiębiorstwa w jakich pracują (N=328) 250

Wykres 2. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem liczby lat pracy na stanowisku kierowniczym (N=328)..... 250

Wykres 3. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem stanowiska zajmowanego w przedsiębiorstwie (N=328) 251

Wykres 4. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem stopnia zaawansowania systemów IT w przedsiębiorstwie w jakim pracuje respondent (N=328)..... 252

Wykres 5. Wykres wskaźników odsetkowych badanych osób pod względem zakresu odpowiedzialności zawodowej (N=328)..... 252

Załączniki

Kwestionariusz ankiety

Funkcjonowanie przedsiębiorstwa motoryzacyjnego w dynamicznym otoczeniu konkurencji globalnej

Metryczka respondenta

1. **Wielkość przedsiębiorstwa (liczba zatrudnionych pracowników):**
   Proszę zaznaczyć jedną odpowiedź.
   - ☐ poniżej 50
   - ☐ 50-249
   - ☐ 250-999
   - ☐ 1000 i więcej

2. **Liczba lat pracy na stanowisku kierowniczym:**
   Proszę zaznaczyć jedną odpowiedź.
   - ☐ mniej niż 2 lata
   - ☐ 2-5 lat
   - ☐ 6-10 lat
   - ☐ ponad 10 lat

3. **Branża działalności przedsiębiorstwa:**
   motoryzacyjna *(stała odpowiedź – zgodnie z założeniem, że wszyscy respondenci reprezentują tę branżę)*

4. **Stanowisko zajmowane w przedsiębiorstwie:**
   Proszę zaznaczyć jedną odpowiedź.
   - ☐ dyrektor generalny / prezes
   - ☐ dyrektor działu / menedżer wyższego szczebla
   - ☐ kierownik średniego szczebla
   - ☐ inny (proszę podać jaki): _____

5. **Stopień zaawansowania stosowanych systemów informatycznych w przedsiębiorstwie:**
   Proszę zaznaczyć jedną odpowiedź.
   - ☐ podstawowy
   - ☐ średniozaawansowany
   - ☐ zaawansowany

6. **Zakres odpowiedzialności zawodowej:**
   Proszę zaznaczyć jedną odpowiedź.
   - ☐ międzynarodowy
   - ☐ krajowy
   - ☐ regionalny (kilka oddziałów)
   - ☐ lokalny / jeden oddział

Instrukcja:

Proszę zaznaczyć odpowiedź w odpowiednim kwadracie.

Skala ocen:

1 – Zdecydowanie się nie zgadzam; 2 – Raczej się nie zgadzam; 3 – Ani się zgadzam, ani nie zgadzam; 4 – Raczej się zgadzam; 5 – Zdecydowanie się zgadzam.

Wzór: ☐☐☐☐☐ (pod każdą liczbą proszę wpisać znak "X")

☐☐☐☐☐	Dostęp do bardziej efektywnych źródeł zaopatrzenia poprawił wyniki naszej firmy.
☐☐☐☐☐	Różnorodność regulacji zewnętrznych wpływa istotnie na naszą działalność.
☐☐☐☐☐	Partnerstwa strategiczne zawierane z innymi podmiotami poprawiają naszą konkurencyjność.
☐☐☐☐☐	Rosnąca konkurencja skłoniła naszą firmę do unowocześnienia procesów produkcyjnych.
☐☐☐☐☐	Współpracujemy z szeroką siecią dostawców spoza firmy.
☐☐☐☐☐	Kryterium kosztowe odgrywa kluczową rolę przy wyborze dostawców.
☐☐☐☐☐	Jakość dostarczanych komponentów odpowiada naszym oczekiwaniom.
☐☐☐☐☐	Nasi dostawcy są zaangażowani w projektowanie i rozwój naszych produktów.
☐☐☐☐☐	Mamy dostęp do wysoko wyspecjalizowanych dostawców.
☐☐☐☐☐	Rozmieszczenie naszych zakładów produkcyjnych umożliwia redukcję kosztów pracy.
☐☐☐☐☐	Obecna struktura lokalizacji produkcji pozwala nam szybko reagować na potrzeby rynku.
☐☐☐☐☐	Decyzje o relokacji produkcji wynikały z presji rynkowej.
☐☐☐☐☐	Logistyka między naszymi zakładami funkcjonuje sprawnie.
☐☐☐☐☐	Lokalizacja naszych zakładów zwiększa elastyczność operacyjną przedsiębiorstwa.
☐☐☐☐☐	Nasz łańcuch dostaw jest odporny na zakłócenia zewnętrzne.
☐☐☐☐☐	Współpraca z operatorami logistycznymi przebiega efektywnie.
☐☐☐☐☐	Czas dostaw komponentów jest przewidywalny i akceptowalny.
☐☐☐☐☐	Minimalizacja kosztów logistyki jest dla naszej firmy istotnym celem.

☐☐☐☐☐ Wykorzystujemy narzędzia cyfrowe do zarządzania łańcuchem dostaw.

☐☐☐☐☐ Wzrost konkurencyjności rynku zwiększył nacisk na innowacyjność w naszej firmie.

☐☐☐☐☐ Część naszych prac badawczo-rozwojowych realizowana jest poza główną siedzibą.

☐☐☐☐☐ Współpraca z zewnętrznymi partnerami wspiera rozwój innowacji produktowych.

☐☐☐☐☐ Zmiany rynkowe wpływają na wybór kierunków naszych działań rozwojowych.

☐☐☐☐☐ Wprowadzamy nowe technologie w odpowiedzi na potrzeby rynku.

☐☐☐☐☐ Nasze działania marketingowe są dostosowane do różnych segmentów rynku.

☐☐☐☐☐ Obecność naszej marki w różnych regionach wpływa pozytywnie na jej postrzeganie.

☐☐☐☐☐ Regularnie analizujemy zmieniające się preferencje klientów.

☐☐☐☐☐ Utrzymujemy spójny wizerunek marki niezależnie od miejsca sprzedaży.

☐☐☐☐☐ Strategie promocyjne są dostosowywane do działań konkurencji.

☐☐☐☐☐ Nasz zespół cechuje się wysoką różnorodnością kulturową i kompetencyjną.

☐☐☐☐☐ Zróżnicowanie zespołu pozytywnie wpływa na kreatywność i innowacyjność.

☐☐☐☐☐ Pracownicy są przygotowani do pracy w zróżnicowanych kulturowo zespołach.

☐☐☐☐☐ Nasze procedury HR są elastyczne i dopasowane do zróżnicowanego środowiska.

☐☐☐☐☐ Pracownicy mają możliwość przemieszczania się między lokalizacjami firmy.

☐☐☐☐☐ Nasz system obsługi klienta jest elastyczny i dopasowany do różnych potrzeb.

☐☐☐☐☐ Posiadamy dobrą wiedzę o oczekiwaniach naszych klientów.

☐☐☐☐☐ Regularnie monitorujemy poziom satysfakcji klientów.

☐☐☐☐☐ Obsługa posprzedażowa funkcjonuje sprawnie w każdej lokalizacji.

☐☐☐☐☐ Narzędzia cyfrowe skutecznie wspierają kontakt z klientami.

☐☐☐☐☐ Zmieniające się otoczenie zwiększa zakres ryzyk, z którymi musimy się mierzyć.

☐☐☐☐☐ Nasz system zarządzania ryzykiem jest dostosowany do zmiennych warunków rynkowych.

☐☐☐☐☐ Regularnie analizujemy ryzyka związane z sytuacją gospodarczą i operacyjną.

☐☐☐☐☐ Jesteśmy przygotowani na zakłócenia w łańcuchu dostaw.

☐☐☐☐☐ Działania prewencyjne pozwalają ograniczać straty operacyjne.

☐☐☐☐☐ Nasza strategia uwzględnia działania na rzecz środowiska i społeczności.

☐☐☐☐☐ Dbamy o zrównoważony rozwój w całym cyklu życia produktu.

☐☐☐☐☐ Przestrzegamy wysokich standardów etycznych i środowiskowych.

☐☐☐☐☐ Nasi klienci oczekują zaangażowania w działania proekologiczne.

☐☐☐☐☐ Inicjatywy z zakresu odpowiedzialności społecznej wspierają naszą pozycję rynkową.

☐☐☐☐☐ Systemy AI pomagają automatyzować powtarzalne zadania w naszej firmie.

☐☐☐☐☐ Dzięki AI poprawia się dokładność prognoz sprzedaży i popytu.

☐☐☐☐☐ Wdrożenie AI przyczyniło się do poprawy efektywności zarządzania produkcją.

☐☐☐☐☐ Nasz system ERP jest dobrze zintegrowany z innymi systemami wspierającymi działalność firmy.

☐☐☐☐☐ Korzystamy z różnych systemów wspomagających zarządzanie (np. CRM, SCM, BI), które uzupełniają funkcje ERP.

Streszczenie

Rozprawa doktorska poświęcona jest wieloaspektowej analizie zarządzania łańcuchem wartości w sektorze motoryzacyjnym, który w ostatnich dwóch dekadach stał się jednym z najbardziej dynamicznie transformujących się obszarów współczesnej gospodarki. Intensyfikacja globalnej konkurencyjności, szybki rozwój technologii cyfrowych, wzrost znaczenia sztucznej inteligencji oraz narastające wymogi zrównoważonego rozwoju powodują, że tradycyjne modele funkcjonowania przedsiębiorstw stają się niewystarczające. W tym kontekście branża motoryzacyjna stanowi szczególny przypadek, ponieważ łączy wyjątkowo wysoką złożoność architektury produktu z rozbudowaną, wielopoziomową strukturą dostaw oraz silnym oddziaływaniem megatrendów technologicznych, środowiskowych i regulacyjnych. Jednocześnie sektor ten staje się przestrzenią intensywnych procesów globalizacji, offshoringu i nearshoringu, a także dynamicznej rywalizacji o kompetencje cyfrowe i możliwości adaptacyjne przedsiębiorstw.

Wobec tak zarysowanego tła, głównym celem poznawczym i aplikacyjnym niniejszej rozprawy doktorskiej jest identyfikacja oraz modelowanie kluczowych zależności zachodzących w łańcuchu wartości przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej funkcjonujących w warunkach globalnej konkurencyjności. Realizacja tak określonego celu wymaga zarówno ujęcia teoretycznego, obejmującego ewolucję koncepcji łańcucha wartości oraz współczesne teorie globalnych łańcuchów wartości, jak i kompleksowej analizy empirycznej pozwalającej na weryfikację przyjętych hipotez oraz tezy badawczej, zgodnie z którą, *w warunkach globalnej konkurencji, o przewadze przedsiębiorstwa motoryzacyjnego decyduje strategiczne wdrożenie sztucznej inteligencji w całym łańcuchu wartości. AI nie jest jedynie narzędziem optymalizacji procesów, lecz kluczowym czynnikiem transformacji w obszarach zrównoważonego rozwoju i zarządzania kapitałem ludzkim, co kompleksowo rekonfiguruje model tworzenia wartości*.

W części teoretycznej praca prezentuje systematyczną rekonstrukcję ewolucji pojęcia łańcucha wartości, począwszy od klasycznej koncepcji Michaela Portera, poprzez alternatywne konfiguracje wartości, aż po nowoczesne ujęcia dotyczące globalnych łańcuchów wartości, *governance*, ekosystemów biznesowych oraz architektury inteligentnych produktów. Szczególną uwagę poświęcono przejściu od linearnego ujęcia sekwencji działań do współczesnej interpretacji łańcucha wartości jako złożonej sieci powiązań, w której relacje między podmiotami, przepływy informacji i danych oraz mechanizmy koordynacji odgrywają

równie ważną rolę. Analiza obejmuje ponadto współczesne modele zarządzania globalnymi łańcuchami wartości, w tym teorie *governance* autorstwa Gereffiego, Humphreya i Sturgeona, które wyjaśniają zróżnicowane formy koordynacji w łańcuchach wartości oraz relacje władzy między firmami wiodącymi a dostawcami. Kolejnym ważnym nurtem teoretycznym rozwiniętym w pracy jest rola technologii informacyjnych i sztucznej inteligencji w transformacji modeli biznesowych w branży motoryzacyjnej.

Przedstawiono również krytyczny przegląd stanu badań w obszarze zarządzania łańcuchem wartości, ze szczególnym uwzględnieniem luki badawczej. Przeprowadzona analiza literatury wskazała, że brakuje badań o charakterze holistycznym, integrujących w jednym ujęciu strategiczne aspekty funkcjonowania łańcucha wartości w branży motoryzacyjnej z uwzględnieniem roli sztucznej inteligencji, czynników organizacyjnych, strukturalnych i regulacyjnych. Istniejące opracowania często koncentrują się na wybranych ogniwach łańcucha, takich jak logistyka, produkcja czy relacje z dostawcami, pomijając interdyscyplinarne zależności między tymi obszarami. Niniejsza praca podejmuje próbę wypełnienia tej luki, oferując kompleksowy model analizy łańcucha wartości, oparty na zaawansowanych technikach statystycznych, który umożliwia identyfikację zależności przyczynowo-skutkowych.

W części empirycznej zostało przeprowadzone badanie na próbie przedsiębiorstw reprezentujących branżę motoryzacyjną w Polsce, zróżnicowanych pod względem wielkości, poziomu digitalizacji, zakresu działalności oraz struktury organizacyjnej. W procesie badawczym zastosowano narzędzia umożliwiające przeprowadzenie analiz ilościowych, w tym analizę rzetelności narzędzi pomiarowych, konfirmacyjną analizę czynnikową, testy międzygrupowe oraz modelowanie równań strukturalnych (SEM).

W pracy sformułowano zestaw hipotez:

Hipotezy dotyczące różnic w ocenie cech łańcucha wartości:

1. Ze względu na wielkość przedsiębiorstwa
   - H_{01}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami różnej wielkości.
   - H_{11}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od wielkości przedsiębiorstwa.
2. Ze względu na stanowisko respondentów
   - H_{02}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między pracownikami zajmującymi różne stanowiska.

- H_{12}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od stanowiska osoby oceniającej.

3. Ze względu na staż pracy
   - H_{03}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między respondentami o różnym stażu pracy.
   - H_{13}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od stażu pracy.
4. Ze względu na zakres odpowiedzialności zawodowej
   - H_{04}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między osobami o różnych zakresach odpowiedzialności zawodowej.
   - H_{14}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od zakresu odpowiedzialności zawodowej.
5. Ze względu na poziom zaawansowania IT
   - H_{05}: Nie występują istotne statystycznie różnice w ocenie cech łańcucha wartości między przedsiębiorstwami o różnym poziomie zaawansowania IT.
   - H_{15}: Występują istotne statystycznie różnice w ocenie co najmniej jednej cechy łańcucha wartości w zależności od poziomu zaawansowania IT w przedsiębiorstwie.

Analiza statystyczna potwierdziła, że percepcja funkcjonowania łańcucha wartości jest w istotny sposób zróżnicowana w zależności od zmiennych dotyczących m.in. wpływu wielkości przedsiębiorstw, stanowiska respondentów, stażu pracy, zakresu odpowiedzialności oraz poziomu zaawansowania technologicznego na ocenę poszczególnych cech łańcucha wartości. W szczególności wykazano, że przedsiębiorstwa o wyższym poziomie zaawansowania IT oraz te, które w większym stopniu integrują technologie oparte na sztucznej inteligencji, prezentują bardziej optymistyczne oceny skuteczności swoich działań, sprawności komunikacji, jakości współpracy między działami oraz zdolności adaptacyjnych w turbulentnym otoczeniu. Wyniki te potwierdzają przyjętą tezę, zgodnie z którą AI stanowi nie tylko element modernizacji, lecz fundamentalną siłę napędową strategicznej transformacji w zarządzaniu łańcuchem wartości.

Autorskim wkładem dysertacji jest opracowanie oraz empiryczna weryfikacja modelu strukturalnego SEM, który umożliwia precyzyjne uchwycenie zależności pomiędzy kluczowymi konstruktami analitycznymi. Model ten wykazał, że poziom zaawansowania technologicznego przedsiębiorstwa oraz stopień integracji AI mają znaczący wpływ na skuteczność zarządzania łańcucha wartości, co przejawia się m.in. w lepszym zarządzaniu ryzykiem, większej innowacyjności, skuteczniejszej realizacji celów zrównoważonego

rozwoju oraz wyższym poziomie spójności działań w ramach organizacji. Model potwierdził również, że transformacja technologiczna w istotny sposób oddziałuje na jakość zarządzania zasobami ludzkimi, co stanowi kluczowy element przewagi konkurencyjnej w sektorze, który w coraz większym stopniu opiera się na wiedzy, kompetencjach i zdolności adaptacyjnej pracowników.

W pracy przedstawiono wnioski oraz wskazano implikacje teoretyczne i praktyczne wynikające z przeprowadzonych badań. Z perspektywy teoretycznej praca porządkuje istniejący dorobek naukowy, proponując zintegrowane podejście do analizy łańcucha wartości, które łączy klasyczne koncepcje strategiczne z perspektywą globalną oraz nowoczesnymi teoriami technologii i ekosystemów cyfrowych. W wymiarze praktycznym dysertacja dostarcza przedsiębiorstwom branży motoryzacyjnej wskazówek dotyczących strategicznego wykorzystania systemów sztucznej inteligencji, optymalizacji procesów, budowy współpracy międzyorganizacyjnej oraz kształtowania kompetencji pracowników w sposób wspierający odporność i innowacyjność przedsiębiorstw.

Niniejsza rozprawa wnosi istotny wkład do nauk o zarządzaniu i jakości, oferując empirycznie zweryfikowany model oraz analizę roli sztucznej inteligencji w transformacji łańcucha wartości. Praca podkreśla, że w warunkach globalnej konkurencji przewaga przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej nie wynika już wyłącznie ze skutecznego zarządzania procesami, lecz z umiejętności integracji technologii, zarządzania wiedzą, budowania relacji w ramach globalnych sieci oraz adaptacji do wymogów zrównoważonego rozwoju. Zastosowane podejście badawcze, obejmujące zarówno bogaty fundament teoretyczny, jak i zaawansowaną analizę empiryczną, nadaje wynikom pracy szeroki wymiar wyjaśniający i prognostyczny, a sama dysertacja stanowi wartościowy wkład w rozwój badań nad zarządzaniem łańcuchem wartości w warunkach transformacji cyfrowej.

Abstract

The doctoral dissertation is devoted to a multifaceted analysis of value chain management in the automotive sector, which, over the past two decades, has become one of the most dynamically transforming areas of the contemporary economy. The intensification of global competitiveness, the rapid development of digital technologies, the growing importance of artificial intelligence, and the increasing demands of sustainable development have rendered traditional models of organisational functioning insufficient. In this context, the automotive industry constitutes a particularly distinctive case, as it combines exceptionally high product architecture complexity with an extensive, multi-tier supply network and the strong influence of technological, environmental, and regulatory megatrends. Simultaneously, the sector has become a space of intensified processes of globalisation, offshoring and nearshoring, as well as dynamic competition for digital competences and organisational adaptability.

Against this backdrop, the principal cognitive and application-oriented objective of this dissertation is to identify and model the key interdependencies occurring within the value chains of automotive enterprises operating under conditions of global competitiveness. Achieving this objective requires both a theoretical perspective - encompassing the evolution of the value chain concept and contemporary theories of global value chains - and a comprehensive empirical analysis enabling verification of the adopted hypotheses and the central research thesis, according to which, under global competitive pressure, the competitive advantage of an automotive enterprise is determined by the strategic implementation of artificial intelligence throughout the entire value chain. AI is not merely a process-optimisation tool; it constitutes a critical transformative force within the areas of sustainable development and human capital management, thereby fundamentally reconfiguring the model of value creation.

The theoretical part of the dissertation presents a systematic reconstruction of the evolution of the value chain concept, beginning with Michael Porter's classical framework, through alternative value configurations, up to modern approaches addressing global value chains, governance structures, business ecosystems, and the architecture of intelligent products. Particular emphasis is placed on the shift from a linear conceptualisation of sequential activities to a contemporary interpretation of the value chain as a complex network of interconnections in which relationships between actors, flows of information and data, and coordination mechanisms play equally significant roles. The analysis also encompasses contemporary

models of global value chain governance, including the governance theories developed by Gereffi, Humphrey, and Sturgeon, which explain the diverse forms of coordination within value chains and the power relations between lead firms and suppliers. Another important theoretical stream elaborated in the dissertation concerns the role of information technologies and artificial intelligence in transforming business models in the automotive sector.

The study also presents a critical review of the current state of research in the field of value chain management, with particular emphasis on the existing research gap. The literature analysis revealed a lack of holistic studies integrating, within a single framework, the strategic aspects of value chain functioning in the automotive sector with the role of artificial intelligence, as well as organisational, structural, and regulatory factors. Existing publications often focus on selected value chain links - such as logistics, production, or supplier relations – while overlooking interdisciplinary interdependencies between these areas. This dissertation seeks to address this gap by offering a comprehensive model for analysing the value chain, grounded in advanced statistical techniques, which enables the identification of causal relationships.

In the empirical part, a study was conducted on a sample of enterprises representing the automotive industry in Poland, differentiated in terms of size, digital maturity, scope of activity, and organisational structure. The research process employed tools enabling advanced quantitative analyses, including reliability testing of measurement instruments, confirmatory factor analysis, between-group tests, and structural equation modelling (SEM).

The dissertation formulates the following set of hypotheses:

Hypotheses concerning differences in the assessment of value chain characteristics:

1. By enterprise size
   - H_{01}: There are no statistically significant differences in the assessment of value chain characteristics between enterprises of different sizes.
   - H_{11}: There are statistically significant differences in the assessment of at least one value chain characteristic depending on enterprise size.
2. By respondent job position
   - H_{02}: There are no statistically significant differences in the assessment of value chain characteristics between employees holding different positions.
   - H_{12}: There are statistically significant differences in the assessment of at least one value chain characteristic depending on the respondent’s job position.
3. By length of service

- H_{03}: There are no statistically significant differences in the assessment of value chain characteristics between respondents with varying lengths of service.
- H_{13}: There are statistically significant differences in the assessment of at least one value chain characteristic depending on length of service.

4. By scope of professional responsibility
   - H_{04}: There are no statistically significant differences in the assessment of value chain characteristics between individuals with different scopes of professional responsibility.
   - H_{14}: There are statistically significant differences in the assessment of at least one value chain characteristic depending on professional responsibility.
5. By level of IT advancement
   - H_{05}: There are no statistically significant differences in the assessment of value chain characteristics between enterprises with different levels of IT advancement.
   - H_{15}: There are statistically significant differences in the assessment of at least one value chain characteristic depending on the level of IT advancement in the enterprise.

Statistical analysis confirmed that the perception of value chain functioning varies significantly depending on variables such as enterprise size, job position, length of service, scope of responsibility, and technological maturity. In particular, it was demonstrated that enterprises with higher levels of IT advancement and those that more extensively integrate AI-based technologies exhibit more favourable assessments of operational effectiveness, communication efficiency, interdepartmental collaboration quality, and adaptive capability in a turbulent environment. These findings support the adopted thesis that AI constitutes not merely a modernisation tool, but a fundamental driving force behind strategic transformation in value chain management.

The author's contribution to the field lies in the development and empirical validation of a structural equation model (SEM) enabling precise identification of the relationships among key analytical constructs. The model demonstrated that the level of technological maturity and the degree of AI integration significantly influence the effectiveness of value chain management, manifested in improved risk management, higher innovativeness, more effective implementation of sustainability objectives, and greater organisational coherence. The model also confirmed that technological transformation substantially affects the quality of human resource management, which constitutes a crucial component of competitive advantage in a sector increasingly based on knowledge, competencies, and employee adaptability.

The dissertation presents conclusions and outlines the theoretical and practical implications of the findings. From a theoretical perspective, the work systematises the existing scholarly output by proposing an integrated approach to value chain analysis that combines classical strategic concepts with a global perspective and contemporary theories of technology and digital ecosystems. From a practical perspective, the dissertation provides automotive enterprises with recommendations regarding the strategic utilisation of artificial intelligence systems, process optimisation, development of inter-organisational collaboration, and enhancement of employee competencies in ways that strengthen organisational resilience and innovativeness.

This dissertation constitutes a significant contribution to the disciplines of management and quality sciences by offering an empirically validated model and an in-depth analysis of the role of artificial intelligence in transforming the value chain. The study demonstrates that, under conditions of global competition, the competitive advantage of automotive enterprises no longer stems solely from effective process management, but from the ability to integrate technologies, manage knowledge, build relationships within global networks, and adapt to the requirements of sustainable development. The applied research approach - encompassing both a rich theoretical foundation and advanced empirical analysis - grants the findings considerable explanatory and predictive power, while the dissertation itself represents a valuable contribution to the development of research on value chain management in the context of digital transformation.